

SCIENCE & VIE

UN SCÉNARIO FOU :
TCHERNOBYL-SUR-SEINE

MENSUEL

N° 840 SEPTEMBRE 1987

LE SOLEIL

MACHINE-MYSTÈRE

**GOLFE :
LES ARMES
EN PRÉSENCE**

AUTO :

LES ROUES

INTELLIGENTES

M 2578 - 840 - 17,00 F



3792578017005 08400

SUISSE 5 FS - CANADA \$2,95 - BELGIQUE 120 FB - ESPAGNE 560 Ptas - MAROC 17 Dh - TUNISIE 2,09 DT

VOUS SAVEZ OÙ VOUS ALLEZ
NOUS POUVONS VOUS AIDER

25 000 F.

Vous avez entre 18 et 30 ans. Vous avez une passion, dans l'art ou l'artisanat, la recherche, les sciences et techniques, la culture ou l'action sociale, ... Vous voulez en vivre. Nous pouvons vous aider. En 13 années, 307 projets ont déjà reçu une aide de 25 000 francs. Pourquoi pas vous ?

Pour recevoir un dossier de candidature, écrivez-nous **avant le 31 octobre 1987** à la Fondation des Prêts d'Honneur aux Jeunes / Fondation de France, 40, av. Hoche 75008 PARIS.

FONDATION
DES PRETS
D'HONNEUR
AUX JEUNES



FONDATION
DE
FRANCE



SCIENCE & VIE

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 45 63 01 02
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,
PAUL DUPUY

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président : JACQUES DUPUY
Directeur Général : PAUL DUPUY
Directeur Adjoint : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur Financier : JACQUES BEHAR
Directeur Commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

• RÉDACTION

Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD MESSADIÉ
Chef des Informations,
Rédacteur en Chef Adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT,
FRANÇOISE SERGENT

Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION,
JACQUES MARSAULT, SVEN ORTOLI,
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, PIERRE COURBIER

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAR

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVIDA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE et LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Science & Vie is published 16 times per year at International
Messengers Inc. 3054 Mecom Bldg. 10, Houston, Texas 77032.
Subscription price is \$ 70.00 for 1 year. Application to mail at second
class postage rate is pending at Houston, Texas. Postmaster send
address changes to : Science & Vie, International Messengers, Inc.
P.O. Box 60326, Houston, Texas 77205. Tel. (713) 443 26 60.
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent
London W4, 1 HF

Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205
2-14-1 Sakuragaka
Setagaya-Ku - Tokyo 156

• SERVICES COMMERCIAUX

Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERAUD
Assisté de : MARIE CRIBIER
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING
Assistée d'ANITA LJUNG

• PUBLICITÉ

Excelsior publicité - INTERDECO
67 Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 42 25 53 00
Directeur de la publicité : DIDIER CHAGNAS
Chef de publicité : GHISLAINE DICHY
Exportunités : GHISLAINE DICHY

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, en-
voyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Change-
ments d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,20 F
en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les
noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à
nos services internes et organismes liés contractuellement avec
Science & Vie sauf opposition motivée. Dans ce cas, la commu-
nication sera limitée au service des abonnements. Les informa-
tions pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification
dans le cadre légal.

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS
COPYRIGHT 1985 SCIENCE & VIE



BVP

ABONNEZ-VOUS A

SCIENCE & VIE

ETRANGER :

BENELUX 1 an simple

1320 FB - 1 an couplé **1770 FB**

EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 BRUXELLES

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

PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.Q. CANADA H2V 4R6.

SUISSE 1 an simple 55 FS - 1 an couplé 80 FS

NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.

USA 1 an couplé 70 \$

International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston - Texas 77205

AUTRES PAYS 1 an simple 260 F - 1 an couplé 330 F.

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros
187 F 2 ans : 355 F

1 AN - 12 Numéros
+ 4 Hors Série
247 F 2 ans : 469 F

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

• Veuillez m'abonner pour :

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

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Code postal.....

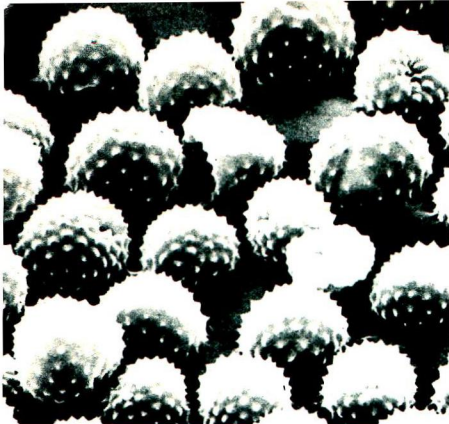
Ville.....

Pays.....

Profession.....
(facultatif)

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

SV840



Institut Pasteur

Comment bien repérer le pollen pour prévenir les allergies : deux spécialistes s'affrontent.

p. 70



O. Nauze

Pas d'embouteillage dans le réseau routier de la cellule !

p. 28

Fabriquez-vous un véritable laboratoire d'observation de la vie sous-marine : un aquarium d'eau de mer.

p. 118 D.R.



S O M M A

SAVOIR

Forum

Le Soleil cache bien son jeu

Anna Alter

Très haute tension sur la Provence

Antoine Labeyrie

Les greffons passe-partout

Pierre Rossion

Service de fret dans une cellule

Jean Ferrara

L'Afrique affamée de science

Marie-Laure Moinet

Observez l'invisible au cœur des orchidées

Roger Bellone

Echos de la recherche

Dirigés par Gerald Messadié

Encart

Club français du livre, paginé de I à IV entre la couverture et la page 1

Encart

WEKA, paginé de I à II entre les pages 96 et 97 (pour les abonnés nationaux)

Tchernobyl sur Seine

roman

Camille Lévy



Et si le pire arrivait : un accident grave non prévu dans la centrale nucléaire de Nogent ? En avant-première, quelques extraits d'un livre de prospective d'autant plus inquiétant qu'il s'appuie sur une minutieuse analyse. En complément, une interview de l'un des auteurs et les risques encourus par l'eau de la Seine.

p. 85

POUVOIR

4 Grand bruit autour d'une hélice silencieuse
Georges Dupont

50

14

Que fait-on à Ormuz ?
Sven Ortoli

58

22

La coquille Saint-Jacques repêchée de justesse

Pierre Rossion

66

24

La chasse au pollen : un sport "chinois"

Louis Delplanque et Michèle Roux-Saget

70

28

Bataille pour les beaux "yeux" du Rafale

Serge Brosselin

74

32

Lestartufes du "Titanic"

Isabelle Bourdial

82

38

Tchernobyl-sur-Seine

Yves Lenoir, Hélène Crié, Michel Eberhardt, Jacqueline Denis-Lempereur

85

41

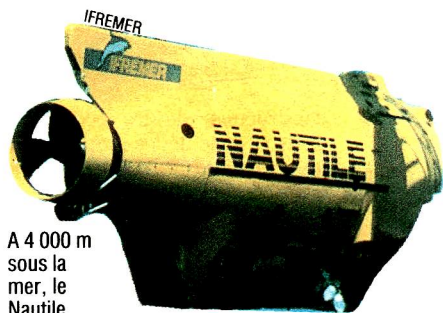
Echos de l'industrie

Dirigés par Gérard Morice

99

Des marchés à saisir

102



A 4 000 m
sous la
mer, le
Nautil
explore la
dernière demeure du Titanic : cette performance
technologique n'est pas du goût de tout le
monde. p. 82

R E

UTILISER



Lesroues
qui pensent
Luc Augier

105

Réseaux câblés :
encore bien des questions

Henri-Pierre Penel **110**

Une vitrine pour apprendre
la mer

Alain Dunoyer de Segonzac **118**

Un "micro" pour les étoiles

Henri-Pierre Penel **124**

Révélateur couleur pour
amateurs

Alex Kovaleff **126**

Science & Jeux

Renaud de La Taille,

Yves Delaye,

Henri-Pierre Penel,

Daniel Ferro,

Gilles Cohen

128

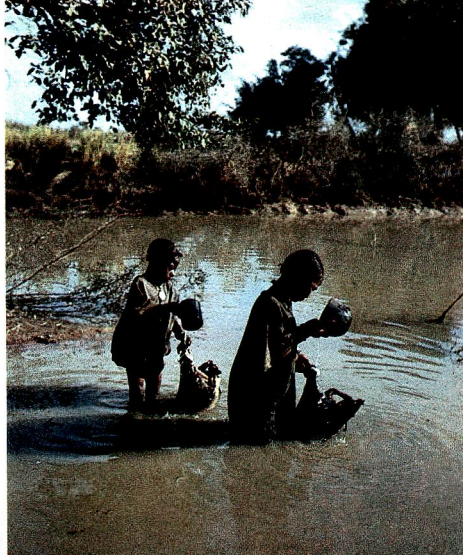
Science & Vie
à l'apourvous

148

Echos de la vie pratique

Dirigés par Roger Bellone **154**

Blackstar/SIPA PRESS



HOA-QUI

L'Afrique prend conscience de son retard scientifique
et technologique. Les programmes en cours seront-ils
capables d'y remédier ? p. 32

Quelle menace représente pour l'Iran la flotte française envoyée
dans le détroit d'Ormuz ? Et quelles seraient les réponses de
l'Iran ? Une analyse des forces en présence. p. 58



FORUM

Informatique et charabia

M. E.J., de Thann, nous écrit : « Etant étudiant en informatique, je me permets d'apporter quelques précisions personnelles à l'article de Marc Boyer paru dans votre n° 838. Ainsi que l'affirme et le démontre l'auteur, le langage utilisé par les informaticiens tend de plus en plus à devenir un charabia, union contre nature de mauvais français et d'anglais approximatif. Sans mettre en doute les informations exposées dans l'article en question, il convient toutefois d'expliquer le phénomène. Bien entendu, certains cas extrêmes n'ont pour explication que la sottise ou le pédantisme, voire l'esotérisme propre à toute science ou technique de pointe, c'est-à-dire pratiquée par un groupe clos et réduit de personnes.

Contrairement à la plupart des "règles" établies par Marc Boyer, il faut rappeler ceci : si l'on considère que la majeure partie des articles et ouvrages traitant de l'informatique proviennent de pays de langue anglaise et sont lus "tels quels", c'est-à-dire non traduits par la grande majorité des informaticiens, on conçoit qu'il se crée un "savoir commun" nourri de termes anglais. Ainsi, lorsque l'on utilise le mot **Mainframe**, on sous-entend "ordinateur", bien sûr, mais aussi la taille de celui-ci et l'utilisation probable qu'on en fait ; toutes les idées associées à ce terme apparaissent sous-jacente. Dans ce cas, on peut pratiquement parler de mot-clef qui, par association d'idées, fait référence à une notion plus complexe.

4 Par ailleurs, et c'est là un point que l'auteur n'a pas assez

fait valoir, si l'informaticien tend à supprimer les mots qu'il considère (à tort !) superflus (règle 3), dans son élan réducteur, il abuse d'abréviations anglaises mystérieuses, telles que RAM, ROM, FIFO, RISC, etc. Il faut cependant reconnaître que Risc (pour Reduced Instructions Set Computer) se révèle être d'un usage universel et pratique. Et ici apparaît un point fondamental : le "franglais" est bien utile entre "initiés", car il simplifie et souvent clarifie les communications parlées. Malgré tout, il doit rester local et nécessiter une traduction lorsque le critère que l'on pourrait appeler "vitesse de transmission" n'intervient pas, c'est-à-dire dans l'ensemble des articles destinés au grand public et, en général, dans tous les supports écrits. Un long discours vaut mieux qu'un terme susceptible d'être mal interprété.

Nous ne saurions être d'accord avec les observations de notre correspondant, qui se résument à défendre le franglais, donc à servir de Cheval de Troie au charabia. Et cela pour les raisons suivantes :

- La langue et la culture françaises permettent parfaitement la création et l'intégration de termes français équivalents. Lorsque Beau de Rochas a inventé le cycle à quatre temps, les Anglais ne l'ont pas appelé "Saikel à quatreu tempsse", mais ont trouvé l'équivalent "Four-stroke internal combustion". Toute acceptation d'un concept technique anglo-saxon tel quel, dans sa langue d'origine, refléterait une démission de notre génie technique et linguistique. Que ferions-nous si demain c'étaient les Japonais qui menaient une technique ?...

- Admettre le franglais dans le langage courant n'est guère opportun, car la tentation sera irrésistible, par exemple dans des cours

d'instruction, de les écrire tels quels et donc de les propager. On ne saurait d'un côté parler le franglais et pratiquer le sabir, et de l'autre, prétendre écrire un français intelligible.

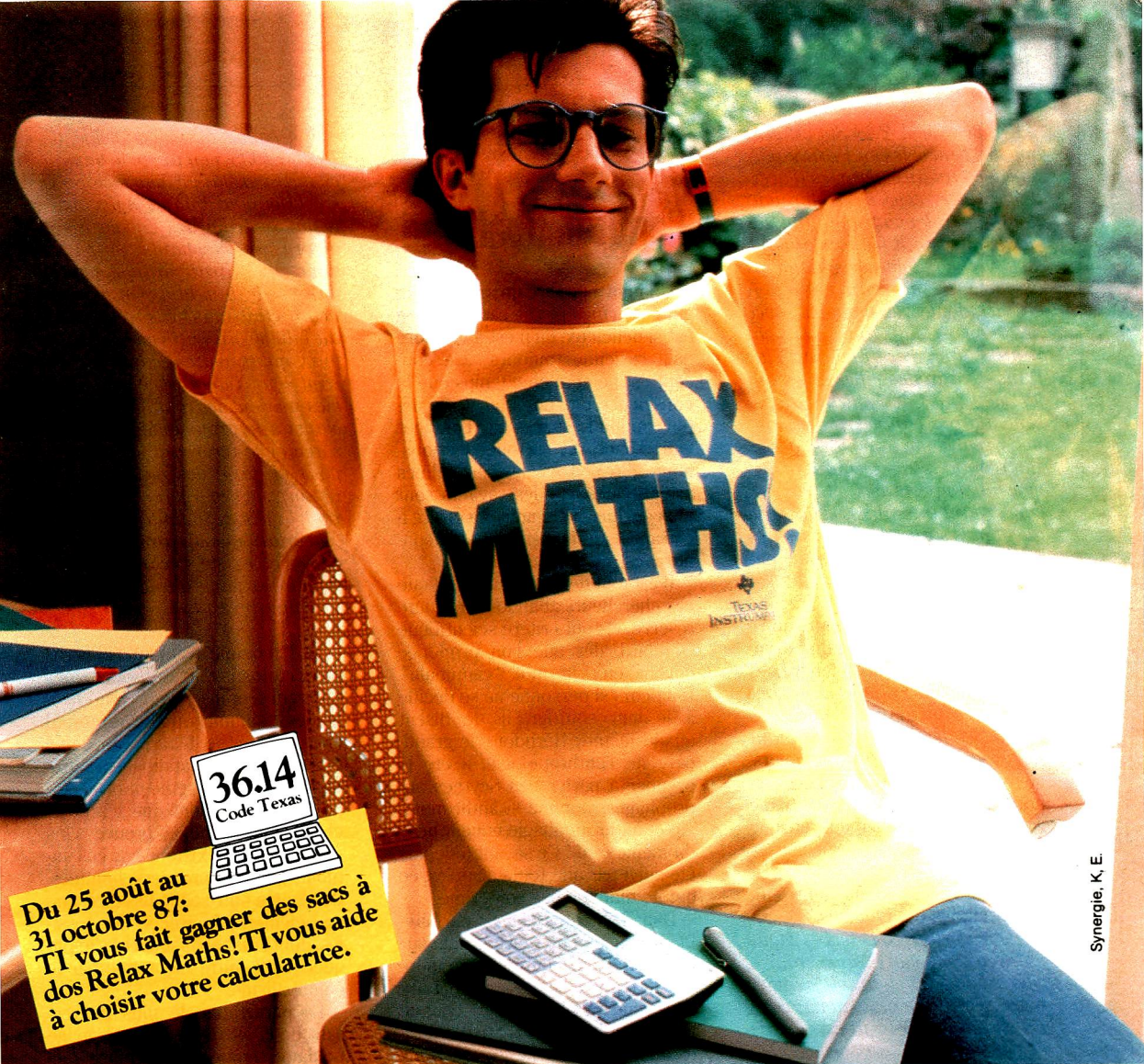
Pierre Bourdieu a admirablement démontré dans *Ce que parler veut dire* que le jargon témoigne au fond d'une arrogance impardonnable de la part de ceux qui détiennent un certain savoir, aussi bien que d'une prétention dont nous avions espéré que Molière nous avait débarrassés avec *Les précieuses ridicules*. C'est ainsi qu'en d'autres domaines, les femmes de ménage d'antan, qui exerçaient une profession honorable autant que pénible, se sont vues transformées en "préposées de surface".

Nous continuerons donc à combattre chaque fois qu'il y a lieu tous les charabias, jargons et sabirs qui ne peuvent que favoriser le déclin du génie de la langue française et encourager les mômeries linguistiques de petits marquis de la technique. Ou bien faudra-t-il aussi appeler un Macintosh "Commodité du couchage de texte" ?...

Un sapeur pompier sans haine et sans crainte

"Sans haine et sans crainte", mais à coup sûr mû par une sainte colère, M. J.-C. F., pompier à Castres, nous a écrit après la publication dans le n° 838 de *Science & Vie* d'un article de Suzanne Champoux consacré au nouveau traitement de l'infarctus, la thrombolyse. Il trouve « absolument scandaleux de distiller des informations aussi insidieuses et mensongères que celles données par le Pr Guérin (cardiologue de l'hôpital Cochin à Paris) sur les sapeurs-pompiers ». Nous reproduisons un entretien téléphonique avec le Pr Guérin dans lequel celui-ci disait qu'en province les pompiers bénévoles ne disposent d'aucune compétence et d'aucun matériel spécialisé (p. 26 de la revue).

(suite du texte page 6)



Synergie, K. E.

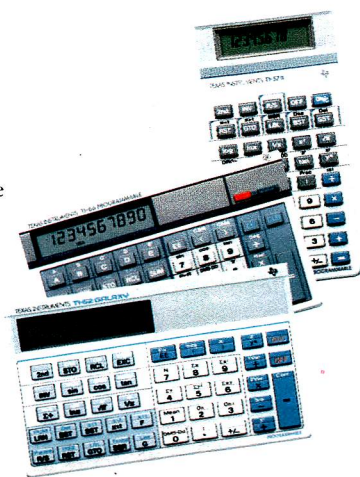
Question maths, j'ai tout compris !

Calculatrices programmables Texas Instruments : pour comprendre les maths comme la programmation.

Les calculatrices Texas Instruments ne se contentent pas de me donner des résultats : elles sont conçues pour aider à une meilleure compréhension du raisonnement mathématique et de la logique informatique lors de l'exécution des programmes.

Exemple : avec son affichage semi-alphanumérique, la TI-62 Galaxy me permet de suivre les programmes et les équations au fur et à mesure que j'avance. Résultat : je comprends mieux les choses et je suis plus relax !

Avec Texas Instruments, on a le choix. Chacun peut trouver la calculatrice programmable qui lui convient, de la TI-57 II, une machine vraiment pas chère qui permet de s'initier à la vraie programmation ;



jusqu'à la TI-66 qui allie capacité, performances et simplicité de programmation.

Et bien sûr, comme toujours avec Texas Instruments, ce sont des calculatrices vraiment commodées à utiliser : clavier ergonomique, groupement logique des fonctions, touches larges...

Et puis, les calculatrices Texas Instruments sont garanties deux ans (échange standard dans votre magasin).

Faire équipe avec Texas Instruments c'est vraiment génial !

Des calculatrices pour des maths plus faciles et une vie plus relax.

TEXAS
INSTRUMENTS



Réponse de M. F. : « S'il est vrai que des bénévoles en France portent secours aux victimes d'accidents divers, ceux-ci n'interviennent généralement que dans les campagnes où il n'existe aucune structure capable, dans un temps assez court... de venir en aide à ces accidentés et malades, avec des moyens suffisants pour garantir une certaine sécurité. Dans les grandes villes et les villes moyennes, les maires disposent d'un personnel professionnel capable de répondre à des interventions de secours relativement importantes et variées concernant aussi bien l'incendie que toutes sortes de détresses humaines, c'est pour cela qu'ils entretiennent des effectifs de sapeurs-pompiers ».

Emporté dans son élan, notre correspondant utilise un argument... douteux pour défendre ses chers pompiers : « Ceux-ci ne sont pas en concurrence avec les Samu et les Smur car, étant payés au mois », les pompiers, qu'ils effectuent des sorties ou non, coûteraient toujours la même somme. C'est oublier que chaque sortie de véhicules spécialisés coûte cher, et que les médecins et chauffeurs des Samu sont eux aussi salariés ou assimilés.

« Que certains médecins (toujours les mêmes) nous reprochent de coûter cher, soit !, admet notre lecteur, mais mieux vaut un système cher (tout est relatif) et polyvalent, qu'un service spécialisé qui coûtera encore plus cher dans un cadre encore plus restreint. »

Pour finir, nous informons notre lecteur, « on ne pourra quand même pas nous exclure complètement. A moins que le fait d'être médecin ne devienne une condition impérative pour devenir sapeur-pompier. »

Nous n'avions pas, avouons-le, imaginé cette originale solution pour diminuer le chômage médical actuel !

Enfin, puisque c'est de lui qu'ils s'agit, nous transmettons au Pr Guérin cette invitation courtoise de M. F., sapeur à la caserne de pompiers de Castres « de vous faire visiter et apprécier nos différents services et notre matériel, qui feraient sûrement pâlir de jalousie le Pr Guérin ». Dont acte !

La cannibalisation de l'anticannibalisme

Comme a pu dire un anthropologue, « le concept du cannibalisme est si délicieux, qu'il est à craindre qu'il revienne toujours ». Ce concept est né en même temps que la conscience de l'homme, et il a depuis connu le succès que l'on peut voir. Même (et surtout, devrions-nous dire) dans les disciplines scientifiques, car les savants sont plus enclins que d'autres à croire à l'étrange, au mystérieux, à l'inconnu : c'est même leur métier.

Il est tout de même étonnant que ces chercheurs abandonnent toute réserve, et tout critère scientifique standard, dès que l'on prononce devant eux le mot « cannibale ». D'ailleurs si personne ne se décide à le leur souffler, ils le disent quand même : Hérodote, le grand-père de l'anthropologie, a été le premier à parler des Scythes androphages. Comme si anthropologie et anthropophagie étaient nées du même œuf ! Ce savant a depuis été suivi par une foule d'autres, ce qui ne diminue pas son crime.

Dans ce contexte, il est parfaitement logique que notre article sur le cannibalisme, qui rendait compte du travail d'un universitaire américain (William Arens), chef de file de la contestation anticannibale, déclenche les réactions de nos lecteurs. Voici l'une d'entre elles, exemplaire, de M. J.-A. T., dont voici de larges extraits :

« ...Si de nombreux articles de votre publication sont très intéressants, d'autres sont idiots, comme celui (paru en décembre 86, n° 831) de M. J.-M. Bader sur le cannibalisme. Le cannibalisme a certainement existé chez l'homme préhistorique. Plus récemment les preuves abondent. Les navigateurs du XVIII^e siècle ont payé un lourd tribut : Cook à Hawaï, Marion de St-Malo en Nouvelle-Zélande, tué et dévoré avec 16 matelots, le radeau de « La Méduse », l'expédition de Nobile au pôle Nord, la révolte du Zaïre contre les Belges, les Japonais durant la dernière guerre, en sont des témoignages irréfutables.

Moi-même, au Congo belge, de 1923 à 1935, j'en ai été le témoin oculaire. J'étais à ma factorerie sur l'Ubangui, quand je fus averti que la tribu des Lobala avait abattu un éléphant ; je partis donc... Il y avait grande fête et danses de tam-tam. Un pauvre nègre était attaché sur la place du village, un Bati égaré dans la forêt, qu'ils avaient capturé. Suivant leur importance, les notables avaient marqué le morceau choisi à la craie, le Moganga (le sorcier) se réservant les viscères pour en faire des médicaments. Le soir, ils l'égorgeaient et le rôtièrent, la fête dura toute la nuit... Il est certain que le cannibalisme a existé et existe encore dans de nombreux pays, d'une part pour se nourrir, et aussi par superstition... »

M. T., comme avant lui d'illustres paléontologues, anthropologues physiques, préhistoriens et archéologues, fait une double erreur. Il croit pouvoir se débarrasser d'une contestation du cannibalisme préhistorique, d'une seule phrase, et il assume faussement que les chercheurs ont établi la preuve sans équivoque de l'existence de ce cannibalisme des premiers hommes. Ils n'ont, à notre connaissance, que des éléments indirects, des fossiles, dont l'état peut souvent s'expliquer d'une autre façon que par le cannibalisme.

Le paragraphe le plus intéressant de la lettre est le témoignage oculaire, rapporté par notre lecteur. Sans faire du tout injure à M. T., il n'est pas un ethnologue ou un anthropologue professionnel. Autrement dit, le contexte culturel, symbolique, rituel et la signification de la scène à laquelle il a assisté peut parfaitement lui avoir échappé en partie ou en totalité. Le Pr Evans-Pritchard a bien montré dans une revue générale (*Man*, 1979) la difficulté d'interprétation des témoignages de voyageurs, missionnaires, coloniaux n'ayant aucune base professionnelle. Si même notre lecteur était versé dans ce genre de sport, rappelons que le seul témoignage oculaire de l'ethnologie moderne, par un spécialiste (Dole, 1962), d'un épisode de cannibalisme supposé, est entaché de tels doutes quant à ce qui s'est réellement passé chez ces indiens Amahuaca de la frontière du

Ne placez pas votre argent avant d'avoir lu ce guide

Il est gratuit pour vous... et son franc-parler vaut de l'or.

Toutes les vérités sont bonnes à dire (et vous avez intérêt à leur prêter une oreille attentive) lorsque vous vous apprêtez à placer votre argent.

Réputé pour son franc-parler, le «petit guide Cortal» vous évitera de coûteuses déconvenues: il vous indique les atouts de chaque placement mais prend soin aussi de mentionner scrupuleusement les contre-indications qui doivent vous inciter à la prudence.

Il ne vous affirmera jamais, d'entrée de jeu, qu'un placement est «excellent». Il préfère vous donner toutes les informations qui vous permettront de répondre à ces questions fondamentales: «**Ce placement est-il bon pour moi?**»... «**Répond-il à mes propres objectifs?**». Car un placement tout à fait conseillé pour votre voisin peut se révéler très mal adapté à vos besoins.

Le «petit guide Cortal» commence donc par vous aider à définir vos objectifs personnels:

- pouvoir récupérer votre argent en 24 heures...
- toucher des revenus tous les trois mois...
- privilégier la sécurité...
- bénéficier d'un maximum d'avantages fiscaux...

Ce guide vous fait aussi découvrir pourquoi les clients de Cortal n'accepteraient jamais de revenir en arrière

Cortal, la banque du Groupe de la COMPAGNIE BANCAIRE spécialisée dans les placements, vous fait bénéficier d'un ensemble de services unique en son genre:

vous disposez, par exemple, de correspondants que vous pouvez interroger par téléphone tous les jours jusqu'à 20h; autre exemple: vous recevez chaque mois un conseil personnalisé pour obtenir plus de votre argent...

Découvrez tous les détails de ce service qui permet à plus de 90% des clients de Cortal de se déclarer satisfaits.

CORTAL

27, rue d'Orléans 92523 Neuilly-sur-Seine Cedex
(Reçoit sur rendez-vous)



Ensuite, vous disposez d'un dossier complet sur le placement que vous avez choisi. Vous pouvez l'étudier tranquillement chez vous, demander l'avis de vos amis, nous téléphoner pour obtenir une précision, et finalement arriver librement à une décision que vous prendrez en toute connaissance de cause.

Postez vite le bon ci-dessous pour vous assurer gratuitement les services de ce véritable «conseiller financier à domicile». Le bon sens et la franchise du «petit guide Cortal» vous donneront une belle assurance: délivré des doutes qui vous incitaient à laisser dormir votre argent (et donc à perdre de l'argent), vous passerez maître dans l'art de faire fructifier intelligemment votre épargne, sans prendre de risques inutiles.

GRATUIT

Bon pour un petit guide Cortal

Oui, envoyez-moi le «petit guide Cortal de vos placements», sans engagement.

NOM

Prénom

Adresse

Code postal | | | | | Ville

Tél. (dom.)

(bureau)

Renvoyez dès aujourd'hui ce bulletin sans l'affranchir à: CORTAL. Libre réponse 60592 - 92529 Neuilly/Seine Cedex ou appelez, de Paris comme de Province, le 05.10.15.20 (votre appel est gratuit: la communication est à notre charge).

CORTAL
la garantie
Compagnie Bancaire

NUMERO VERT

05.10.15.20

APPEL GRATUIT

1DISCV

Pérou et du Brésil, que l'on reste perplexe quant à la validité de ces témoignages, par ailleurs parfaitement sincères.

D'ailleurs M. T. prend soin de le dire "ils l'égorgerent et le rôti-rent...", sans préciser ce qui advint ensuite du corps. Enfin, notre lecteur pratique, comme de nombreux journalistes et même des anthropologues professionnels, l'amalgame entre cannibalisme rituel et magique, cannibalisme gastronomique et cannibalisme de survie. Tout ceci est d'une importance capitale : allons-nous continuer à obliger les générations montantes, à se croire les fils et les filles d'un monde peuplé d'ogres monstrueux et mangeurs d'homme ?

Nombres premiers : beaucoup sont appelés...

Agrégé de l'Université, docteur ès-sciences mathématiques, le Pr A. Ch., de Paris, nous écrit, à propos de l'article sur les nombres premiers dans notre n° 888, que M. Renaud de la Taille « ne semble pas connaître le résultat de Jones, dont le polynôme donne tous les nombres premiers et seulement ceux-là. »

« On s'explique aisément, poursuit notre éminent correspondant, qu'il ait fallu 24 siècles pour résoudre le problème considéré, dont la solution provient de l'intrusion de la théorie des algorithmes (ou des "automates"), née en 1931, dans la théorie des nombres, vieille comme le monde ! L'ouvrage de vulgarisation de Youri Manin (illustre mathématicien russe) est de 1975 ! Il semble que le célèbre théorème de Matiyasivitch, "tout ensemble récursivement énumérable est diophantien", qui est à la base de tous ces progrès, ne soit pas encore connu en France, pays dont le retard sur les pays civilisés s'accroît ! »

Déplorons au passage l'amertume de notre correspondant et, en substance, le fait qu'il ne semble

pas avoir entièrement lu l'article incriminé. En effet, p. 20, 1^{re} colonne, il y aurait lu ceci : "...Mentionnons aussi les polynômes de J.-P. Jones, formulés en 1975 ; il s'agit de 14 polynômes écrits à partir des 26 variables a, b, c... y, z. Si les 26 valeurs données à a, b, c... y, z sont telles que les 14 polynômes sont simultanément nuls, alors $k + 2$ est un nombre premier. On a prouvé que l'ensemble des valeurs qui annulent à la fois les 14 polynômes donnent avec $k + 2$ l'ensemble des nombres premiers."

Cela pour dire que nous connaissons le résultat de Jones et que nous l'avions mentionné. Quant à savoir si le théorème de Matiyasivitch est ignoré des mathématiciens français, nous ne pouvons nous prononcer ; mais nous doutons fort que la France soit en retard de civilisation, surtout en mathématiques.

M. G. B., de Saint-Avit-Pontaurum, lui, écrit : « J'ai bien aimé la formule $p = k \times 6 + 1$ qui, avec quelques bases de base, m'a divertie bien des heures. Par contre, si on la renverse pour vérifier qu'un nombre est premier, on s'aperçoit qu'il y a des jumeaux, mais vous ne parlez pas dans votre article de ce que j'appellerais des "k éliminés". Par exemple, pour $k = 20$ on a $p = 119$ ou 121 , qui tous deux ne sont pas premiers. »

Il y a là une question intéressante, celle justement de savoir quelles sont les valeurs de k qui donnent des nombres premiers, et celles qui donnent des nombres composés. Il est d'ailleurs relativement simple de dresser la liste de ce que notre correspondant appelle des "k éliminés" — ou plutôt, "k à éliminer" — mais on retombe sur un algorithme qui s'apparente au crible d'Eratosthène, ce qui revient à dire qu'on retombe sur le problème de départ (qu'il s'agit d'éliminer des multiples au fur et à mesure).

Un autre lecteur, de Corse, M. G., nous a d'ailleurs communiqué un raisonnement basé sur des considérations similaires, mais si peu explicite que nous n'avons pas pu vérifier ses assertions.

D'autres lecteurs nous disent avoir trouvé une fonction donnant la suite des nombres premiers, mais sans autre indication, par crainte qu'on ne leur "vole" la for-

mule. Précisons bien ici qu'il n'y a aucun risque de vol à notre revue : le jour où nous recevrons un résultat intéressant, nous nous ferons un plaisir de le publier en mentionnant bien le nom de son inventeur, qui se verra du coup protégé dans sa découverte.

Deux lettres successives nous ont été adressées par M. S. C., de Dusseldorf, dont la première annonce qu'il pense avoir découvert une suite de nombres premiers illimitée et cyclique, qu'il n'a malheureusement pas pu vérifier très loin. « Il semble cependant, écrit notre correspondant, que le nombre dont la formule est $1\ xxx19$, où xxx représente un nombre de zéros, soit premier, par exemple 1 019, 100 019, 10 000 019, etc. J'ai l'intuition d'avoir découvert une suite infinie de nombres premiers et, par là même, le plus grand nombre premier connu. »

Dans sa deuxième lettre, ce très sympathique correspondant nous écrit : « Le monde des nombres premiers est surprenant, on y perd sa raison et son latin ! J'espère que vous n'avez pas pris ma précédente proposition au pied de la lettre. Ce qui, en effet, aurait pu passer pour un raisonnement par récurrence parfait ne peut pas être utilisé dans le monde bizarre des nombres premiers, car 1 000 000 019 est divisible par... 83 ! » Et de nous inciter à la méfiance !

Ces deux lettres illustrent les déboires auxquels peut conduire une recherche au hasard, sorte de pêche miraculeuse où l'on ne tire que rarement un gros poisson. Il est possible qu'il existe une fonction fermée donnant une suite de nombres premiers, mais il est certain qu'on ne la trouvera pas en jouant au Loto. M. C. gagnerait à reprendre ses recherches en s'aidant des théorèmes de l'arithmétique.

« Amateur de la théorie des nombres, M. S. V., de Court-St-Etienne, en Belgique, nous demande de l'autoriser à publier quelques commentaires qui ne sont pas des critiques, mais des réflexions. Vous mentionnez, écrit-il, « $p(x) = x^2 + x + 41$, donnant 40 nombres premiers. Vous connaissez probablement $g(x) = x^2 - 79x + 1\ 601$, qui est premier pour x allant de 0 à 79. »

Eh bien non, nous ne connaissons pas ce trinôme, qui donne 40 nombres premiers à la suite (de 1 601 à 41), les mêmes d'ailleurs, que l'équation d'Euler, mais en sens contraire, quand on va de 0 à 39.

Nos lecteurs mangent-ils les montres à quartz ?

Nous recevons de la maison "Au Bonheur" une lettre déconcertante : « Lecteur fidèle de votre revue et... vendeur de montres à quartz, je remarque avec effarement votre article publié en page 69 de votre numéro de juillet 87 et me permets de vous demander votre avis sur une rumeur (que je considère absurde et que je voudrais

bien combattre grâce à vos arguments) qui veut que les montres à quartz soient nocives pour la santé. En effet, des charlatans m'envoient régulièrement des clients amateurs de montres mécaniques pour remplacer leurs montres à quartz. Cela devient épidémique. Le laïus servi est le suivant : les montres à quartz "pompe l'énergie".

Et voilà que je lis ce titre dans votre revue : "Gare au quartz !" Me voilà ébranlé dans mes convictions et hilarités. Une réponse directe ou publiée m'emplirait d'aise. »

Nous n'avons aucune raison de douter de la bonne foi de notre correspondant. Il nous faut donc rappeler que, sans la moindre ambiguïté possible, notre information portait sur les dangers de l'inhalation prolongée de poussières de quartz, telle que celle à laquelle sont soumis les travailleurs du granit. Cette information ne saurait d'aucune manière porter sur les montres à quartz. Sauf à consommer celles-ci après les avoir pilées,

nos lecteurs ne courent donc aucun risque à garder ces montres au poignet.

Pour en finir vraiment avec le XXI^e siècle

Une abondance tout à fait inusitée de courrier — près de 200 lettres ! — sur la question de définir le début du XXI^e siècle, nous confirme dans notre résolution de mettre fin aux publications de remontrances, déplorations, mises en demeure (parfois par lettres recommandées !), théories, supputations, félicitations et même menaces qui nous ont été adressées à ce sujet. Il y faudrait une publication spécialisée. Trois observations restent à faire à ce sujet :

- Un siècle commence à 0 h le 1^{er} janvier de l'an 1 et s'achève à minuit le 31 décembre de l'an 100, nul

(suite du texte page 10)



TUBE NESTLÉ. L'ÉNERGIE CONCENTRÉE.

n'en disconvient, sans quoi il faudrait, dans le cas des décennies, par exemple, supposer que celles-ci ont neuf ans et non pas dix et que la décennie 1900-1910 s'acheva en 1909. Comme dix décennies font un siècle, il faut bien, n'en déplaise à ceux qui restent obstinément victimes de leurs habitudes, conclure que le XX^e siècle ne s'achèvera que le 31 décembre 2000 à minuit.

• Certains lecteurs ont cru devoir faire intervenir la notion inédite d'année zéro. Or, il n'y a pas d'année zéro, et l'on cherchera en vain dans tous les systèmes de calendriers de l'histoire sans en trouver jamais mention. L'année qui suit l'an I av. J.-C. est, dès la première minute de la première heure du 1^{er} janvier, l'an I.

• Nous rappelons à nos lecteurs que, conformément aux usages internationaux, nous restons absolument maîtres du choix des lettres que nous publions et que nous ne sommes en aucun cas tenus de reproduire l'intégralité des lettres qui nous sont adressées, sauf lorsqu'il s'agit d'un droit de réponse tel qu'il est légalement défini, c'est-à-dire lorsque l'honorabilité d'une personne est nommément mise en cause pour une affaire dont elle est responsable. Comme personne n'est responsable du calendrier, il ne peut donc y avoir lieu d'exciper de quelque "droit de réponse" que ce soit.

Un matériau exceptionnel

« Lecteur de Science & Vie depuis le n° 1, M. J. D. trouve un intérêt constant à son contenu et en particulier à ce que notre collaborateur Renaud de la Taille veut bien y pondre » (!). « C'est ainsi que j'ai relevé, poursuit-il, p. 82 du n° 839, dans votre article sur "Les pierres plus que précieuses", une allusion à un nitrure de bore capable de rayer le diamant, pierre dont vous écrivez n'avoir pu trouver la référence. "Misérable littéraire" (neveu d'André Gide et ancien élève d'Alain, mais qualifié d'"esprit curieux, s'intéressant vivement aux sciences" par mon profes-

seur de physique, en 1924), j'ai retrouvé d'après mes souvenirs une précision susceptible de vous intéresser. »

La précision est, en effet, intéressante : le Petit guide des roches et minéraux signalé par M. D., publié en 1969 par les Editions des Deux Coqs d'Or, à Paris, mentionne au chapitre des pierres de synthèse que « les Etats-Unis ont réussi à produire, depuis 1957, le borazon (un nitrure de bore) qui semble aussi dur que le diamant et serait beaucoup plus stable que lui à haute température. » Nous en remercions notre lecteur, mais il nous manque encore des précisions sur ce minéral, notamment sur sa dureté réelle dans l'échelle Rosival. Reste à attendre les lumières d'un autre lecteur.

Les petits tracas de la physique amusante

M. D. C., de Comines, demande s'il existe un recueil de nos articles de physique amusante. « Je me permets une réflexion, ajoute-t-il, le principe de chaque expérience est bien plus important que le temps de fabrication du montage. Ne pourrait-on simplifier la tâche en simplifiant les montages, c'est-à-dire s'orienter vers le principe des kits ? Nous avons tous souffert du temps perdu à chercher ça et là des articles exotiques ! »

Docteur, Ingénieur et enseignant, notre correspondant nous témoigne un intérêt dont nous lui savons gré. Il existe, en effet, un livre intitulé "La physique amusante", qui regroupe 24 des expériences les plus marquantes de notre rubrique ; il est disponible à notre siège (75 F). Pour ce qui est des kits, le point évoqué relève plus de l'industrie que du journalisme, même expérimental. La question nous a déjà été posée, mais il y a là un problème d'investissement en matériel, de diffusion commerciale et de rentabilité qui n'est pas aisé à résoudre. De toute façon, la société Pierron Entreprise, spécialisée dans le matériel d'expériences pé-

dagogiques, met à la disposition des lecteurs intéressés tout le matériel nécessaire, ce qui simplifie la tâche de ceux qui veulent réaliser nos montages.

Errata

• Quelques erreurs se sont glissées dans notre article consacré aux travaux du Dr Georges Demathieu dans le domaine de la paléontologie (S & V n° 837). Le croquis p. 62 a été inspiré par celui de Heyler et Lessertisseur et celui p. 63 par Lyel. Dans la légende de ce dernier, la phrase entre parenthèses doit être lue ainsi : "Sur la photo, la contre-empreinte conservée au Musée Fleury de Lodève, bien qu'image négative de la patte, conserve le "pouce" comme doigt externe de l'autopode." Enfin, p. 64 il fallait lire : "On croyait que ce dinosaure bipède préférerait se prélasser sur la terre ferme où il bénéficiait d'une nourriture abondante. Légende que tout cela !". Nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser.

Le directeur adjoint et directeur des études de l'Ecole centrale de Paris nous communique la mise au point suivante :

« Plusieurs demandes viennent de parvenir ces derniers jours à l'Ecole centrale, sollicitant l'acquisition de cours d'analyse numérique de l'Ecole. Ces lettres se réfèrent à un article de votre revue, dont vous trouverez photocopie ci-jointe. Il s'agit là d'une information erronée dont j'ignore l'origine, l'Ecole centrale, en tant qu'établissement public, ne pouvant en aucune façon vendre ses cours. Aussi, afin d'éviter toute confusion dans l'esprit de vos lecteurs, je vous serais reconnaissant de bien vouloir faire rectifier cette information. »

Voilà qui est fait, et nous prions aussi bien l'Ecole centrale que ceux de nos lecteurs qui se sont adressés à elle de bien vouloir excuser cette erreur. Celle-ci semble provenir d'une affirmation erronée de l'une de nos sources d'information.

En tout état de cause, notre article faisait l'éloge des cours de l'Ecole centrale. ●

LA MEILLEURE LECTURE EN LANGUE ANGLAISE À VOTRE PORTÉE

3 books for only 29F*

3 livres reliés pour 29F*



PLUS FREE

et gratuitement

Répond à toutes vos questions concernant l'anglais, ouvrage de références claires et rapides.

Venez rejoindre Le Nouvel English Bookclub... dès aujourd'hui
Oui, vous pouvez choisir 3 titres parmi ces livres séduisants pour moins de 10 F chacun ET vous pouvez acquérir GRATUITEMENT le magnifique "Oxford Guide to the English Language", une merveilleuse façon d'accéder aux avantages offerts par l'English Bookclub.

Comment fonctionne The English Bookclub

The English Bookclub fait partie du plus important groupe anglais de Club de livres, ayant acquis des années d'expérience en fournissant des livres en langue anglaise, principalement en Hollande, Australie, Allemagne, Nouvelle Zélande — et bien sûr en Angleterre. Dès à présent, les membres français de l'English Bookclub pourront bénéficier des capacités et de l'énorme puissance d'achat d'une des meilleures sources de livres en langue anglaise dans le monde.

Grand Choix En tant que membre, nous vous offrons une très large variété des meilleurs livres anglais et américains. Bestsellers signés par des auteurs tels que Frederick Forsyth, Graham Greene et John le Carré... Classiques en littérature, d'auteurs reconnus comme Orwell, H.G. Wells et D.H. Lawrence... atlas... dictionnaires... livres pour améliorer votre anglais... histoire, art et livres sur la nature... et beaucoup d'autres encore...

Directement chez vous Tous vos livres sont expédiés rapidement et efficacement, en direct de Grande Bretagne. Tous entièrement reliés et en édition complète. Parce qu'à l'English Bookclub, nous baissons les prix, jamais la qualité.

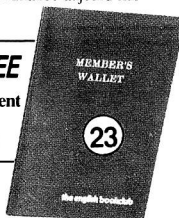
Magazine Gratuit Tous les trimestres, vous recevrez notre Magazine gratuit en couleur, le "Bookshop". Votre seule obligation est de choisir au moins 1 livre par trimestre, parmi plus de 600 titres proposés tout au long de l'année. La durée minimum d'adhésion est fixée à 1 an seulement.

10 jours d'examen gratuit Commandez dès aujourd'hui vos livres afin de vérifier vous-même ce que nous voulons dire par Economie et Qualité. Mais n'envoyez pas d'argent maintenant, examinez tranquillement vos livres, chez vous, avant de décider de rejoindre les membres de l'English Bookclub.

Agissez maintenant! Faites votre choix parmi les livres proposés ici et renvoyez votre Bon de Commande aujourd'hui même.

PLUS FREE

et gratuitement
Dossier
d'Adhérents



En cas de réclamations concernant les produits ou services du Club, n'hésitez pas à nous écrire directement à l'adresse suivante: The English Bookclub, 87, Newman Street, LONDON W1P 4EN, ANGLETERRE

* + frais d'envoi

Envoyez ce coupon-réponse à notre adresse française:
The English Bookclub, B.P. 24, 62246 Noyelles-sous-Lens Cedex.

Oui, je désire devenir membre de The English Bookclub, Londres et je souhaite recevoir les livres dont les codes sont indiqués ci-dessous dans les cases prévues.

☐ ☐ ☐

Marquez d'une croix (x) la case ci-contre si vous souhaitez recevoir 'The Oxford Guide to the English Language'

☐ 1

☐ FREE 23

Si je décide de conserver les livres, je ne paierai que 29 F pour l'ensemble des 3 livres étant entendu que je recevrai aussi gratuitement 'The Oxford Guide to the English Language', plus seulement 19 F d'envoi et de conditionnement*. Je m'engage à commander au moins un livre par trimestre, parmi les titres proposés dans le magazine trimestriel gratuit 'Bookshop'. Si je ne passe pas de commande dans les délais précisés par le magazine du club, j'accepte de recevoir le Choix de l'Editeur, décrits dans le 'Bookshop'. Mon adhésion est enregistrée pour une période minimum d'un an, je pourrai ensuite l'annuler à tout moment avec trois mois de préavis. Si je ne suis pas totalement satisfait de mon offre de bienvenue, je pourrai vous la retourner dans les 10 jours et je ne vous devrai rien.

Signature ☒ Date _____
Cette offre s'applique uniquement à la France métropolitaine. Offre réservée aux nouveaux adhérents. (Ecrire en majuscules SVP)

M. Mlle Nom _____
Mlle

Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code Postal _____ Ville _____
N'ENVOYEZ PAS D'ARGENT MAINTENANT

SV700

the english bookclub

Traction avant et moteur transversal. Croma. La plus belle, la plus grande, la plus spacieuse des Fiat.

Sculptée pour être caressée par le vent, elle vous fait entrer dans un monde de silence et de confort que seules les grandes berlines prestigieuses peuvent vous offrir.

Fabuleuse tenue de route, carrosserie aux lignes puissantes, freins à disque avant et arrière, un immense espace intérieur modulable, une climatisation de conception nouvelle qui rend la route encore plus douce : telle est Croma.

A partir de 81900 F* (Croma 7 CV), offrez-vous le privilège de conduire une grande berline à la pointe de la technique automobile.

Modèle	Puissance	Consommation (normes CEE)	Vitesse maxi (sur circuit)
Croma Turbo i.e.	155 ch	6,3 l/8,3 l/9,9 l	+ 210 km/h
Croma i.e.	120 ch	6 l/7,6 l/9,2 l	192 km/h
Croma CHT	90 ch	5,5 l/7,2 l/8,5 l	180 km/h
Croma	83 ch	5,8 l/7,6 l/8,8 l	170 km/h
Croma Turbo D	100 ch	5,2 l/6,9 l/8,5 l	+ 185 km/h
Croma D	75 ch	4,7 l/6,3 l/7,6 l	165 km/h
Existe avec freinage ABS de série.			

Maintenant, vous entrez dans le club Croma à partir de 81900^F.



FIAT EN FRANCE : UN RÉSEAU DE 1350 CONCESSIONNAIRES ET AGENTS

FIAT



B E R L I N E D E F I A T

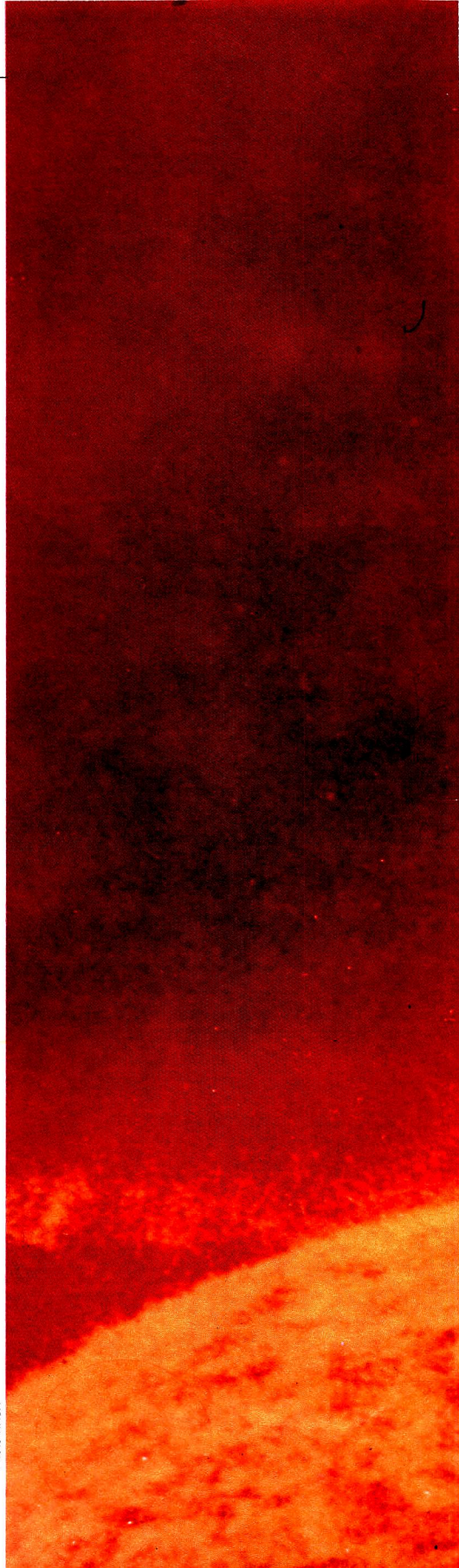
LE SOLEIL CACHE BIEN SON JEU

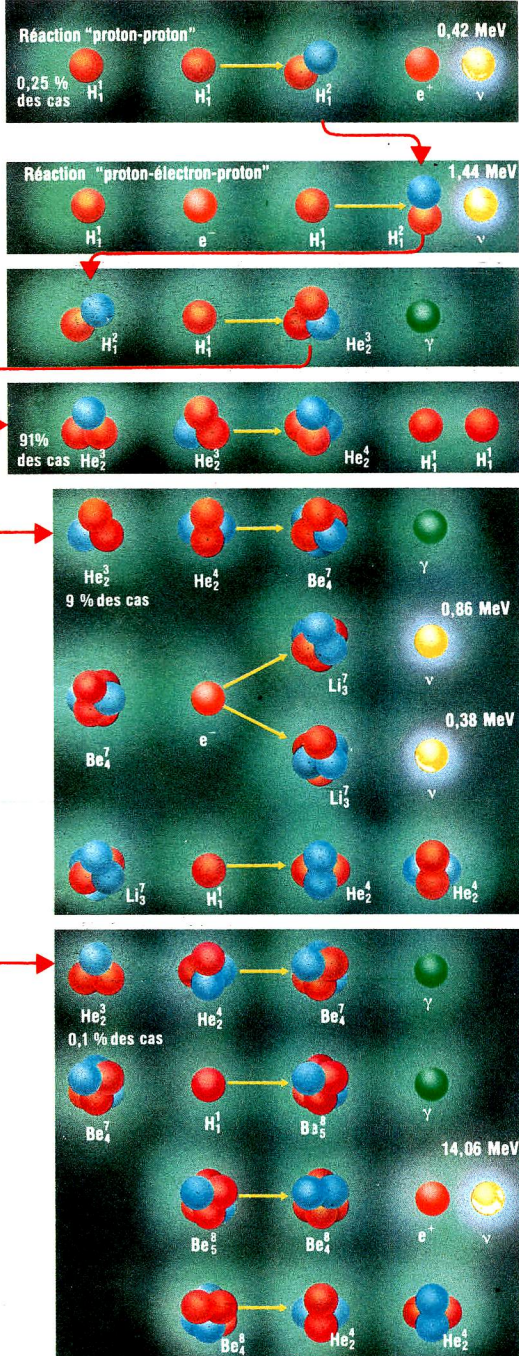
*Parmi les milliards
d'étoiles de la Voie lactée,
le Soleil nous est la plus
proche : quelque
150 millions de km de
la Terre. Nous vivons
à ses crochets, chauffés,
bronzés, nourris.
En bons parasites, nous
sommes sensibles à ses
moindres changements
d'humeur. Nous
pensions le connaître,
mais il semble
que nous nous soyons
complètement
trompés sur son compte.*

En 1611, les premiers en Occident, David Fabricius et Galilée observent les taches solaires que les Chinois, beaucoup plus perspicaces, ont déjà vus quelques siècles plus tôt. Deux cent trente ans plus tard, l'astronome amateur Samuel Heinrich Schwabe note que le phénomène est cyclique. Enfin, en 1859, Richard Hodgson découvre les éruptions. Les trois principaux symptômes des bizarreries du Soleil sont mis en évidence, reste à comprendre leur origine.

(suite du texte page 16)

Photo NASA





Les neutrinos, mouchards du Soleil. C'est en mesurant les flux de neutrinos (boules jaunes sur nos dessins ci-dessus) émis par le Soleil que l'on a pu en déduire le type de réactions nucléaires qui se produisent en son sein. Les proportions de neutrinos observés dans chaque tranche d'énergie au sein du flux indiquent que ces réactions sont celles du modèle "proton-proton", qui font intervenir la fusion de deux protons, avec production d'hélium. Mais les neutrinos produits lors de cette réaction (dessin 1) ne sont pas directement détectables; ceux que nous captions sur Terre sont le produit de la série de réactions thermonucléaires secondaires "proton-électron-proton" (dessins 2 à 6), alimentée par des noyaux d'hélium émis par la réaction principale "proton-proton".

(suite de la page 14)

La surface de l'astre est entièrement recouverte de petits points brillants ou granules. Chacun a une taille de 1 000 à 2 000 kilomètres et correspond à un flot de matière chaude remontant de l'intérieur. Cette légère "acnée blanche" trahit l'agitation des couches du Soleil situées immédiatement sous la peau. L'astronome français Richard Muller, après avoir étudié pendant plus de 10 ans le phénomène avec la lunette de 50 centimètres de l'observatoire du Pic du Midi, vient de montrer que la granulation variait sensiblement au cours du cycle.

Ainsi, lorsque le Soleil passe par un maximum d'activité, tous les onze ans en moyenne, les granules s'estompent complètement à l'emplacement des taches. Ces dernières paraissent sombres parce qu'elles sont beaucoup plus froides que le reste de la surface, 1 700 à 3 000 kelvins de moins. Elles peuvent persister pendant plusieurs rotations solaires de 27 jours sans subir de changements notables. En général elles se forment par paires. Elles s'accompagnent de "facules" brillants et de tout un réseau de filaments (voir **photo page 14**). Au début du cycle, le Soleil n'est pas joli joli à voir. Il est tout barbouillé.

En 1908, George Ellery Hale analysa les taches solaires au spectrographe. Il découvrit que certaines raies y sont complètement dédoublées, signe caractéristique d'un champ magnétique intense. En mesurant l'importance des dédoublements on réussit bientôt à connaître l'intensité de ce champ magnétique. Elle est colossale : 2 500 à 3 000 gauss soit six mille fois plus que le champ magnétique terrestre. Les filaments sombres et brillants qui entourent la tache matérialisent les lignes de force.

Pendant cette phase éruptive, des jets de matière ionisée giclent aussi dans les airs, à une hauteur de 100 à 10 000 km, et retombent en dessinant des boucles et des arches (voir **photo page 14**). Ces ponts de matière relient des régions de polarité magnétique opposée. Des particules électriquement chargées sont freinées par ce champ et libèrent leur surplus d'énergie sous forme de rayons X. Le Soleil crache des bouffées d'ondes radio, certaines dues à des ondes de choc qui le secouent à des vitesses de plus de 1 000 km/s. Des milliards de kilomètres carrés de son corps majestueux deviennent encore plus brillants qu'à l'ordinaire.

Lorsque l'astre du jour "pique" ainsi sa crise, cela a des répercussions sur Terre. Notre atmosphère est bombardée par une cohorte de particules électriquement chargées précédées de flots de rayonnements de toutes sortes, radio, visible, ultraviolet, X et gamma. Des orages magnétiques se déclenchent dans la ionosphère (1) perturbant les télécommunications. Aux pôles, des particules chargées s'infil-

(1) Couche de l'atmosphère fortement ionisée et située au-dessus de 70 km.

trent dans la haute atmosphère, excitent les molécules et provoquent un phénomène lumineux. Des aurores polaires illuminent le ciel. On les observe surtout dans les "arcs auroraux" compris entre 60 et 75 degrés dans les deux hémisphères, mais en cas de grande activité solaire elles peuvent descendre à des latitudes beaucoup plus basses. Les Grecs dans l'antiquité avaient vu à plusieurs reprises des "langues de feu" embraser leurs cieux.

Intrigués par les violents mouvements d'humeur du Soleil, qui rejaillissent de manière aussi spectaculaire sur la Terre, les astronomes ont essayé de déterminer leur origine. En 1962 a été lancé le premier observatoire solaire en orbite, OSO 1. Huit autres l'ont suivi de près. Sans interruption pendant 17 ans, on a guetté de l'espace les moindres changements d'activité.

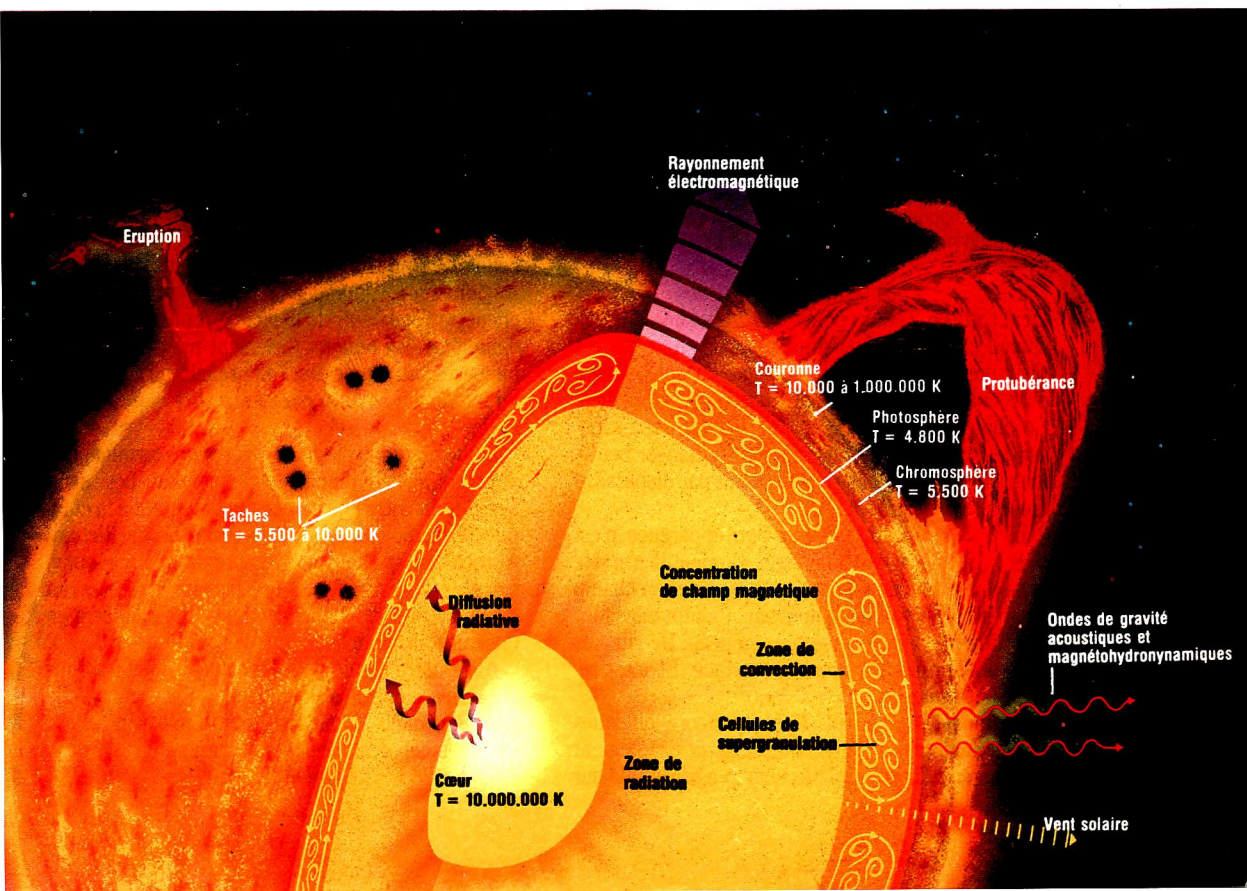
Le diagnostic tomba rapidement: tous les troubles caractériels, ainsi que les problèmes épidermiques du Soleil sont liés à sa rotation. L'énorme masse de gaz en mouvement, avec ses électrons et ses protons libres, crée un courant électrique qui à son tour induit un champ magnétique. Bref l'astre se comporte comme une gigantesque dynamo.

Mais l'équateur du Soleil se déplace plus vite que ses pôles (l'un tournant en 25 jours, les autres en

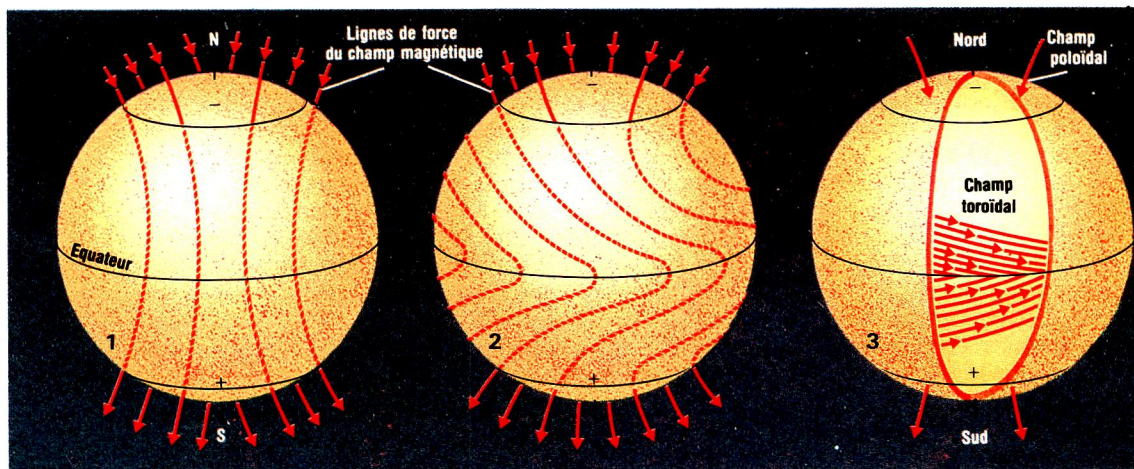
35), par conséquent les lignes de force de son champ magnétique se tordent. Au moment du minimum solaire, elles sont fines, sagement alignées sur l'axe nord-sud (champ poloidal peu intense). Puis en s'entortillant les unes autour des autres, elles tressent sous son épiderme des cordes magnétiques très solides pratiquement parallèles à l'équateur (champ toroidal intense). Les régions fortement magnétiques émergent à la surface, formant entre autres les taches (voir *dessins page 18*).

Elles apparaissent par couples de polarité opposée. Celle de queue porte le même pôle magnétique que l'hémisphère où elle se trouve, tandis que celle de tête a une polarité contraire. La première dérive vers l'équateur, s'atténue puis disparaît complètement. La seconde émigre lentement vers le pôle du Soleil, par lequel elle se sent irrésistible-

La lumière met un million d'années à sortir du Soleil. C'est le temps approximatif que met un photon pour parvenir du cœur à la surface lumineuse de l'astre du jour. En plus de cette forme lumineuse, l'énergie produite par les réactions thermonucléaires du cœur est évacuée dans l'espace sous forme d'ondes de gravité, d'ondes acoustiques et magnétohydrodynamiques (dues aux flux de protons), de particules chargées (les vents solaires) et d'hydrogène ionisé (qui donne les spectaculaires protubérances — voir aussi photo p. 14), grâce à des processus complexes de convection qui acheminent ces rayonnements à travers les quelque 500 000 km qui séparent le cœur de la surface (le rayon total du Soleil est d'environ 700 000 km).



TACHES ET CYCLES SOLAIRES : DEUX MANIFESTATIONS D'UN MÊME PHÉNOMÈNE ?



L'un des modèles les plus récents imaginé par les astrophysiciens explique à la fois les taches à la surface du Soleil et ses fameux cycles. Il fait intervenir la déformation progressive des lignes de force du champ magnétique solaire sous l'effet de la différence de vitesse de rotation entre l'équateur du Soleil et ses pôles. Au début d'un cycle (**dessin 1** ci-dessus), les lignes de force du champ magnétique solaire passent par les pôles. Comme les zones équatoriales du Soleil tournent plus vite que ses régions polaires, elles entraînent avec elles le champ magnétique, qui se déforme progressivement (**2**) pour prendre l'aspect d'un tore (**3**). Dans certains cas, des lignes de force du champ magnétique crevent la surface solaire, provoquant l'apparition de taches qui vont souvent par paires et sont de polarité opposée au sein d'une même paire. La tache de tête, située à une latitude élevée, a généralement une polarité inverse de celle de l'hémisphère où se trouve la paire (**4**). La polarité d'un hémisphère change brusquement en fin de cycle à la suite de la dérive de groupes de taches (**5**). De même, un nouveau champ poloidal (au pôle) se forme et finit par s'opposer au champ toroidal (à l'équateur), qui disparaît progressivement (**6**). Un nouveau cycle peut commencer.

ment attirée (deux pôles s'attirent fatalement). Quand elles sont plusieurs taches de son espèce à s'accumuler à cet endroit, le signe du pôle change et le champ magnétique de l'astre entier s'inverse. Ce changement radical agit de manière apaisante sur les cordes et les nœuds sous-cutanés. Lentement ils se dissolvent, puis finissent par disparaître complètement.

Le Soleil redevient calme. Son apparence n'est plus la même, il est immaculé. Comme il n'arrête pas pour autant de tourner, les lignes de son champ magnétique se tordent à nouveau. Bientôt elles font des nœuds et des tresses sous sa peau. De vilaines taches sombres affluent en surface. Et c'est reparti pour un tour.

Le modèle se tenait. Restait encore quelques points de détails à régler. Où se situait exactement la dynamo ? La création du champ agissait-elle sur

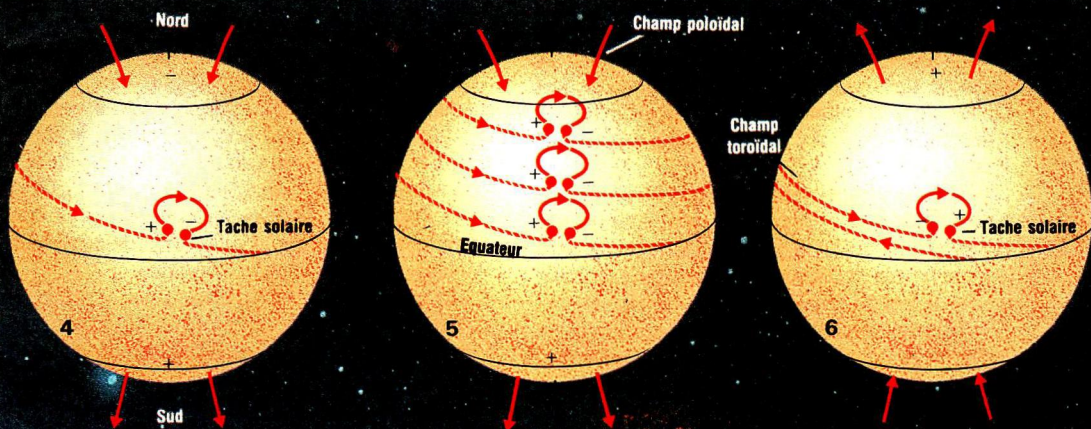
la rotation du Soleil ? L'astre tournait-il plus vite quand le nombre de ses taches diminuait ? Ces questions et quelques autres demeuraient sans réponses. En revanche le cycle de 11 ans semblait bien établi. Des dépôts de limons avaient même été retrouvés en Australie, qui avaient enregistré tous les changements d'activité du Soleil depuis 700 millions d'années. On y lisait clairement une périodicité de 11 ans.

Mais au dernier colloque international à Pasadena aux Etats-Unis, les problèmes de l'astre du jour ont été remis sur le tapis. Cette fois les scientifiques sont arrivés à la conclusion qu'ils avaient sous-estimés la gravité de ses troubles. Son cycle ne durerait pas 11 ans, mais 22.

Il commence à haute altitude. Des courants liés à la convection prennent source aux pôles. En descendant le long de l'échine du Soleil, ils repoussent son champ magnétique. A mesure qu'ils s'approchent de l'équateur, ils deviennent plus intenses et délimitent des régions fortement magnétiques, les fameuses taches. Ce que l'on prenait jusque-là pour un maximum solaire, n'est en réalité que la fin du cycle.

D'ailleurs un cycle n'est pas encore terminé, que déjà un autre commence aux pôles. Les deux s'enchevêtrent, s'entrecroisent et ajoutent à la complexité du Soleil. Selon les prévisions de Richard Altrack, un spécialiste du Laboratoire de géophysique de l'US Air Force, le prochain cycle devrait démarrer en 1990. La même année le Soleil sera en crise et tout moucheté.

Avec notre manie de schématiser, nous n'avions donc rien compris à notre étoile. Il est vrai qu'elle est compliquée. Même son cœur tumultueux, elle le cache, sous des tonnes de matière (70 % d'hydrogène, 28 % d'hélium et 2 % de noyaux lourds). A



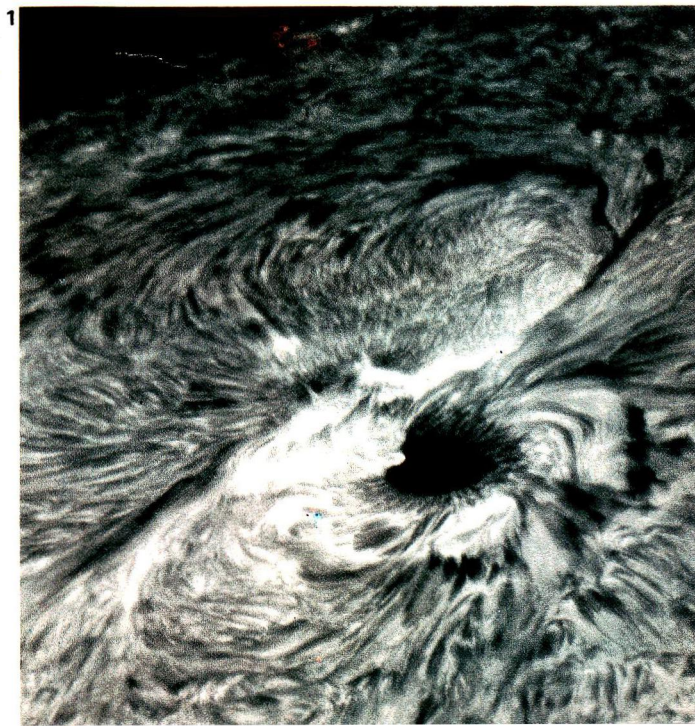
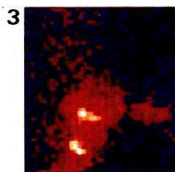
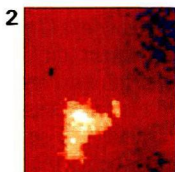
chaque seconde, elle libère sous forme de lumière une énergie de $3,9.10^{26}$ joules. Elle puise cette énergie fabuleuse uniquement dans les réactions nucléaires du cœur. Si on en croit sa luminosité actuelle, toutes les secondes elle y convertit 600 millions de tonnes d'hydrogène en 595 millions de tonnes d'hélium, et change plus de 4 millions de tonnes de matière en lumière et chaleur.

De son agitation intérieure, le Soleil ne laisse rien transparaître. Tout ce que nous savons de lui, nous l'apprenons de sa lumière. Malheureusement elle ne nous transmet rapidement que des informations superficielles comme la température de la surface, la rotation et les mouvements des couches extérieures. En revanche les

nouvelles qu'elle nous donne du cœur datent un peu... Les photons émis au cours des réactions nucléaires sont absorbés et réémis un très grand nombre de fois ; chaque fois ils repartent dans une autre direction et ce parcours en zigzags les retarde beaucoup. Il leur faut pas moins d'un million d'années pour atteindre la surface et parvenir jusqu'à nous.

Il existe cependant un moyen d'aller droit au cœur du Soleil : en s'intéressant, non plus à sa lumière, mais à ses neutrinos. Théoriquement il en fabrique un grand nombre au cours des réactions

Les taches sont le siège de puissants bouleversements dans les couches superficielles du Soleil. Les champs magnétiques intenses autour de chaque tache remodelent selon leurs lignes de force la structure de l'hydrogène ionisé (1, cliché de la chromosphère). Les émissions de rayons X sont particulièrement fournies dans la région des taches, comme le montrent les images 2 et 3 (intensité croissante du rouge au jaune, jusqu'au blanc au centre de la tache — l'image 4, prise en lumière ordinaire, montre qu'il s'agit en fait d'une paire de taches).

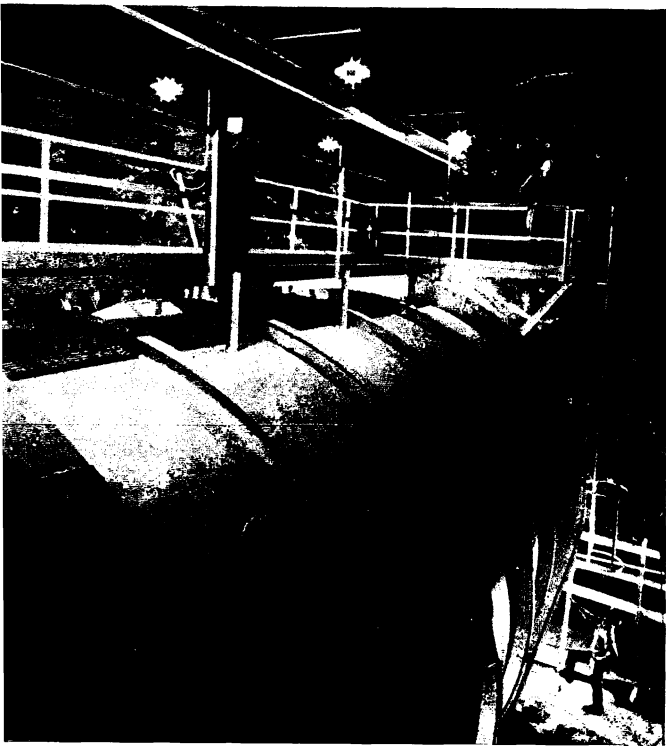


nucléaires. Les noyaux d'hydrogène étant formés d'un proton, ceux d'hélium de 2 neutrons et 2 protons, obligatoirement à un moment ou à un autre de la chaîne des protons sont transformés en neutrons. Or, pareille métamorphose ne peut se produire sans qu'une gerbe de neutrinos ne soit lâchée dans la nature. Chaque fois qu'un atome d'hélium se forme, il y en a au moins deux qui se créent.

Ces particules électriquement neutres et très légères (leur masse est probablement nulle) n'interagissent pratiquement pas avec la matière. Sans aucune retenue, elles sortent directement du cœur du Soleil. Les informations qu'elles apportent sont de première main. Reste qu'elles sont difficiles à capter. Sur dix millions de neutrinos qui traversent la Terre, deux seulement ont quelque chance de s'y arrêter.

D'après les calculs, un milliard de neutrinos solaires atterrissent chaque seconde sur chaque centimètre carré de notre globe. Avec un peu de patience et un bon détecteur, on devrait arriver à en attraper quelques-uns et savoir ce qui se passe au juste dans le cœur de notre étoile.

Pour capter les neutrinos, un laboratoire à 1 500 m sous terre. Leur interaction pratiquement nulle avec la matière rend très difficiles à capter les neutrinos émis par le Soleil. Pour y parvenir, David Parker, chercheur du Brookhaven National Laboratory, n'a rien trouvé de mieux pour observer le Soleil que de s'installer au fond d'une mine d'or du Dakota du Sud afin de soustraire ses capteurs aux rayonnements parasites. Pour mettre en évidence ces neutrinos, il les fait piéger par des atomes de chlore. Plus de 400 m³ de perchloréthylène sont ainsi stockés dans la grande citerne visible ci-dessous.



La chasse aux neutrinos commence à la fin des années 1950. Le physicien Pontécorno propose alors de piéger les particules rebelles en les plongeant dans un bain de chlore, c'est-à-dire un mélange de deux chlores : le chlore 35 et le chlore 37. Le second, cousin instable du premier, possède deux neutrons de plus ; c'est ce qu'on appelle un isotope. Si un neutrino frappe un noyau de chlore 37, il le démolit et, en lui arrachant un électron, le transforme en argon 37, un élément radioactif facile à repérer. Pour savoir combien de neutrinos sont tombés dans le piège, il suffit donc de compter le nombre d'atomes d'argon 37 produit.

La méthode est mise en pratique par le physicien américain R. Davis, du Brookhaven Laboratory. Pour faire des économies, à la place du chlore, il prend du perchloréthylène (C₂Cl₄), un détergent du commerce. C'est qu'il en faut 400 000 litres (615 tonnes) pour obtenir un résultat tangible.

Davis planque sa cuve de 400 mètres cubes au fond d'une mine d'or, dans le Dakota du Sud, à 1 500 mètres de profondeur (voir *photo ci-contre*). Il veut être sûr qu'aucun rayon cosmique ne viendra perturber son expérience. Pour comptabiliser le nombre d'atomes d'argon 37, il utilise un système très astucieux. Il injecte dans sa grande cuve des bulles d'hélium. Ce gaz léger nettoie le détergent de toutes ses impuretés, en particulier il draine les atomes d'argon radioactif jusqu'à un espace réduit entouré de compteurs.

Pendant près de 30 ans, le physicien américain va guetter du fond de la mine les neutrinos solaires. Le Soleil se montre décevant, il ne distribue ses particules qu'au compte-goutte. Au cours des 14 dernières années, le nombre d'atomes d'argon produits dans la cuve de 615 tonnes de perchloréthylène n'a été que de 0,47 par jour à une erreur de 0,04 près. Autrement dit, Davis n'a réussi à capter qu'un neutrino tous les trois jours et encore. Même avec un matériel aussi imparfait il aurait dû en attraper davantage. Il se peut d'ailleurs que tous les neutrinos qu'il a réussi à coincer soient venus d'ailleurs que du Soleil...

Avant de se prononcer définitivement sur ce cas, les astrophysiciens proposent de refaire l'expérience en remplaçant le chlore 37 par du gallium 71. Théoriquement avec cet élément on devrait arriver à capturer un nombre plus grand de neutrinos.

Mais déjà les bruits les plus alarmants courent. D'aucuns prétendent que notre Soleil, extérieurement si brillant et si chaud, aurait en réalité un cœur de "glace" (?). Très peu de réactions l'agiteraient encore. Il ferait seulement illusion grâce à des photons vieux d'1 million d'années. Une époque révolue où il était plus gaillard.

Anna Alter

(2) Sa température serait très inférieure à 15 millions de degrés.

une étonnante performance de mémoire que vous pouvez réaliser

*Comment j'en ai appris le secret un certain soir et
comment cela m'a si souvent servi depuis*

En me rendant ce soir-là, chez mes amis Leroy, je n'aurais jamais pu imaginer que cette invitation aurait pour effet d'augmenter mes revenus de 80%. Voici comment les choses se sont passées: après le dîner, lorsque la conversation commençait à se traîner, quelqu'un fit la proposition classique de demander à chaque invité de dire ou de faire quelque chose. Certains chantaient, un autre fit une imitation, etc. Lorsque le tour de Jacques Derval arriva, il dit qu'il allait faire une expérience et qu'il espérait que nous l'apprécierions: il me choisit comme assistant. Tout d'abord, il demanda qu'on lui bande les yeux pour éviter toute supercherie.

On lui dicta 20 nombres de 4 chiffres

Puis il pria chacun des invités de dicter des nombres quelconques de 4 chiffres: 2437, 8109, 1126, et ainsi de suite, jusqu'à 20 nombres. Il m'avait prié de noter les nombres au fur et à mesure qu'ont les citait. Lorsque ce fut terminé, Derval étonna tout le monde en récitant les 20 nombres de 4 chiffres dans l'ordre où on les avait donnés, puis dans l'ordre inverse. Puis il pria qu'on l'interroge sur l'ordre des nombres dans la liste: quel est le 7^e ou quel est le 12^e? Instantanément il citait le nombre correspondant à son rang dans la liste. Il le fit et le refit sans jamais se tromper.

Il se rappelait les 52 cartes dans leur ordre

Alors pour nous étonner davantage, Derval nous demanda de prendre un jeu de cartes, de le mélanger et de lui citer les cartes dans l'ordre où elles tombaient. Lorsque les 52 cartes furent effeuillées, il les cita sans la moindre erreur, dans leur ordre, exactement comme s'il avait eu le jeu sous les yeux. Et, comme avec les nombres, il pouvait nous indiquer sans jamais se tromper la 8^e, la 35^e ou la 47^e carte du jeu.

Vous imaginez notre étonnement. Voir cela sur une scène de music-hall est toujours intéressant, mais voir une pareille performance effectuée par un jeune cadre d'entreprise dont ce n'est pas le métier, avait de quoi stupéfier.

Il m'expliqua comment il avait acquis une telle mémoire

Après avoir quitté nos amis, je demandai à Derval comment il avait pu acquérir cette mémoire étonnante. Il me dit qu'il n'y avait rien là-dedans de magique, mais simplement une technique de mémorisation que n'importe qui peut acquérir en quelques jours. Il m'expliqua que tout le monde a de la mémoire, mais que peu de gens savent s'en servir. «Oui, tout le monde peut réaliser les expériences que j'ai faites, en suivant simplement quelques règles faciles.» Alors il m'expliqua comment on doit procéder et comment il avait acquis une mémoire prodigieuse.

Je pus réaliser les mêmes performances

Je ne m'imaginai pas les conséquences que cette conversation aurait pour moi. Je suivis le conseil de Derval et rapidement je fus en mesure de réaliser les mêmes expériences que lui. Je m'aperçus qu'en dehors de ces prouesses, ma mémoire pouvait me rendre d'incalculables services et que grâce à elle j'avais acquis cette vivacité d'esprit que j'avais souvent admirée chez ceux qui «réussissent».

Ma mémoire assura ma réussite

Ma conversation, par exemple, fut transformée; simplement parce que je pouvais à tout moment retrouver dans ma mémoire un chiffre important, faire une citation correcte, me souvenir des

noms, des événements et des dates, des articles que j'avais lus, bref de tout ce qui distingue un causeur intéressant d'un bavard brouillon. Je ne tardai pas à être remarqué par le Président de ma société qui me dit: «Ce qui me plaît chez vous, c'est que vous pouvez toujours répondre instantanément à une de mes questions, tandis que beaucoup d'autres s'embrouillent ou disent qu'ils vont faire les recherches nécessaires.» Faut-il dire que je le devais à mon excellente mémoire et que cela s'est traduit par une amélioration substantielle de ma situation? Aujourd'hui elle est vraiment très supérieure à celle que j'avais le jour où Derval m'a encouragé à développer ma mémoire.

Comment retenir tout sans effort

Ce que j'ai appris ce soir-là, vous pourrez le lire dans la brochure qui vous est offerte ci-après. Vous y verrez que non seulement votre mémoire est capable de faire des expériences comme celles dont nous avons parlé, mais que des techniques simples permettent de retenir facilement des centaines de dates de l'histoire, des formules scientifiques ou mathématiques, des milliers de notions d'économie, de droit ou de médecine, l'orthographe ou les langues étrangères. Vous pourrez également retenir sans effort et sans erreur les noms et les visages, les rendez-vous, les tarifs, horaires, barèmes, les codes des 95 départements, celui des villes, les numéros de téléphone, bref, tout ce que vous souhaitez vous rappeler.

Si vous voulez acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin, voici une occasion inespérée. Demandez la brochure offerte ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez bénéficier d'un avantage supplémentaire exceptionnel.

Pierre Deligne

GRATUITS!

1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon et adressez-le au Service M15K, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)

Mon nom: Prénom:
(en majuscules S.V.P.)

Mon adresse:

Code postal: Ville:

TRÈS HAUTE TENSION SUR LA PROVENCE

On implante actuellement en Provence un réseau de lignes à très haute tension que ne justifient ni les besoins locaux, ni l'évolution en cours des politiques énergétiques. La santé des habitants, l'astronomie par interférométrie optique et l'environnement sont presque certains d'en pâtir. Mais peut-être n'est-il pas trop tard pour infléchir la politique d'EDF...

Après les autres régions de France, c'est maintenant la Provence Alpes-Côte-d'Azur qui va bénéficier des lignes à très haute tension (THT) que construit EDF dans le cadre de son programme nucléaire. Déjà les bulldozers grattent la montagne de Calern au dessus de Grasse, et les pylônes commencent à pousser sur les collines du côté de Saint-Cézaire. Les vacanciers de l'été découvrent des pylônes de 60 m de haut destinés à porter une douzaine de câbles à 400 000 volts, dont les différences de potentiel atteignent en réalité 730 000 volts. Il s'agit de la ligne Trans-Carros, prévue pour transporter 2 700 mégawatts, soit la production de deux grosses centrales nucléaires.

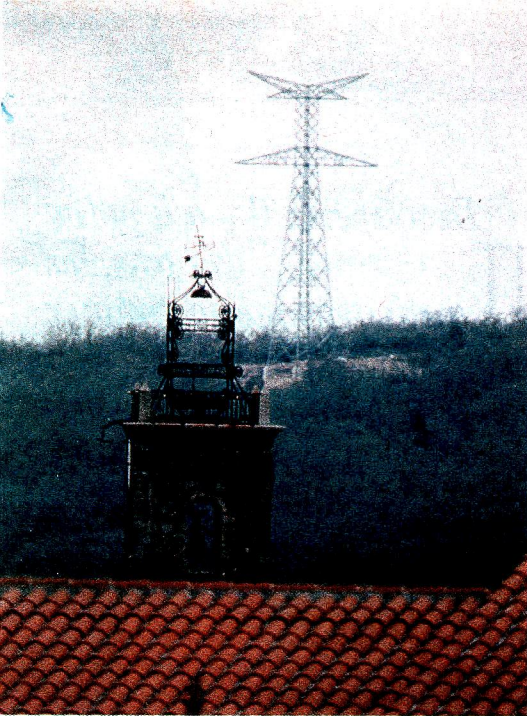
Pourquoi une telle capacité, très supérieure à la consommation des Alpes-Maritimes, qui ne dépasse pas 800 mégawatts ? EDF dit qu'il s'agit de fiabiliser le réseau local, mais ne dément pas qu'il s'agit surtout d'exporter en Italie les excédents d'électricité nucléaire produits en France. On sait en effet qu'EDF tente de rentabiliser ces excédents en les vendant à l'étranger au « coût marginal », c'est-à-dire à perte et donc moins cher qu'aux Français... Des recours en justice ont été déposés par plusieurs associations, les Amis de la Terre, les Verts, l'Association de défense de Saint-Cézaire.

On a fait croire aux élus et électeurs locaux, que la ligne est un progrès inévitable et qu'il faut l'accepter malgré ses petits inconvénients. On a oublié de leur dire que les lignes THT seront bientôt dépassées, avec l'arrivée des nouvelles méthodes d'électrification utilisant l'énergie éolienne et l'énergie solaire. Les exemples de la Californie et du Danemark suggèrent en effet que l'ère des grosses

centrales reliées par un maillage de câbles à grosse capacité est révolue. En Californie, un programme d'utilisation des énergies renouvelables, avec réduction du gaspillage, a pour objectif de produire 25 % de l'électricité à partir d'éoliennes et de systèmes solaires, et cela dès 1995, et la proportion de 10 % est déjà dépassée actuellement. Au Danemark, un vigoureux programme de *wind farms*, ou fermes à vent, produit déjà 5 % de l'électricité. L'électrification en cours dans les pays en voie de développement sera elle-même bien davantage tributaire des systèmes solaires et éoliens que de grosses centrales et de réseaux fort coûteux, voire ruineux dans des régions où l'habitat est dispersé.

Pour la France, déjà lourdement équipée de centrales et de câbles, la solution raisonnable est un plan de transition progressive vers la civilisation solaire (1), plan comportant des économies d'énergie, l'équipement solaire des constructions neuves, notamment hors des villes, et un effort de recherche sur le stockage électrochimique intersaisonnier (hydrogène, hydrocarbures, photoélectrochimie, photosynthèse artificielle, etc.). Un programme d'éoliennes doit également être envisagé, bien qu'elles soient moins neutres pour l'environnement que des photopiles garnissant les toits existants. Les centrales hydro-électriques, petites ou grosses, ne sont pas neutres non plus.

Plusieurs autres réserves sont à faire dès maintenant à propos des câbles THT, notamment pour la santé. On sait que les lignes à très haute tension ont des effets indésirables, résultant surtout de l'ionisation produite : émission de rayons X, grésillements acoustiques, décharges lumineuses et parasites radio-électriques, notamment par temps humide.



L'oxygène et l'azote atmosphériques activés par le bombardement électronique au voisinage des câbles, engendrent des molécules et des radicaux libres instables et donc agressifs envers la matière vivante qui y est exposée.

EDF a toujours contesté que les lignes électriques puissent affecter la santé des populations humaines. Cependant, une étude épidémiologique récemment effectuée à Denver, aux Etats-Unis, sur 250 foyers où des enfants ont été victimes de cancers et 250 foyers témoins montre que l'incidence du cancer est 5 fois plus élevée dans les foyers les plus exposés que dans ceux les moins exposés. Le nombre de cas enregistrés à proximité immédiate des câbles est toutefois insuffisant pour que le chiffre ci-dessus puisse être totalement significatif. Cette étude renforce cependant la présomption qui découlait d'études antérieures effectuées notamment aux Etats-Unis et en URSS. Les cancers semblent davantage associés à la proximité des lignes qu'aux niveaux des champs magnétiques qui en résultent dans les maisons, et cela suggère que les champs magnétiques alternatifs ne sont peut-être pas la cause directe des cancers.

Mais on sait depuis longtemps que les lignes électriques peuvent aussi allumer des incendies de forêts. Par temps de mistral, notamment, on peut voir les câbles électriques se balancer et en arriver à se toucher, ce qui crée des gerbes d'étincelles et envoie vers le sol des gouttes de métal fondu, susceptibles d'embraser les broussailles.

L'astronomie ne sera pas plus gâtée. C'est sur le plateau de Calern qu'a été installé depuis dix ans un grand observatoire astronomique, le CERGA (Centre d'études et de recherches géodynamiques

et astronomiques). Des investissements importants ont permis d'en faire un observatoire unique au monde, où se trouvent notamment les premiers interféromètres optiques, qui préfigurent les télescopes géants de l'avenir⁽²⁾. Ces instruments améliorent cent à mille fois la résolution angulaire des observations, c'est-à-dire la netteté des images que nous recevons du ciel. L'observatoire du CERGA a récemment détecté un nuage lumineux entourant l'étoile gamma Cassiopée, et c'est le seul endroit au monde qui soit actuellement équipé pour effectuer ce genre d'observation.

Les astronomes avaient sélectionné ce site après avoir passé des années à mesurer la turbulence atmosphérique sur différents sommets des Alpes. Car dans le calme d'une nuit limpide sur une montagne isolée, l'air tremble suffisamment pour rendre floues les images d'étoiles et de galaxies que captent les télescopes. La crête de Calern avait ainsi été choisie pour la qualité unique des images célestes que l'on y obtient.

Or, le tracé de la ligne EDF passe à 2 km au nord de l'observatoire. Les astronomes en sont fort inquiets. Car les pertes énergétiques, par effet Joule et par rayonnement, d'une ligne de 2 700 mégawatts peuvent être estimées à 2 mégawatts pour le tronçon de 10 km qui longe l'observatoire. Cette puissance est surtout transformée en chaleur, qui chauffe l'air au contact des câbles. Et l'observatoire se trouve sous le vent de la ligne projetée, du moins lors des conditions météorologiques favorables à l'observation astronomique. La nappe d'air chaud turbulent venant de la ligne passera donc au dessus des télescopes. Une différence de température d'un centième de degré entre l'air chauffé par les câbles et l'air ambiant suffit à créer une turbulence gênante pour l'observation astronomique. Il est hautement probable que la ligne dégradera par sa présence la qualité des images. L'étude d'impact n'évoque pas ce point, mais des observations à proximité des lignes THT existantes, en utilisant un petit télescope d'amateur, permettraient d'estimer l'ampleur du problème.

L'interférométrie est un domaine clé pour l'avenir, et la France y tient actuellement la première place mondiale grâce aux chercheurs du CERGA. Si ce site exceptionnel est dégradé, les astronomes devront émigrer ailleurs, par exemple du côté de Hawaï où existe un autre site exceptionnel, assorti de lois qui le protègent contre les lampadaires, les carrières et les lignes électriques.

Mais la controverse ne porte pas seulement sur les aspects médicaux et techniques. C'est que les lieux concernés ont des défenseurs passionnés, car leur beauté ne laisse pas indifférents ceux qui s'y promènent.

Antoine Labeyrie

(1) Voir *Science & Vie* n° 829, octobre 1986.

(2) Voir *Science & Vie* n° 808, janvier 1985.

LES GREFFONS PASSE-PARTOUT

Découverts il y a à peine dix ans, les anticorps monoclonaux autorisent les greffes d'organes, quelle que soit la compatibilité tissulaire entre donneur et receveur. Dans le futur, on pourrait même faire appel, pour l'homme, à des greffons d'animaux.

C'est lors du symposium organisé à Montpellier par la firme pharmaceutique Sanoï sur "les applications cliniques des anticorps monoclonaux anti-leucocytes", que spécialistes européens et américains ont fait le point sur les résultats des premiers essais d'application chez des malades de cette nouvelle technologie (1).

Les résultats des greffes d'organes sont encourageants et viennent à point nommé, du fait que les transplantations se font chaque année plus nombreuses. En 1986, on a pratiqué, rien qu'en France, 1 320 greffes de rein, 306 greffes de cœur, 129 greffes de foie et 13 greffes de pancréas. Et les listes d'attente ne cessent de s'allonger : plus de 3 000 malades en attente, rien que pour le rein.

A ce rythme, et pour éviter aux patients une trop longue attente qui risquerait d'entraîner des complications graves, plus question d'être trop pointilleux sur l'étroitesse de parenté entre tissus du donneur et ceux du receveur, d'autant que les organes disponibles sont peu nombreux et que l'on est bien obligé de faire avec ceux dont on dispose.

Rappelons d'abord que le problème du traitement de fond des greffes a déjà été modifié par la découverte de la cyclosporine, cette substance immunosuppressive puissante et sélective, qui permet actuellement la réussite de la plupart des transplantations. La cyclosporine n'empêche

cependant pas le rejet aigu de se manifester dans les toutes premières semaines de l'intervention. Et ce n'est que depuis la découverte des anticorps monoclonaux, que cette difficulté peut être prévenue et traitée.

Paradoxalement, et alors que les greffes sont maintenant au point, le manque de donneurs se fait cruellement sentir. Car il n'est pas question d'utiliser les organes de personnes âgées ou décédées après une longue agonie ; ils sont trop lésés. Il faut des organes jeunes, prélevés sur des personnes mortes accidentellement, ce qui suppose une solide organisation et des équipes chirurgicales super-entraînées, qui n'existent encore qu'à l'état embryonnaire par manque de crédits.



Tout greffon est un corps étranger (ou antigène), qui induit, de ce fait, une réponse immunitaire de la part de l'organisme receveur. Les cellules mises en jeu dans cette réponse sont les cellules du système immunitaire, c'est-à-dire des globules blancs dont les cellules souches ont suivi deux voies de différenciation principales, lymphoïde et myéloïde.

- La lignée lymphoïde engendre les deux types de lymphocytes de fonctions distinctes : les lymphocytes T et les lymphocytes B. Les T, qui se différencient initialement dans le thymus, ont pour fonction de détruire au "corps-à-corps" les cellules étrangères du greffon en leur injectant des substances toxiques. C'est ce que l'on appelle l'immunité cellulaire. Les B, qui se différencient dans le foie fœtal, la rate et la moelle osseuse, détruisent par contre les cellules étrangères par l'intermédiaire d'anticorps qu'ils diffusent dans le sang. C'est l'immunité tumorale. Il existe une troisième population de lymphocytes dits "nuls", ou cellules "non-T, non-B", qui ne présentent pas les caractéristiques propres aux B et aux T. Cette population comprendrait les cellules *natural killer* (cellules tueuses) qui pourraient réguler la réponse immune lors des crises de rejet.

- La lignée myéloïde, issue de la moelle osseuse, donne naissance, elle, à des cellules phagocytaires mononuclées, ou monocytes, dont les plus connues sont les macrophages qui ont pour rôle principal de débarrasser l'organisme des cellules du greffon préalablement détruites par les lymphocytes. Cette lignée myéloïde engendre aussi d'autres cellules, polynucléées cette fois, et classées en neutrophiles, éosinophiles, basophiles, selon la réaction de leurs granules à différents colorants histologiques. Celles-ci interviennent dans le mécanisme de phagocytose des cellules du greffon.

Enfin, certaines cellules auxiliaires dérivent aussi de cette même lignée myéloïde. Ce sont, d'une part, les plaquettes, qui sont impliquées dans la coagulation du sang, et accessoirement, dans la réponse immune, et d'autre part, les mastocytes, surtout impliqués dans les allergies.

Lorsque le chirurgien pratique une greffe, toutes ces cellules se mobilisent et conçoivent une stratégie pour rejeter le greffon. L'intensité du rejet est fonction de la compatibilité des tissus entre donneur et receveur.

Entre jumeaux vrais, évidemment, il n'y a pas de rejet, du fait de l'identité de leur carte génétique. Celle-ci est définie par le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) rencontré chez toutes les espèces de mammifères. Il s'agit d'une région du génome, appelée H-2 chez la souris et localisée sur la dix-septième paire de chromosomes, et HLA chez l'homme et présente sur la sixième paire de chromosomes. Comme le système HLA comprend plusieurs centaines de gènes et que chaque individu

hérite de deux chromosomes n° 6 différents provenant de chacun des parents, il s'ensuit un très grand nombre de combinaisons possibles et par conséquent un très grand polymorphisme de ces gènes dans la population. De ce fait, il est très difficile de trouver des donneurs et receveurs tout à fait compatibles. L'association France Transplant, qui a pour rôle de distribuer aux divers services chirurgicaux les organes dont ils ont besoin, s'attache, dans la mesure du possible, à fournir des organes les plus compatibles. Du fait des limites du typage donneur-receveur, un rejet est toujours à craindre.

On ne connaît pas encore toutes les subtilités mises en jeu par les globules blancs, mais il est acquis qu'ils coopèrent entre eux, et mettent en place une stratégie pour se débarrasser du greffon. Il est acquis aussi que les lymphocytes T, eux-mêmes divisés en chefs et sous-chefs, sont le fer de lance de cette stratégie et coiffent directement les lymphocytes B et les macrophages, et indirectement les autres globules blancs. Les messages de troupe à troupe ont pour support des substances protéiniques solubles, les interleukines ; parmi elles, les lymphokines, dont certaines sont produites par les lymphocytes T chefs et sont dirigées vers d'autres lymphocytes T sous-chefs, cytotoxiques pour le greffon.

Pour contrecarrer la stratégie des globules blancs, les biologistes ne se sont pas essayés à piéger chaque troupe individuellement et au coup par coup, car ils se seraient engagés dans une guérilla sans fin où la nature aurait fini par avoir le dernier mot. Ils ont préféré viser directement à la tête, c'est-à-dire les lymphocytes T chefs, en brouillant la réception des messages qu'ils émettent. Désormais privés d'ordres supérieurs, les lymphocytes T sous-chefs, cytotoxiques, sont incapables d'attaquer le greffon soit directement, soit indirectement, par l'intermédiaire des lymphocytes B et des autres globules blancs placés sous leurs ordres. Le greffon n'est, dès lors, plus menacé et il est parfaitement toléré par le receveur.

Pour empêcher que les messages soient reçus par les lymphocytes T sous-chefs, ils ont fait appel à des anticorps monoclonaux dirigés vers le récepteur où sont captés ces mêmes messages. Le récepteur dès lors masqué par l'anticorps, le globule blanc ne peut plus les recevoir.

Ces anticorps monoclonaux sont produits par des hybridomes, grosses cellules obtenues expérimentalement et *in vitro* par fusion d'une cellule maligne de souris et d'un lymphocyte B prélevé également sur une souris. Les lymphocytes B sont programmés pour produire des anticorps spécifiquement dirigés contre le récepteur qui reçoit les messages. Ce récepteur est une protéine encastrée dans la membrane de globules blancs humains. Celle-ci prélevée en grande quantité, est injectée à

plusieurs reprises à la souris afin de la sensibiliser à l'antigène. Au cours de cette étape qui dure plusieurs mois, on suit la progression de l'immunité spécifique de l'animal par dosage de l'activité anticorps du sérum.

Lorsque le niveau immunitaire est atteint, on prélève les lymphocytes B de l'animal et on les fait fusionner par des artifices techniques avec les cellules malignes. Les deux cellules mettent en commun leur matériel génétique et conservent leurs propriétés initiales. L'hybridome hérite donc de l'immortalité propre à la cellule maligne et produit des anticorps en continu, et cela tant *in vitro* qu'*in vivo*. Les hybridomes peuvent même être congelés dans l'azote liquide et être réensemencés par la suite, sans perte ni altération de leurs propriétés.

On peut alors se demander pourquoi l'on fabrique des hybridomes avec des cellules murines et non humaines ? Tout simplement parce que la fusion de cellules de souris est plus facile à obtenir que celle de cellules humaines, et aussi parce que la culture des lymphocytes B et des cellules malignes de souris est plus aisée. Enfin, et surtout, parce qu'il est plus facile d'immuniser une souris qu'un homme. Cette immunisation est nécessaire pour obtenir des lymphocytes B programmés pour produire des anticorps spécifiques. De nombreuses tentatives ont été faites pour obtenir des anticorps monoclonaux humains. Mais, si elles ont été parfois couronnées de succès ponctuels, elles sont encore insuffisamment au point pour pouvoir remplacer avantageusement les hybridomes de souris. La technique la plus prometteuse consiste, non pas à hybrider deux cellules humaines (un lymphocyte B et une cellule maligne), mais à immortaliser expérimentalement, à l'aide du virus Epstein-Barr, un lymphocyte B humain.

Les anticorps monoclonaux de souris ont cependant des inconvénients : *in vitro*, ils sont très fragiles et facilement dénaturés par les procédés de purification. *In vivo*, ils sont considérés comme des protéines étrangères par les patients qui les reçoivent. Cela se traduit par une certaine sensibilisation des patients vis-à-vis d'eux, ce qui empêche tout traitement prolongé. Il est donc nécessaire de disposer d'une panoplie d'anticorps monoclonaux qui, vu leur intérêt économique, sont sévèrement protégés par des brevets.

L'impact économique des anticorps monoclonaux est considérable. D'après les prévisions des experts sur le marché mondial, les produits à base d'anticorps monoclonaux seront de 10 milliards de francs en 1990. Aujourd'hui, les ventes s'élèvent à 720 millions de francs.

C'est en 1978 aux Etats-Unis, que le Wistar Institute a obtenu le premier brevet pour des anticorps monoclonaux. Depuis, ce brevet a été sérieusement

contesté un peu partout dans le monde, les contestations étant basées sur l'antériorité de travaux fondamentaux qui n'avaient jamais été brevetés. Ce litige montre bien la difficulté d'établir des bases solides pour la protection des brevets...

C'est par voie intraveineuse que les anticorps monoclonaux sont injectés aux patients souffrant de crise de rejet aigu. A ce jour, on les emploie surtout dans les greffes de rein, parce qu'elles sont les plus nombreuses mais aussi parce qu'elles font l'objet de nombreuses recherches. Mais comme nous l'a dit le Pr Jean-François Bach (directeur de l'unité 25 de l'INSERM de l'hôpital Necker, à Paris), « toutes les études faites sur le rein peuvent être extrapolées au cœur et au foie... ».

L'anticorps monoclonal OKT₃, dirigé contre le complexe CD₃, présent sur tous les lymphocytes T a été testé par l'équipe du Pr Bach avec de bons résultats, chez de nombreux malades ayant reçu une greffe de rein, de foie ou de cœur. La supériorité de cet anticorps sur les traitements conventionnels a été prouvée. L'OKT₃ empêche le rejet par induction d'une immunodépression profonde, liée à l'inhibition de l'activité de l'ensemble des globules blancs. L'OKT₃ a maintenant un rival, un anticorps monoclonal de rat dirigé contre un autre récepteur des lymphocytes T. Il a été mis au point par l'équipe de Claude Mawas (INSERM, U 119, Marseille) et fabriqué par Immunotech à Marseille. Testé à Nantes par le Pr Jean-Paul Souillou sur quinze malades ayant subi une transplantation du rein, il a montré son efficacité sur tous les patients sauf un seul, qui a présenté une réaction de rejet.

Les anticorps monoclonaux sont enfin employés pour les greffes de moelle chez les sujets leucémiques, la nouvelle moelle ayant pour but de fabriquer des cellules sanguines saines en remplacement des cellules malignes produites par la moelle d'origine. Comme ces sujets sont soumis, avant l'opération, à une chimiothérapie et une radiothérapie intenses qui inhibent complètement le système immunitaire, il y a peu de chances que le greffon soit rejeté. En revanche, il y a risque que celui-ci, insuffisamment purgé de ses lymphocytes, réagisse contre l'hôte. C'est donc contre ces lymphocytes présents dans le greffon de moelle que les anticorps monoclonaux sont dirigés.

Un anticorps monoclonal obtenu par Daniel Olive et Claude Mawas à Marseille, et produit par Immunotech a été testé sur sept leucémiques à l'hôpital Necker par le Pr Griscelli. Il s'est révélé d'un grand intérêt puisque le greffon a été bien supporté par les malades. Ce n'est qu'un début...

Pierre Rossion

(1) Celle-ci d'ailleurs, ne s'applique pas seulement aux greffes d'organes, mais aussi à la lutte contre le cancer. Et, dans ce but, Sanofi développe un programme de recherches qui consiste à diriger des anticorps monoclonaux, préalablement armés d'une substance toxique, vers des cellules cancéreuses.

Etudes secondaires 1^{er} cycle

☐ Classe de 6^e ☐ Classe de 5^e ☐ Classe de 4^e
☐ Classe de 3^e ☐ Brevet des Collèges.
Programme annuel pour toutes les matières. Enseignement de soutien.

Etudes secondaires 2^e cycle

☐ Seconde ☐ Premières A.B.S. ☐ Première G enseignements communs et optionnels ☐ Premières F1.F3 ☐ Terminales A.B.C.D. ☐ Terminales G1.G2.G3 ☐ Terminales F1.F3.F8

Capacité en droit

Accessible sans le baccalauréat. Nombreux débouchés.

Examens d'accès aux études universitaires examens A et B

(Admission des non-bacheliers).

Etudes supérieures de droit

☐ D.E.U.G. droit ☐ D.E.U.G. sciences économiques
☐ Institut d'études politiques (concours d'entrée)

Etudes supérieures de sciences

☐ D.E.U.G. sections A et B ☐ Etudes médicales : P.C.E.M.

Ecoles vétérinaires

Préparation au concours d'entrée.

Instituteur - Institutrice

☐ Préparation au concours d'entrée dans les écoles normales.

Langues étrangères

☐ Cours universel d'anglais avec cassettes ☐ Cours de langue espagnole, allemande avec cassettes
☐ Cours de langue italienne ☐ Anglais commercial
☐ Allemand commercial ☐ Arabe ☐ Russe

Informatique

☐ Analyste ☐ Analyste programmeur ☐ Programmeur de gestion ☐ Contrôleur de gestion sur informatique ☐ Programmeur micro ☐ Opérateur de saisie ☐ Codificateur ☐ Opérateur ☐ Pupitreur.
Perfectionnement : ☐ Initiation ☐ Cobol ☐ Microprocesseurs.

ETUDES METIERS AVENIR

Apprenez
efficacement,
à votre rythme,
par correspondance

Liste des brochures
et enseignements
de l'Ecole Universelle

Comptabilité

☐ C.A.P. employé(e) de comptabilité ☐ B.E.P. ☐ B.P.
☐ Bacc. G2 ☐ B.T.S. comptabilité et gestion d'entreprise ☐ C.P.E.C.F. ☐ D.E.C.S. ☐ Chef comptable
☐ Comptable ☐ Secrétaire comptable ☐ Comptable sur informatique.
Perfectionnement : ☐ Technique comptable ☐ Statistiques.

Commerce - Distribution

☐ B.T.S. action commerciale ☐ B.T.S. commerce international ☐ Bacc. G3 ☐ Directeur commercial
☐ Gérant succursale ☐ Responsable export ☐ Vendeur ☐ Représentant.
Perfectionnement : ☐ Gestion des entreprises
☐ Economie

Tourisme

☐ B.T.S. tourisme option accueil ☐ B.T.S. tourisme option production et distribution ☐ Hôtesse de tourisme ☐ Hôtesse.

Publicité et marketing

☐ B.T.S. communication et action publicitaires
☐ Responsable marketing ☐ Assistant(e) de publicité ☐ Cours de marketing.

Banque

☐ C.A.P. banque ☐ B.P. employé banque.

Carrières sociales et paramédicales

Examens d'entrée écoles : ☐ Aide-soignante
☐ Auxiliaire de puériculture ☐ Moniteur éducateur
☐ Infirmier(e) ☐ Infirmier(e) en psychiatrie ☐ Sage-femme (carrière médicale) ☐ Masseur ☐ Ergothérapeute ☐ Laborantin ☐ Manipulateur d'électroradiologie ☐ Psychomotricien ☐ Pédicure ☐ Educateur de jeunes enfants ☐ Assistante sociale ☐ Orthophoniste ☐ Educateur spécialisé

Culture générale

☐ Orthographe ☐ Rédaction ☐ Résumé de texte
☐ Analyse ☐ Commentaire ☐ Philosophie ☐ Rédaction du journal ☐ Rédaction littéraire ☐ Lecture rapide ☐ Conversation ☐ Graphologie ☐ Perfectionnement culturel.

Fonctionnaire

Niveau B.E.P.C. : ☐ Secrétaire comptable à la banque de France ☐ Commis ☐ Préposé P.T.T. ☐ Agent d'exploitation P.T.T. ☐ Gardien de la paix ☐ Commis de mairie ☐ Surveillant établissements pénitentiaires ☐ Agent de recouvrement trésor ☐ Agent de constatation des impôts.

Niveau baccalauréat : ☐ Contrôleur des impôts
☐ Secrétaire adm. scolaire universitaire ☐ Contrôleur des P.T.T. ☐ Inspecteur Police Nationale ☐ Secrétaire administratif ☐ Greffier des tribunaux.
Niveau D.E.U.G. : ☐ Inspecteur des P.T.T.
☐ Emplois réservés.

Chambres de commerce étrangères

☐ Chambre de commerce britannique ☐ Chambre de commerce franco-allemande ☐ Chambre de commerce espagnole

Culture scientifique

☐ Mise à niveau mathématiques, physique, chimie
☐ Calcul ☐ Ecologie

Secrétariat médical

☐ Dactylo, sténodactylo médicale ☐ Secrétaire de médecin ☐ Assistante dentaire ☐ Term. Bacc. F8.

Dessin - Peinture

☐ Cours élémentaire de dessin ☐ Cours universel de dessin et de peinture ☐ Cours supérieur de peinture ☐ Dessinateur de publicité ☐ Dessinateur illustrateur ☐ Dessinateur de mode.

Décoration

☐ Décorateur intérieurs et ameublement ☐ Antiquaire ☐ Arts et styles.

Etudes musicales

☐ Solfège ☐ Etude piano, violon, guitare avec cassettes ☐ Ecriture musicale ☐ D.E.U.G. de musique.

INSCRIPTION A TOUT MOMENT
DE L'ANNEE

Possibilité de bénéficier
des dispositions
sur la formation continue.

**ORIENTATION - CONSEILS
DOCUMENTATION
APPELEZ LE (1) 47.71.91.19**

 **ECOLE
UNIVERSELLE**

Etablissement privé d'enseignement à distance
28, rue Pasteur - 92551 Saint-Cloud Cedex
Institut de formation et d'ouverture aux réalités

Bon pour une documentation gratuite :

Oui, je désire recevoir sans aucun engagement une documentation complète sur les enseignements de l'Ecole Universelle.

M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐

NOM

Prénom

Adresse : N°

Rue

Code postal

Ville

Tél.

Pour faciliter votre orientation, pouvez-vous nous donner les informations suivantes :

Age

Niveau d'étude

Diplômes obtenus

Profession exercée (si vous êtes en activité) :

Si non, êtes-vous ? ☐ Lycéen ☐ Etudiant ☐ A la recherche d'un emploi ☐ Femme au foyer ☐ Autres

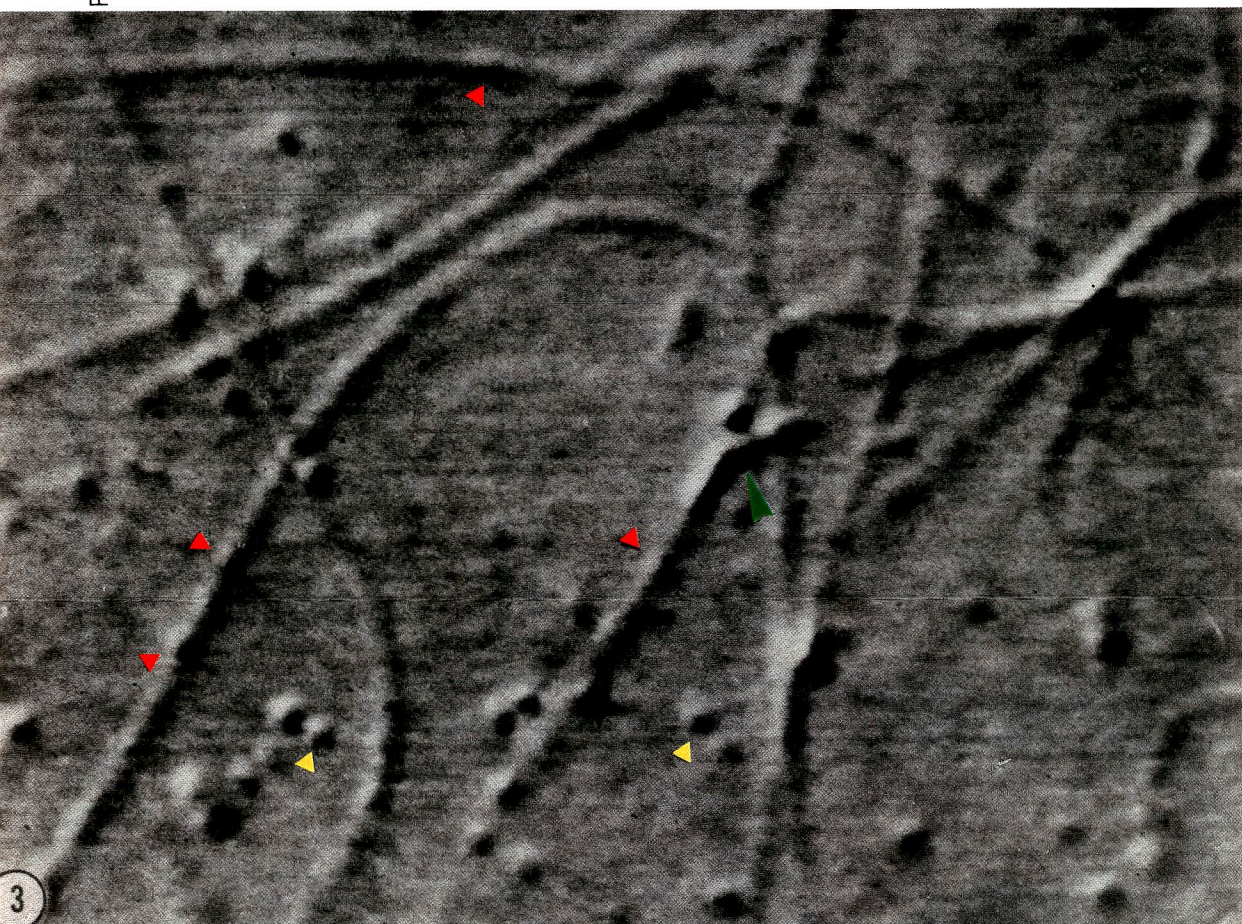
Quelle formation avez-vous choisie ?

Adressez-nous ce Bon dès aujourd'hui à l'ECOLE UNIVERSELLE
28, rue Pasteur - 92551 SAINT-CLOUD Cedex. Tél. (1) 47.71.91.19

USV005

SERVICE DE FRET DANS UNE CELLULE

Triage, emballage, acheminement, livraison des marchandises : un microscope relié à un écran de télévision permet de surveiller le trafic, de mesurer la vitesse des véhicules et de savoir que leur propulsion est assurée par une molécule flexible. Ce réseau de transport vient d'être observé dans une cellule humaine...



Comme les voies de triage dans une gare, les microfilaments forment à l'intérieur d'une cellule, un véritable réseau tout au long duquel diverses particules sont transportées. Sur cette micrographie (agrandie 11 000 fois), les triangles rouges montrent de petits vésicules cheminant dans des tubules de quelques dixièmes de millimètre de diamètre et les triangles jaunes, des vésicules stationnaires ; quant à la flèche verte, elle indique une mitochondrie, organe cellulaire servant de transformateur énergétique, qui se déplace dans un filament tubulaire.

Gâce aux progrès de la microscopie, des biologistes américains viennent de constater que les cellules vivantes contiennent un véritable réseau de transport au sein duquel de petits véhicules propulsés par des moteurs moléculaires se déplacent dans tous les sens, s'entrecroisent, changent de direction, afin de livrer le fret là où la cellule en a besoin.

Les saisissantes images obtenues évoquent effectivement un réseau routier ou ferroviaire, avec ses tunnels, ses croisements et ses voies de déstassement, mais tout cela contenu dans une cellule dont le diamètre n'excède pas une trentaine de micromètres (1 micromètre, μ = 1 millionième de mètre)! On a même pu calculer la vitesse des véhicules de transport, et on pense avoir précisément identifié leur "moteur".

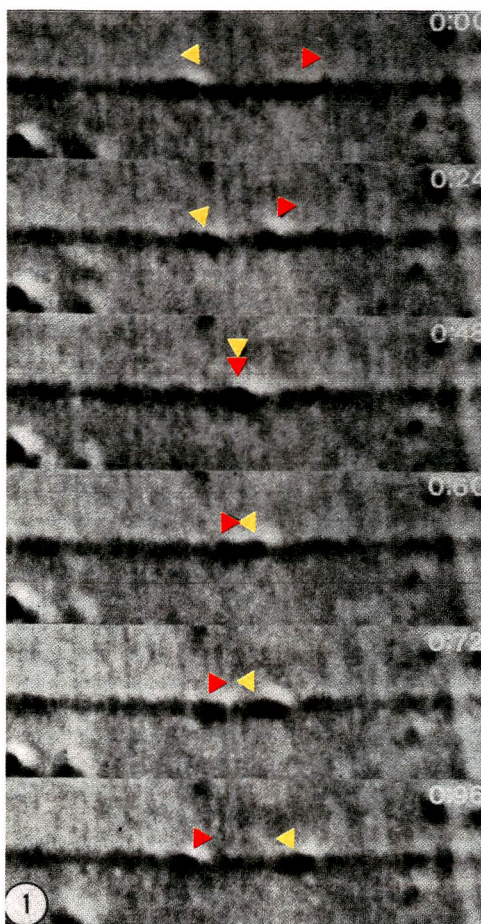
On soupçonnait depuis longtemps l'existence d'un tel système de transport dans la cellule : il faut bien, en effet, que les produits qui y sont fabriqués ou qui sont "importés" de l'extérieur soient livrés au compartiment cellulaire capable de les utiliser... Ainsi les substances intervenant dans la transmission de l'impulsion nerveuse doivent-elles être transportées au bout de l'axone, ce prolongement d'un neurone destiné à établir le contact avec un autre. De même, les substances nutritives circulant dans le sang doivent être acheminées vers le compartiment cellulaire idoine. Les acides aminés, éléments structuraux des protéines, doivent être livrés sur leur site de fabrication, à savoir les petits organites appelés ribosomes. Et les déchets, s'ils ne sont pas recyclables, doivent être rejetés hors de la cellule...

Mais les recherches sur les moyens de transport intercellulaires se heurtaient à l'obstacle du microscope optique, qui ne permet pas de distinguer clairement le détail d'objets d'une taille inférieure à $0,25 \mu$, soit le centième du diamètre d'une cellule tout-venant. Les plus récentes découvertes sur la structure interne des cellules ont donc été faites, pour la plupart, grâce au microscope électronique dont le pouvoir de résolution est plus de 100 fois supérieur à celui du microscope optique. Mais l'inconvénient de ce matériel électronique est qu'il requiert des spécimens extrêmement fins (de quelques microns d'épaisseur seulement) et exposés à un vide poussé — donc des cellules écrasées ou rompues, inertes, sans vie.

En 1981, Robert Allen, professeur au Laboratoire de biologie marine de Woods Hole, près de Boston, aux Etats-Unis, fait une percée inattendue lorsqu'il a l'idée de coupler un microscope optique conventionnel à une caméra de télévision. Au départ, il ne s'agit, pour lui, que de montrer plus aisément à ses élèves l'échantillon de tissu cellulaire dont il est question dans un cours. Mais ce couplage va lui permettre de voir bouger des structures vivantes

d'un diamètre de $0,2$ ou $0,3 \mu$... L'échantillon se trouve être l'axone d'un neurone de seiche ; ce mollusque, plus généralement connu pour ses camouflages à coups de projections d'encre en cas d'attaque, est un animal fréquemment utilisé par les neurologistes, car ses neurones sont gros et faciles à manipuler. Le Pr Allen est frappé par ce qu'il découvre à l'écran : des petits objets ronds se déplacent, dans les deux sens, à l'intérieur du tunnel que forme l'axone.

Sa technique est vite reprise par de nombreux chercheurs, et les expériences qui suivent montrent que, même si l'on vide l'axone de son contenu sur une plaque de verre, comme une saucisse de sa chair, le mouvement continue — à condition que l'on y ajoute une goutte de liquide contenant de l'ATP (adénosine triphosphate), une molécule natu-



Sur un écran de télévision, cette micrographie (agrandie 7 500 fois) montre deux vésicules de taille différente se déplaçant dans des sens opposés, se croisant et poursuivant leur chemin. A droite de l'écran, leur temps de parcours est indiqué en secondes.

relle capable de libérer l'énergie nécessaire aux processus vitaux.

D'autres expériences ont recours à des substances marquées par des isotopes radioactifs. L'isotope d'un élément possède en effet les mêmes propriétés chimiques que celui-ci, mais un poids atomique différent ; un isotope radioactif (ou radio-isotope) devient un "traceur" qui, s'intégrant aux molécules synthétisées par l'organisme, permet d'en suivre le parcours et le devenir.

Ainsi, dans les tubules — ces tunnels de quelques dix-millièmes de millimètre de diamètre —, peut-on observer le déplacement de petits vésicules, sortes de sacs qui emballent diverses molécules. Et ces tubules semblent bien être les principales voies d'acheminement du fret intracellulaire...

On constate aussi que les distances parcourues

par les vésicules-véhicules sont parfois considérables, lorsqu'il s'agit de cellules nerveuses dont les axones peuvent atteindre plusieurs dizaines de centimètres de long (ainsi, chez l'homme, ceux qui relient la moelle épinière à la jambe et au pied). Les observations montrent également que certaines substances — notamment des protéines, principaux constituants des tissus vivants — se déplacent à la vitesse inouïe de 400 milli-mètres par jour ! C'est certes modeste, même pour un escargot, mais c'est considérable à l'échelle microscopique si l'on sait que la distance parcourue équivaut à celle de plus de 10 000 cellules mises bout à bout... Des véhicules bien plus gros, comme les mitochondries, petits transformateurs d'énergie cellulaires longs d'environ un micromètre, se déplacent beaucoup moins rapidement.

Les biologistes ont alors longuement cherché à comprendre quel était le monde de propulsion de ces véhicules. L'hypothèse d'un courant qui transporterait le fret cellulaire a été vite écartée, car on a

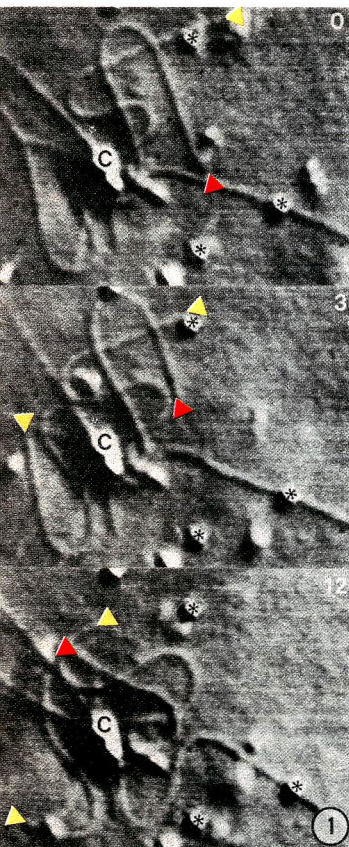
constaté que des molécules peuvent se déplacer simultanément dans des sens opposés le long d'un même axone. On a aussi envisagé un mouvement péristaltique des tubules, c'est-à-dire que des séries de contractions feraient progresser les colis, comme l'intestin le fait pour les aliments digérés. Ou encore un mouvement ciliaire qui procéderait par ondulations, à la manière des fibrilles situées sur la trachée, qui rejettent poussières et particules inspirées avec l'air.

D'autres chercheurs des laboratoires de Woods Hole (Ronald Vale, Thomas Reese, Bruce Schnapp et Michael Sheets) semblent avoir trouvé la réponse : ils ont identifié une petite protéine flexible dont une partie s'accroche à la surface interne des tubules, alors qu'une autre fait progresser le "colis" en se pliant et se dépliant. En fait, ces protéines "font la chaîne" comme on se passe un seau d'eau de main en main pour éteindre un feu.

Cette molécule, baptisée kinésine (du grec *kinein*, bouger), a été isolée à partir de neurones de seiche, et son activité motrice a été expérimentalement vérifiée : elle peut propulser des microbilles synthétiques le long d'un tubule, même si celui-ci est placé sur une plaque de verre. La séquence des acides aminés qui composent la kinésine n'a pas encore été spécifiée et son mécanisme d'action est toujours inconnu. On sait seulement qu'il s'agit d'une assez grosse protéine, puisque son poids moléculaire est d'environ 500 000 daltons (rappelons que le dalton est égal à la masse d'un atome d'hydrogène et que le poids moléculaire des protéines varie de plusieurs milliers à plusieurs millions de daltons). Sa source d'énergie est l'ATP — molécule énergétique que l'on trouve, nous l'avons dit, dans toute cellule vivante. Certaines expériences ont montré que la kinésine "consomme" de l'ATP à un taux qui équivaut à l'énergie nécessaire au transport intracellulaire. D'autres, toutes récentes, ont permis d'extraire de la kinésine d'organismes plus évolués que celui de la seiche — poulets et bovins, en l'occurrence.

Il s'agit donc de la découverte d'une nouvelle molécule-moteur. Elle vient s'ajouter à celles déjà connues : la myosine qui intervient dans la contraction musculaire, et une structure moléculaire qui, elle, est capable d'imprimer aux filaments ou flagelles un mouvement rotatif (certaines bactéries sont ainsi propulsées par un flagelle qui leur sert d'hélice). C'est donc un monde nouveau, invisible jusqu'ici, qui se révèle tout à coup à l'œil du biologiste. Ce monde intéresse aussi le médecin, et au plus haut point : on pense en effet qu'un mauvais fonctionnement de ce système de transport peut être à l'origine de certaines altérations, telle la maladie d'Alzheimer, cette dégénérescence cérébrale qui provoque une forme, terrible et très répandue, de démence sénile.

Jean Ferrara



Sur une plaque de verre, les microtubules se déplacent si on leur fournit une molécule de transport (la kinésine) et une source d'énergie (l'ATP). Ici, les étoiles rouges indiquent des véhicules stationnaires et le temps de déplacement s'affiche, à droite, en secondes (Image agrandie 8 000 fois).

comment j'ai réussi facilement à parler l'anglais

alors que je n'en connaissais pas un mot
il y a encore 3 mois

*Voici un témoignage qui montre que l'apprentissage d'une langue
peut se faire maintenant en un temps record:*

Je viens de converser pendant une demi-heure avec un anglais. C'était passionnant et j'étais fou de joie. Pourtant, il y a trois mois je ne connaissais pas un mot d'anglais. Comment cela est-il possible? Tout simplement parce que l'on a maintenant compris comment un enfant apprend sa langue maternelle sans aucun effort. On a appliqué les mêmes principes à l'étude d'une langue étrangère, mais comme on s'adresse à des adolescents ou des adultes, il ne faut que quelques mois pour parler anglais ou allemand au lieu de quelques années chez l'enfant. Cependant, le résultat est le même: avec cette méthode, vous ne traduisez pas du français en anglais ou en allemand, mais vous transformez immédiatement votre pensée dans la langue, exactement comme vous le faites en français. Il n'y a que de cette façon que l'on peut véritablement parler l'anglais ou l'allemand.

Des résultats stupéfiants. Personnellement, j'ai été étonné des résultats. J'ai constaté qu'en associant le texte et l'image au son, la méthode réflexe-orale (c'est son nom) grave profondément la langue dans votre esprit et lorsque vous avez à parler, les phrases se forment toutes seules. J'ai été étonné de m'apercevoir qu'après quelques mois d'étude, cette méthode permet de parler sans chercher ses mots et de comprendre la radio, les films ou la télévision. Les leçons sont simples, agréables et ne demandent pas d'effort. La grammaire n'est pas étudiée «avant», mais seulement lorsqu'on est déjà familiarisé avec des exemples.

Rien à apprendre par cœur. La méthode m'a paru aussi très progressive: elle commence avec des leçons vraiment faciles (vous pourrez, vous aussi, le constater avec la cassette ou

le disque d'essai gratuit) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Il n'y a jamais rien à apprendre par cœur et rapidement, j'ai pu comprendre l'essentiel d'une conversation, d'une émission de radio ou d'un article de journal. Ensuite, on constate que l'on «pense» directement dans la langue.

Jamais je n'imaginais être capable de parler l'anglais en si peu de temps. Des anglais m'ont d'ailleurs dit qu'ils croyaient que j'avais séjourné longtemps en Angleterre. J'ai été étonné aussi, de voir combien il est pratique d'étudier seul, au moment de son choix (moi, j'étudiais le soir, au lit, juste avant de m'endormir). Après deux mois d'étude, je me sentais déjà «débrouillé» et maintenant quelque temps après, je peux dire que je suis capable de converser.

Un accent excellent. Mon accent est impeccable, paraît-il; ce n'est pas surprenant, car les cassettes (ou les disques) ont été enregistrées par des comédiens ou speakers de la radio ayant une prononciation parfaite. C'est

leur prononciation que je reproduis instinctivement.

Dans mon métier, comme dans beaucoup d'autres aujourd'hui, la connaissance d'une langue est un atout extraordinaire. Je possède maintenant cet atout. Je ne peux que vous conseiller d'en faire autant.

Votre première leçon gratuite. Vous pouvez d'ailleurs essayer gratuitement et sans risque la méthode réflexe-orale, grâce à la cassette d'essai qui vous est offerte gratuitement ci-dessous. Ne soyez pas de ceux qui remettent à plus tard. Si vous n'agissez pas, vous en serez au même point dans trois mois ou dans un an. Au contraire, si vous agissez maintenant, vous pourrez parler l'anglais ou l'allemand dans trois mois. Rien ne peut vous rapporter autant que l'étude d'une de ces langues.

Alors commencez par renvoyer le coupon ci-dessous.

*(Texte réalisé avec le témoignage de
M. P. H... de Lyon.)*

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

Bon à retourner à Service A, Centre d'Etudes,
1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris.

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement
votre brochure «Comment apprendre l'anglais
ou l'allemand et parler couramment» ainsi que:

☐ la cassette d'essai ou ☐ le disque d'essai
☐ Anglais ou ☐ Allemand

(Joindre 3 timbres pour frais; pays hors Europe:
joindre 5 coupons-réponse.)

Mon nom: Prénom:
(majuscules SVP)

Mon adresse:

Code postal: Ville:



A 14y

L'AFRIQUE AFFAMÉE DE SCIENCE

L'Afrique prend de plus en plus conscience de son sous-développement. Science et technologie lui apparaissent comme les seules issues. Conférences, institutions et programmes se multiplient donc, mais les moyens restent très insuffisants.

L'Afrique vient d'enregistrer coup sur coup deux nouvelles déclarations attribuant solennellement à la science et à la technologie un rôle primordial pour le développement du continent. L'une a clôturé le 30 juin dernier le "Premier congrès des hommes de science africains", organisé (1) à Brazzaville (Congo) : l'"Union panafricaine de la science et de la technologie" en est née, dotée par le président du Congo, Denis Sassou-Nguesso, d'un immeuble et d'une subvention de 1 million de F. L'autre, dite déclaration du Kilimandjaro, a conclu le 15 juillet dernier à Arusha (Tanzanie) la seconde "Conférence des ministres chargés de l'application de la science et de la technologie au développement en Afrique", Castafrica II (2).

Les ministres (ou leurs délégués) des 30 Etats membres représentés y ont entériné un "Programme spécial d'aide à l'Afrique dans les domaines de la recherche scientifique et technologique et de la recherche-développement" (3).

Ce programme, préparé par l'UNESCO, a pour objectif ambitieux d'aider l'Afrique à se passer à terme de l'aide internationale (*voir carte*), en favorisant la construction de sa propre base scientifique et technologique. Pour les pays au plus faible revenu, les besoins sont clairs : une recherche appliquée à la satisfaction des besoins fondamentaux (eau, nourriture, santé, logement, éducation, transport) et un système de développement efficace qui respecte les "bons" acquis traditionnels (cultures associées complémentaires, par exemple mais associé au niébé, caféier au bananier, sorgho à l'arachide, etc.) tout en diffusant rapidement les produits de la recherche (semences améliorées,

La sélection de semences hybrides a permis de quadrupler la productivité des palmiers à huile. Produit d'exportation, l'huile de palme est aussi un produit vivrier dans toute la zone de forêt tropicale humide.



outils, vaccins, etc.). Pour les pays plus riches (Afrique du Nord, notamment), l'accent est plutôt mis sur le renforcement de l'usage de technologies de pointe (informatique, télédétection, biotechnologies, énergie nucléaire...). La coopération, déjà entamée pour les grands programmes communs (environnement, lutte contre la désertification, les maladies endémiques, les criquets et autres ravageurs migrateurs, évaluation des ressources hydriques, minières, piscicoles, génétiques, etc.) reste à l'ordre du jour.

Pour mettre en route son programme spécial, l'UNESCO estime qu'un budget de 350 millions de F devrait être réuni d'ici 1990. La participation de cet organisme international sera fixée lors de sa prochaine conférence générale, qui débute à Paris en octobre 1987. Les Etats africains devraient également y contribuer, mais le doute est permis. Jusqu'ici, aucun pays africain n'a apporté son soutien au "Fonds spécial pour la recherche et le développement expérimental en Afrique", institué à la suite de la première conférence Castafrica, organisée en 1974.

Cette conférence avait recommandé que les pays



africains consacrent, avant 1981 si possible, 1 % de leur produit national brut (PNB) aux dépenses de recherche-développement. En 1980, ce taux n'atteignait en moyenne pour l'Afrique que 0,36 %, contre 0,45 % pour l'ensemble des pays en développement et 1,79 % pour l'Europe (*). Aujourd'hui, les fonds d'origine extérieure continuent de représenter une source principale de financement. De même, l'objectif de 200 scientifiques et ingénieurs par million d'habitants employés dans ce secteur n'était pas atteint : il fut de 91 (49 si l'on exclut les pays arabes du nord de l'Afrique, plus avancés), dont une proportion d'étrangers rarement inférieure au quart et souvent majoritaire, contre 1 735 en Europe (près de 1 800 en France). Ces deux objectifs sont aujourd'hui reconduits à l'horizon 1995.

Depuis leur indépendance, acquise pour la plupart autour de 1960 (en 1980 pour le plus jeune État indépendant, le Zimbabwe), moins d'un tiers des pays d'Afrique se sont dotés d'un organisme directeur de la politique scientifique (ministère ou conseil national). La plupart ont cependant multiplié les centres d'enseignement et les instituts de recherche (9 pays seulement, pour la plupart des

îles ou des pays peu peuplés, ne possèdent pas encore d'institution d'enseignement supérieur). Certains, comme le Nigeria, ont créé des fonds spéciaux de financement de leur recherche à partir d'une taxe sur les bénéfices réalisés par les multinationales installées sur leur territoire. D'autres trouvent des formules d'incitation ; le Rwanda a créé le 9 février dernier un fonds doté de 3 millions de F pour la promotion de la recherche scientifique et technologique et de l'artisanat, avec un prix décerné au meilleur travail scientifique en rapport

(1) Sous l'égide de l'Organisation de l'unité africaine (OUA) avec le concours financier du Programme des Nations unies pour le développement (PNUD) et de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO).

(2) Cette conférence fait partie d'un cycle organisé par l'UNESCO sur les différents continents (Castalac en Amérique latine, Castasia en Asie, Minespol en Europe et Castarab dans les États arabes).

(3) Dans la même veine, la Conférence des Nations unies sur la science et la technologie au service du développement avait adopté le "Programme d'action de Vienne" en 1979 ; et les chefs d'État africains de l'OUA avaient engagé le "Plan d'action de Lagos" en 1980 et avaient adopté en 1985 le "Programme prioritaire de redressement économique de l'Afrique, 1986-1990", approuvé par les Nations unies l'année suivante.

(4) En 1986, la France y a consacré 117 milliards de F, soit 2,4 % de son produit intérieur brut.

avec le développement du pays.

Cependant, en moyenne, l'éducation primaire gratuite et obligatoire pour tous, l'éducation secondaire pour 23 % des élèves sortant du primaire et un enseignement supérieur pour 2 % des élèves sortant du cycle secondaire, objectifs fixés en 1961 par une Conférence des chefs d'Etat africains, ne sont pas encore atteints (là aussi, les moyennes cachant de fortes disparités). Il existe, de plus, un grave déséquilibre entre les différents secteurs. Le droit et la littérature longtemps considérés comme les matières nobles, pour des raisons culturelles spécifiques, les diplômés en science et technique (mathématiques, physique, chimie, sciences naturelles, ingénierie, médecine, agronomie, etc.) représentent moins de la moitié du total des diplômés. L'effectif des scientifiques et ingénieurs africains ne comptait encore récemment que 0,5 % du total

mondial, pour une population (plus de 500 millions d'habitants) qui représente environ 10 % de celle du globe ; la proportion des femmes scientifiques est très faible (9 % en moyenne).

La multiplication rapide des institutions nationales, sous-régionales ou régionales a eu pour effets pervers la dispersion des maigres ressources humaines, matérielles et financières. Addis-Abéba (Ethiopie) est le siège d'une dizaine d'organisations internationales ; le Nigeria, pays le plus peuplé d'Afrique, héberge l'Institut international d'agronomie tropicale (IITA) et répartit 0,6 % de son PNB entre 24 instituts nationaux de recherche (18 en agriculture, pêche et élevage, 4 en industrie et 5 en santé), 23 facultés, 27 écoles polytechniques et 34 établissements concourant à la science. L'enseignement supérieur, les services administratifs et politiques drainent les meilleurs professeurs hors de leur domaine de compétence ; les bourses pour aller

L'AIDE PUBLIQUE INTERNATIONALE : QUI DONNE ET QUI REÇOIT ?

L'Afrique reçoit environ le tiers des versements effectués par l'ensemble des pays donateurs au titre de l'"aide publique au développement" (APD). Cette aide représente les dons plus les prêts accordés à des conditions (taux d'intérêts, durée de remboursement etc.) plus avantageuses que celles du marché et dans le but officiel d'améliorer le niveau de vie dans les pays bénéficiaires. Elle inclut la valeur de la coopération et de l'assistance technique et provient principalement de pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) et de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP).

Une partie de l'aide est dite "multilatérale" car elle transite par des organismes internationaux comme les institutions spécialisées du système des Nations unies, les institutions financières internationales (Banque mondiale, Fonds international pour le développement agricole...) ou régionales (Banque africaine de développement, Fonds européen de développement...) et les organismes mixtes associant Etats, fondations privées et agences économiques (Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale, ou CGIAR...). Mais la majeure partie de l'aide passe directement d'un pays à un autre (aide bilatérale).

Dans certains pays, l'APD représente plus de 90 % des entrées de capitaux. Pourtant, elle stagne depuis

1980, exception faite des secours d'urgence (sécheresse et famine au Sahel en 1984-85 ; criquets en 1986-87). La France consacre à l'APD 0,52 % de son PNB, soit 27 milliards de F, répartis entre l'aide multilatérale (27 %) et l'aide bilatérale (63 %). 87 % de cette dernière — soit environ 15 milliards — sont attribués à l'Afrique.

La France est ainsi le premier pays donateur en Afrique sub-saharienne et le deuxième (après les Etats-Unis) sur l'ensemble du continent. La coopération s'appuie principalement sur l'Institut Pasteur pour la médecine, l'Orstom pour l'ensemble des sciences du développement et, pour l'agronomie, le CIRAD qui regroupe des instituts spécialisés par culture et implantés en Afrique depuis plus de 40 ans.

En agronomie, la France apporte également sa contribution (18 millions de F en 87) aux treize centres du CGIAR, dont 5 ont leur siège ou une antenne en Afrique : l'IITA (agriculture tropicale) au Nigeria, l'ILRAD (maladies animales) et l'ICRPE (insectes) au Kenya, l'ILCA (élevage) en Ethiopie et le WARDA (riz) au Libéria, l'ICRISAT (cultures de régions tropicales semi-arides) au Niger.

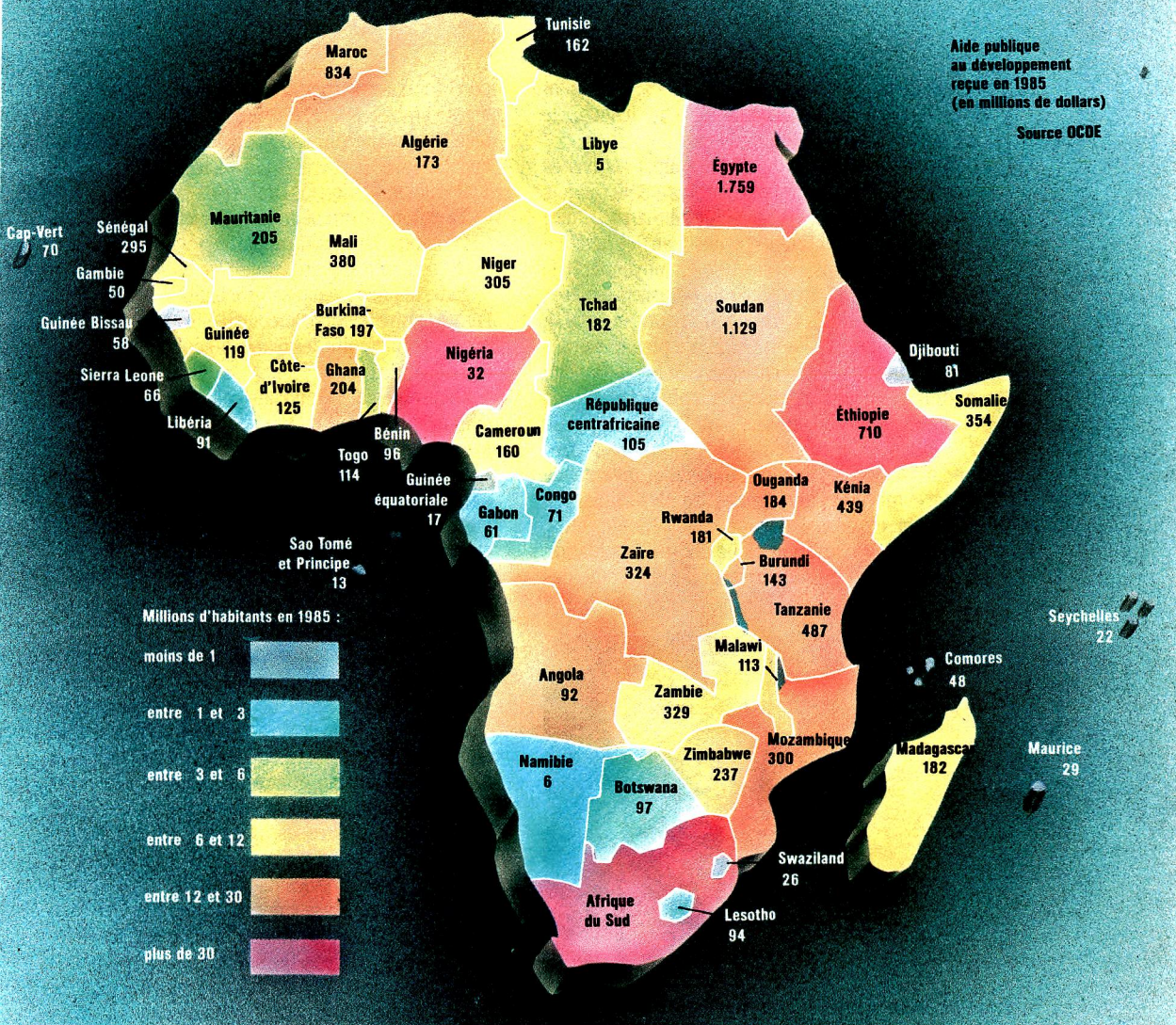
La coopération intra-africaine se dote de structures et celle entre pays en développement se renforce (les flux atteignent 2 milliards de F).

Et l'efficacité de l'aide ? Qu'en est-il, passée la frontière de certains pays bénéficiaires ?

étudier à l'étranger sélectionnent les meilleurs étudiants et accentuent "l'exode des cerveaux". Quant au personnel d'appui-technique, il manque aussi bien dans le secteur de la recherche que dans celui de la production et de l'entretien. La quantité de matériel importé ne fonctionnant pas est impressionnante.

Mais le manque de techniciens n'explique pas à lui seul la faible efficacité de la recherche nationale et les problèmes de maintenance sur le continent. En agriculture par exemple, il y a souvent plus de membres d'organisations de l'aide internationale sur le terrain que de diplômés nationaux, réticents à retourner en brousse dès lors qu'ils ont acquis statut et salaire élevés en ville. Gaspillage et mauvaise gestion sont aussi l'apanage des institutions qui adoptent le mode administratif des pays riches sans en avoir les moyens (*).

Or, comme le rappelait le ministre de l'Enseigne-



ment supérieur de la Zambie, Lamek K.H. Goma, à Castafrica II, le plus gros handicap de l'Afrique est sa pauvreté. 27 des 40 pays classés comme les plus pauvres⁽⁶⁾ s'y trouvent. Le PIB de l'Afrique subsaharienne (pays au sud du Sahara moins l'Afrique du Sud) — 160,660 milliards de dollars — était en 1985 inférieur à celui de la seule Espagne⁽⁷⁾ ! La plupart de ces pays souffrent de maladies endémiques : la malaria véhiculée par les moustiques anophèles, la bilharziose véhiculée par des petits escargots d'eau douce, la trypanosomiase (maladie du sommeil) véhiculée par les mouches tsé-tsé dont 23 espèces infectent 10 millions de km² de forêt et de savane dans 23 pays. Le bétail est également décimé par les trypanosomes, et par d'autres protozoaires comme *Theileria parva* véhiculé par les tiques et responsable de la "fièvre de la Côte Est". En agriculture, les catastrophes naturelles se succèdent : après la sécheresse de 1984-1985, les pluies

apportent cette année des nuées de criquets, qui font actuellement des ravages en Ethiopie et au Soudan⁽⁸⁾. 25 pays d'Afrique subissent périodiquement les ravages des oiseaux *quelea quelea* (mange-mil), qui migrent par groupes de millions d'individus et sont en train de détruire actuellement au Kenya et en Tanzanie des milliers d'hectares de

(5) Voir "La faillite par l'énarque effendi", *Science & Vie* n° 838, juillet 87, p. 78, faisant écho au livre *Les dictatures des intelligentsias* d'Y. Lecerf et E. Parker.

(6) Appelés les pays les moins avancés (PMA). Ce sont 40 pays dont le PIB moyen par habitant est inférieur à 200 dollars, dont le secteur industriel est responsable de moins de 10 % du PNB, et où le taux d'analphabètes est supérieur à 80 % de la population.

(7) Dixième rapport de la Banque mondiale sur le développement dans le monde (1987).

(8) La France a dégagé 20 millions de F pour la lutte anti-acridienne au Sahel et 2 millions de F pour aider celle de l'Afrique de l'Est. Et le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) a publié un guide antiacridien du Sahel.

sorgho, de riz, de blé, de millet, de maïs, également attaqués par les larves voraces d'un insecte, le *Prostephanus truncatus*.

L'Afrique subsaharienne détient ainsi les tristes records de l'espérance de vie la plus faible (50 ans en moyenne, 39 ans en Guinée et en Sierra Leone) et de la mortalité infantile (avant 1 an) et juvénile (de 1 à 4 ans) la plus élevée (10 % en moyenne, 18 % en Sierra Leone, 17 % en Ethiopie pour la première ; 2 % en moyenne mais 4 % en Sierra Leone et au Mali pour la seconde...). "Ventre vide n'a plus d'esprit" ; l'Afrique subsaharienne enregistre, selon la Banque mondiale, le plus fort taux d'analphabètes et... de personnes sous-alimentées. Son PIB diminue de 0,7 % par an, mais sa population s'accroît — record mondial — de 3,3 % par an en moyenne, divergence qui accentue les phénomènes de désertification (utilisation excessive de bois, surpâturage, etc.). Malgré une urbanisation rapide, cette population est encore aux trois quarts rurale. Or l'état des



Les technologies "appropriées" au développement de l'Afrique, comme cette charrue attélee, sont préférées à certaines technologies importées, qui ne développent, elles, que la dette extérieure.

moyens de communication (routes, véhicules, téléphone...) ne favorise pas les échanges, tant en produits qu'en connaissances. Electricité et eau courante sont des services rares.

La difficulté des contacts entre citadins et ruraux, entre chercheurs et paysans, entre médecins et malades, etc. est accrue par l'insécurité et l'instabilité politique. Nombre de ces pays (Mozambique, Tchad, Soudan, Ethiopie, Ouganda, Angola...) sont déchirés par des guerres civiles et consacrent à l'armée plus du quart de leurs ressources. Autre handicap à la diffusion des connaissances : la langue. La multiplicité des ethnies au sein d'un même Etat pose des problèmes linguistiques que de nombreux pays ont "résolus" en adoptant pour langue officielle celle de l'ancien colonisateur, peu connue au fin fond des campagnes.

Ainsi, au Nigeria, il y a trois langues principales,

correspondant à trois ethnies : les Haoussas, les Ibos et les Yorubas ; la langue officielle est l'anglais. Au Sénégal, une majorité de Ouolofs (40 % de la population) cohabite avec les Sérères (14 %), les Peuls (13 %), les Toucouleurs (10 %), les Diolas (5 %), les Mandingues (5 %) ; la langue officielle est le français. En Tanzanie (22 millions d'habitants appartenant à 140 tribus), le cycle primaire est en swahili et le secondaire en anglais, les deux langues officielles. Le passage de l'une à l'autre laisse beaucoup d'élèves sur la touche, mais est obligatoire, les manuels scolaires en swahili étant insuffisants.

Le problème s'étend au calcul ; notre système décimal (base 10) n'est pas universel et de nombreuses sociétés africaines reposent sur une autre base de calcul (base 5, par exemple). Les programmes scolaires ont aussi souvent exclu de la culture la dimension pratique, technique, manuelle, au profit des disciplines conceptuelles. Les Africains s'efforcent aujourd'hui de corriger le tir et de rapprocher ces programmes de la réalité que connaissent les enfants. En marge de Castafrica II, des élèves du primaire exposaient leurs œuvres (alarme électronique à chant d'oiseau, moulin à vent, horloge, émetteur de radio, machine à dupliquer) ; réalisées avec les moyens du bord, elles étaient belles et fonctionnelles. Dans l'enseignement supérieur, les étudiants réalisent également des prototypes : moteurs, charrettes, trieuses de graines, décortiqueuses, presses et extracteurs d'huile, etc. La difficulté est ensuite de fabriquer les outils en série et de les distribuer.

Partout le discours valorise aujourd'hui les technologies adaptées au milieu, faciles à reproduire, faciles à entretenir et faisant appel aux ressources humaines et matérielles locales : en un mot, les technologies "appropriées" et endogènes⁽⁹⁾. Produire et consommer "africain" devient le leitmotiv officiel. Ainsi la plupart des pays insistent sur la mise en valeur de leur médecine traditionnelle, et projettent de créer une industrie du médicament à partir de leurs plantes médicinales. Ils privilégient les recherches sur les énergies renouvelables (plantations d'arbres ; carburant d'origine végétale ; biogaz ; énergie solaire...) ; l'inventaire des potentialités (pêche dans les grands lacs, les océans, ressources minières) ; l'établissement de normes pour le commerce, l'environnement, la santé ; la lutte contre l'érosion et la désertification ; l'amélioration de la fertilisation des sols (plantation de légumineuses, amendements organiques...), de l'utilisation des eaux de pluie, saumâtres ou marines, du stockage et de la transformation des produits vivriers, de leur circuit de distribution, etc.

Ainsi le *matooke* est le plat de subsistance na-

(suite du texte page 164)

(9) En France, le GRET (Groupe de recherches et d'échanges technologiques) tient à jour un répertoire de ces technologies.

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

Curieuse expérience dans un rapide

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

Le train s'ébranla lentement. Je regardai les lumières de Stockholm s'éteindre peu à peu, puis je me roulai dans mes couvertures en attendant le sommeil ; j'aperçus alors en face de moi, sur la banquette, un livre laissé par un voyageur.

Je le pris machinalement et j'en parcourus les premières lignes : cinq minutes plus tard, je le lisais avec avidité comme le récit d'un ami qui me révélerait un trésor.

J'y apprenais, en effet, que tout le monde possède de la mémoire, une mémoire suffisante pour réaliser des prouesses fantastiques, mais que rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté. Il y était même expliqué à titre d'exemple, comment l'homme le moins doué peut retenir facilement, après une seule lecture attentive et pour toujours, des notions aussi compliquées que la liste des cent principales villes du monde avec le chiffre de leur population.

Il me parut invraisemblable d'arriver à caser dans ma pauvre tête de 40 ans ces énumérations interminables de chiffres, de dates, de villes et de souverains, qui avaient fait mon désespoir lorsque j'allais à l'école et que ma mémoire était toute fraîche, et je résolus de vérifier si ce que ce livre disait était bien exact.

Je tirai un indicateur de ma valise et je me mis à lire posément, de la manière prescrite, le nom des cent stations de chemin de fer qui séparent Stockholm de Trchörningsjö.

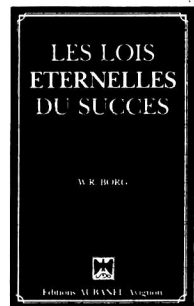
Je constatai qu'il me suffisait d'une seule lecture pour pouvoir réciter cette liste dans l'ordre dans lequel je l'avais lue, puis en sens inverse, c'est-à-dire en commençant par la fin. Je pouvais même indiquer instantanément la position respective de n'importe quelle ville, par exemple énoncer quelle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

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

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

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

Sans doute désirez-vous acquérir, vous aussi, cette puissance mentale qui est notre meilleur atout pour réussir dans l'existence : priez alors l'éditeur de vous envoyer le petit ouvrage écrit par W.R. Borg "les Lois Eternelles du Succès", en introduction à sa Méthode. Il est adressé à quiconque veut améliorer sa mémoire. Voici l'adresse : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 114 - 6, place St-Pierre - 84057 Avignon Cedex.*



E. DORLIER

BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 114 - 6, place Saint-Pierre, 84057 Avignon Cedex, France*, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "Les Lois Eternelles du Succès".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

OBSERVEZ L'INVISIBLE AU CŒUR DES ORCHIDÉES

*Durant un mois, en mars 1988,
Paris sera
la capitale des
orchidées. A quelques pas de la tour Eiffel, sur
le Champ de Mars, s'y dérouleront
un congrès européen et des floralies d'orchidées.
S'associant à cet événement, Science & Vie
et Wild Leitz, firme spécialisée en
microscopie et photo scientifique, vous invitent
à participer à un concours qui vous fera
entrer de plain-pied au cœur du règne végétal.*

Au début de notre siècle, Maurice Maeterlinck découvrait "L'intelligence des fleurs". Sottises pour certains, visions d'un poète génial pour d'autres, les idées de Maeterlinck n'en furent pas moins de celles qui donnèrent le jour à l'école objectiviste d'éthologie des années 50, avec notamment Konrad Lorenz et Nikolaas Tinbergen, spécialistes du comportement animal dans son milieu.

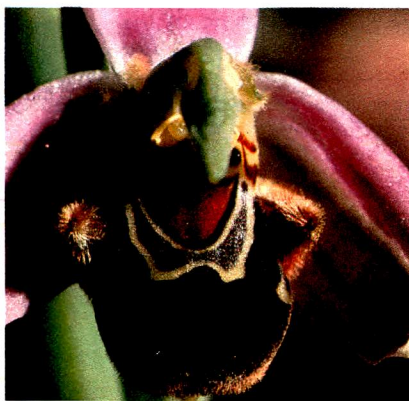
Le règne végétal fut à son tour concerné et, dès les années 60, le suédois Bertil Kullenberg étudia, au sein de la station écologique de l'université d'Uppsala, les étranges relations entretenues par la fleur d'ophrys et les insectes. Les orchidées utilisent leurs formes, leurs couleurs et leurs parfums pour séduire les insectes et les obliger aux rites nuptiaux nécessaires à leur vie et à leur reproduction. Dès 1862, Charles Darwin avait d'ailleurs observé, dans son livre *De la fécondation des orchidées par les insectes et des bons offices du croisement*, que la morphologie des orchidées était faite pour la pollinisation par les abeilles, les papillons, les mouches et autres insectes, et même par les oiseaux et les chauves-

souris. Il en donnait un exemple, aujourd'hui populaire : celui de l'*Angraecum sesquipedale*, l'étoile de Bethléem, une orchidée de Madagascar dotée d'un éperon démesuré, long de 30 à 35 cm. Darwin avait noté que sa partie inférieure était remplie de nectar. Il en avait déduit qu'il devait exister un grand papillon avec une trompe d'au moins 25 cm de long capable d'aller pomper ce suc et, en même temps, de recueillir le pollen qui serait transporté sur un autre *Angraecum* pour le féconder. L'idée fit surtout sourire les entomologistes de l'époque. Mais, 40 ans, plus tard, ce papillon pollinisateur, le *Xanthopan morgani praedicta*, fut découvert à Madagascar.

Aujourd'hui, les orchidées sont bien loin d'avoir livré tous leurs secrets, notamment en ce qui concerne leur reproduction. Il est vrai qu'on ne

saurait imaginer un monde si divers et si paradoxal. Les orchidées sont en effet représentées par plus de 30 000 espèces : la plus grande famille de plantes à fleurs connue. Une seule est utilisée en alimentation, la vanille. Apparues voilà une centaine de millions d'années, les orchidées sont les végétaux les plus évolués. Leurs facultés

Cœur d'Ophrys apifera...





... et quelques spécimens d'*Angraecum sesquipedale* fécondés par un *Xanthopan morgani praedicta*, papillon dont la trompe atteint 35 cm.

d'adaptation sont extraordinaires et elles poussent de l'équateur jusqu'au cercle arctique. Toute l'année, elles fleurissent. En France, où l'on dénombre près d'une centaine d'espèces, l'une des plus grandes (jusqu'à 70 cm de hauteur) le *Barlia roberthiana*, s'épanouit dès janvier le long des chemins et des talus du midi. Pourtant, les orchidées ne fleuriront peut être jamais dans le cosmos si l'on en croit les premières expérimentations : de toutes les plantes emportées par les Soviétiques dans la station *Salout 6*, seules les orchidées n'ont pas fleuri.

A peine découvertes, les orchidées furent convoitées avidement par les hommes. Dès le XVII^e siècle, ils se livrèrent à de véritables pillages des espèces des régions tropicales, les récoltant par dizaines de milliers avec l'aide de rabatteurs, les transportant par bateaux entiers sous la protection de navires de guerre. Le prix d'une orchidée atteignait alors couramment plusieurs centaines de milliers de francs de l'époque. C'était une plante de luxe réservée aux collectionneurs les plus fortunés.

Aujourd'hui, la fièvre est tombée. Les orchidées se trouvent à dix francs pièce, dans les grandes surfaces. Cette évolution spectaculaire procède directement des découvertes biologiques et horticoles dues essentiellement à deux français :

- Noël Bernard qui, en 1900-1910, découvrit un champignon, un *Rhizoctonia*, nécessaire à la germination des graines d'orchidées dans la nature, lesquelles, n'ayant aucune réserve alimentaire, ne sauraient se suffire à elles-mêmes (chaque capsule

d'orchidée peut contenir jusqu'à 4 millions de graines ne pesant au total qu'un gramme). Utilisant le *Rhizoctonia* sur milieu stérile, Noël Bernard réalisa ainsi le premier semis *in vitro*.

- Georges Morel, directeur de recherches à l'INRA qui, le premier, en 1961, appliqua à l'orchidée la culture par méristème sur milieu stérile, une technique qu'il utilisait déjà pour les œillets et les pommes de terre et qui permet une multiplication rapide des plantes. Si les techniques de multiplication des orchidées sont de nature à satisfaire les besoins des hommes, elles pourraient bien déboucher aussi sur des méthodes de préservation des espèces. La poussée démographique, l'expansion industrielle et agricole, nous le savons bouleversent l'environnement naturel. Les orchidées qui sont particulièrement sensibles aux modifications de leur milieu, n'échappent pas à cette évolution : nombre d'espèces ont disparu ou sont menacées. Que pourra-t-on sauver ? Les scientifiques sont partagés sur les voies à suivre. Les uns pensent que les semis et les cultures *in vitro*, malgré les difficultés actuelles pour fixer dans la nature les orchidées ainsi obtenues, pourraient permettre de sauver des espèces. Les autres craignent que ces transplantations bouleversent le caractère endémique des sites.

Voilà, très sommairement évoqué, le monde actuel des orchidées, les cheminements de ses transformations, et quelques unes des questions qui se posent aux chercheurs. Périodiquement, ceux-ci se

rencontrent pour faire le point. Ainsi, botanistes, biologistes, orchidéristes des cinq continents participeront en mars prochain au VIII^e congrès européen d'orchidées et à ses florales.

Organisée tous les 3 ans dans un pays européen différent, cette manifestation se déroulera pour la première fois à Paris (le 7^e congrès s'était tenu à Londres en 1985 et le 9^e aura lieu en Italie en 1991).

Dans des structures dressées sur le Champ de Mars, les florales internationales s'étageront autour d'un vaste marché flottant d'orchidées. Des expositions culturelles et le colloque scientifique se tiendront dans des bâtiments voisins, à Chaillot et au Muséum national d'histoire naturelle (qui devrait réaliser une présentation de documents anciens). *Science & Vie*, la société Wild-Leitz et les organisateurs du Congrès vous proposent, à cette occasion, de participer à un concours doté de prix (microscopes et appareils de photo-vidéo des marques Leitz, Leica et Bauer) et ouvert à trois catégories de concurrents : les photographes amateurs, les cinéastes et vidéastes amateurs, les chercheurs.



CONCOURS PHOTO : LA FACE CACHÉE DES ORCHIDÉES

Un thème dont l'esprit vous est donné par Lenart Nilsson, l'un des plus illustres photographes scientifiques mondiaux, dans son livre *Gros plans sur la nature* : « ... il est illusoire de croire que nous réussissons à découvrir tous les secrets de la vie. A l'œil nu, il nous est impossible de percevoir les structures les plus intimes de la nature, les micro-organismes, l'intérieur d'une cellule, ni même la force surprenante du détail qui orne toute chose vivante. Les phénomènes naturels sont souvent insaisissables pour nous. Ils se déroulent à une échelle trop réduite pour que nous puissions les observer ou bien ils ont lieu en sous-sol. Parfois, ils deviennent si courant qu'on ne leur prête aucune attention, à moins que quelqu'un nous les fasse remarquer ».

A vous donc de nous montrer ces phénomènes et les secrets de la nature à travers les orchidées (françaises ou exotiques). A vous d'y entrer avec votre appareil photographique, son objectif "macro" ou son microscope, pour en saisir des gros plans inédits concernant, par exemple, les structures de la fleur, les systèmes de reproduction, la cellule, les graines, la germination, la pollinisation, la fécondation.

Vous devrez nous envoyer soit des diapositives 24 x 36 mm sous cache 5 x 5 cm soit des épreuves en couleurs de format 18 x 24 à 24 x 30 cm. Et si vous manquez d'expérience, vous pouvez obtenir

des renseignements sur les orchidées elles-mêmes, leur culture, leur floraison, en écrivant à : ACEO-SNEV, 8-10 rue Victor Hugo, 92700 Colombes.



CONCOURS VIDÉO-CINÉMA : VIE ET MORT DE L'ORCHIDÉE

Innocentes en apparence, nous l'avons vu, les orchidées sont expertes en fourberies, diaboliquement habiles dans l'art de leurrer les êtres susceptibles d'assurer leur reproduction. L'homme, nous le savons aussi, intervient de plus en plus dans les rites naturels, se substituant parfois à l'insecte (pollinisation de la vanille), se comportant surtout en prédateur de l'environnement (expansion de la civilisation, destruction des insectes due aux pesticides...). Telles sont les idées directrices, convenant plus particulièrement à l'image animée, que nous proposons pour vos films. Parmi les thèmes qui en découlent : le couple orchidée/insecte, les rites de la pollinisation, les secrets de la germination, les agressions de la civilisation, la bataille écologique pour la sauvegarde des orchidées et de l'environnement. Pour des motifs techniques, aucun film ne devra dépasser 10 minutes. Ils pourront être tournés en vidéo (standards, 8 mm, VHS ou Béta) ou en cinéma 16 mm (piste sonore optique ou magnétique sur le film lui-même).



PRIX DE LA RECHERCHE : POUR UNE DÉCOUVERTE RÉCENTE

Les orchidées, nous le savons, n'ont pas encore livré tous leurs secrets. Des travaux se poursuivent, sur leur reproduction notamment, ou sur leurs techniques de culture. Les domaines étudiés sont divers : semis, méristèmes, hybridations, nouveaux milieux, produits de culture, maladies, virus, etc...

Science & Vie décernera une récompense à un chercheur pour une découverte récente, la création d'un produit nouveau ou d'une technique de culture concernant les orchidées. Les concurrents devront adresser un bref mémoire sur leurs travaux en produisant si nécessaire les documents utiles à l'exposé.

Les résultats de l'ensemble des réponses seront publiés dans *Science & Vie* de mars 1988. Le concours sera donc clos le 15 janvier prochain pour permettre la réunion préalable du jury. Le règlement détaillé et la liste des prix seront publiés dans un prochain numéro. Mais d'ores et déjà, la chasse aux images est ouverte.

Roger Bellone

ECHOS DE LA RECHERCHE

ARCHÉOLOGIE

La "kolossale" affaire du colosse de Rhodes

"Qui dîne avec le Diable se fait roussir la moustache", dit un proverbe turc. On peut désormais enrichir ce proverbe sur les mauvaises fréquentations en y ajoutant : "Et qui fréquente des voyants extralucides."

En témoigne la rocambolesque affaire de la "main" du colosse de Rhodes, repêchée en juillet au large de Rhodes.

L'affaire a commencé de façon déconcertante. En mai, le directeur de l'agence littéraire anglaise Curtis Brown, Andrew Best, offre de vendre à notre confrère britannique *The Sunday Times* l'histoire d'un médium (ce n'est pas le singulier de média, en cette occurrence), Anne Dankbaar, voyante extralucide qui exerce ses dons à Adéaïde, Australie.

Mme Dankbaar a eu une transe : elle a vu les restes du célèbre colosse de Rhodes, une des sept merveilles du monde antique, gésir dans l'eau au large de Rhodes, bien évidemment.

Le colosse en question était une statue de 70 coudées de haut (ce qui, si l'on se réfère à la coudée égyptienne, ferait environ 35 m), réalisée en bronze et en douze ans, par le sculpteur local Charès de Lindos, entre 292 et 196 av. J.-C., pour servir de phare — pense-t-on — au port de Rhodes. Ce monument étonnant fut construit en hommage aux dieux en général, qui avaient sauvé la ville du siège du roi de Macédoine Demetrios I^{er} le Poliorcète, et, on ne sait exactement pour quelle raison, au dieu du

Soleil Helios en particulier, que représentait donc la statue.

En 225 av. J.-C., un tremblement de terre précipita le colosse dans la mer, et un oracle delphique interdit qu'on tentât de le reconstruire. Il compta néanmoins — avec les Pyramides (toujours présentes), le tombeau de Mausole à Halicarnasse (détruit), le temple de Diane à Ephèse (incendié par un agité nommé Erostrate qui cherchait la célébrité), les jardins suspendus de Babylone (disparus), le phare d'Alexandrie (détruit) et la gigantesque statue d'or et d'ivoire de Zeus à Olympie — parmi les chefs-d'œuvre absolus du génie humain.

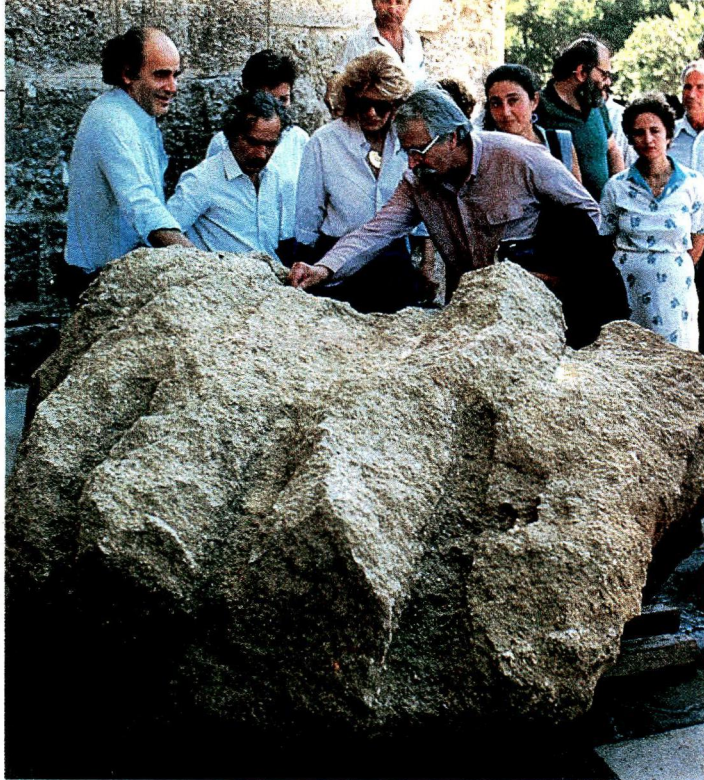
Donc, Mme Dankbaar a "vu" le colosse reposant au fond de l'eau. Ce n'est pas improbable, vu qu'il y a toujours quelque chose au fond de l'eau en Grèce, et que si l'on doit chercher le fameux colosse quelque part, ce n'est certes pas au large de Biarritz ou de Larmor-Plage : s'il est tombé quelque part, ce ne peut être que là...

Entrent alors en scène deux personnages de tout premier plan, Stathis Alexandris, ministre grec de la Marine, et Paraschos Kaillis, armateur de Rhodes. Ils organisent une expédition à l'endroit indiqué par Mme Dankbaar et hissent à la

surface un morceau de pierre d'une tonne environ, qui ressemble à "quelque chose". On peut y voir, avec un peu d'imagination, les vestiges d'une gigantesque main de pierre, dans laquelle beaucoup de gens s'empressent de voir, cette fois-ci de leurs yeux, le poing du colosse.

Et c'est ici que les experts s'empoignent, sinon les Romains. Comment une statue de bronze aurait-elle eu un poing de pierre ? On suppose d'abord que la statue aurait été sculptée dans la pierre, puis recouverte de plaques de bronze ; ce n'est pas impossible, mais cette hypothèse méconnaît totalement les témoignages historiques de l'époque, notamment ceux de Philon de Byzance, de Strabon et de Pline l'Ancien. Philon rapporte que la statue était bien en bronze et que, pour la soutenir (ce qui fut la tâche la plus difficile), Charès bâtit un échaffaudage de fer fixé dans des blocs de pierre. Dans ces conditions, on ne voit guère pourquoi le sculpteur aurait alourdi le poing ou la main de la statue, qui était en porte-à-faux (la statue représentait Hélios nu, le bras droit replié au-dessus de la tête, comme pour protéger ses propres rayons de ceux du Soleil, et le bras gauche tendu) d'un remplissage de pierre, que c'était été la main droite ou la gauche. De toute façon, cette objection est renforcée par le témoignage de Strabon, qui précise que les membres étaient creux et "béaient comme des cavernes", vu la dimension de la sculpture.

Il semble donc exclu que le bloc de pierre repêché sur les indications de Mme Dankbaar représente une des mains du colosse. Le Pr John Barron, directeur de l'Institut d'études classiques de l'université de Londres, dépêché par le *Sunday Times* à Rhodes pour donner son opinion sur cet objet de poiss, estime qu'il s'agit là d'un objet qui a bien été sculpté, mais qui est



La prétendue main du colosse, singulièrement, sans la moindre incrustation de coquillages.

beaucoup plus récent que le colosse. Il estime aussi que ce fragment n'a pas plus de deux siècles d'âge, en effet, et qu'il n'est pas resté dans l'eau très longtemps. Détail bizarre, même en ce cas : le bloc de pierre ne porte aucune trace de colonisation par les coquillages...

Et c'est là déjà une opinion troublante. Qui donc aurait sculpté une

main aussi gigantesque (elle mesure près de 2 m dans sa plus grande longueur) il y a deux siècles ? Et pour quoi faire ? Et pourquoi cet artiste titanique aurait-il ensuite jeté cette œuvre à l'eau ? Personne n'en sait rien. Les archéologues grecs, — dépêchés eux par Melina Mercouri, ministre de la Culture, — et qui ne semblent pas entretenir les rapports les plus cordiaux avec le ministre de la Marine, estiment que c'est là un brise-lame et pas du tout un morceau de sculpture. Mais on se demande pourquoi un brise-lame comporterait des rainures aussi nettes et profondes que celles qui sont censées repré-

Mme Dankbaar s'estime frustrée. On peut regretter qu'elle n'ait pas "vu" le colosse tel qu'il fut, devant le port de Rhodes : il n'en existe pas deux reconstitutions graphiques anciennes qui se ressemblent, ni qui, pour autant, soient vraisemblables.



senter les espaces interdigitaux.

Quant à Mme Dankbaar, elle, n'est pas du tout satisfaite de l'opération. Pour commencer, elle a ressenti en imposant les mains sur le fameux fragment, de "mauvaises vibrations" indiquant que ce n'est pas l'objet recherché. Mme Dankbaar se plaint même d'avoir été ridiculisée et même d'avoir été dépouillée des millions de dollars, pas moins, qu'elle attendait comme fruit de ses divinations. Cette dame ignorait tout, d'ailleurs, du malencontreux colosse, jusqu'à ce que Kaillis lui en eût parlé trois ans auparavant...

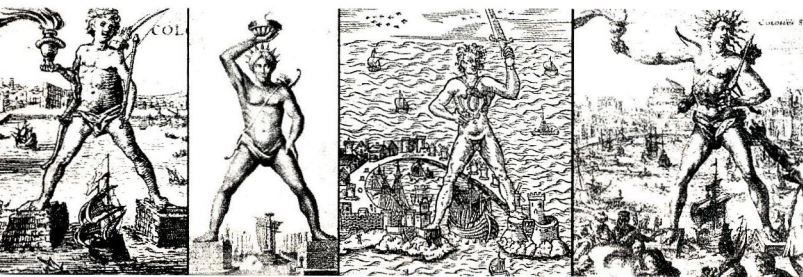
Les Grecs non plus ne sont pas très contents, car ils ne savent pas ce qu'ils ont trouvé et ils ne sont pas très sûrs de ne pas s'être fourvoyés en écoutant les vaticinations d'une ménagère australienne saisie de transes divinatrices. Il y a là-bas quelques moustaches roussies...

L'affaire est donc bien ténébreuse. Pour ajouter à la confusion, le navire *Poseidon* (bien nommé) qui a réalisé le sauvetage de cette main semblant faire un bras d'honneur, a envoyé en profondeur une caméra qui a filmé le fond sur lequel se trouvait le fameux vestige. Le Pr Barron a examiné ce film et y a repéré plein de vestiges, amphores, boulets de canon et — ce qui est le plus bizarre de tout — un morceau d'une sculpture représentant une sorte de calotte surmontée d'un soleil éclaté, rappelant étrangement les descriptions du soleil qui surmontait la statue d'Hélios.

Tout se présente donc comme si un sculpteur facétieux avait réalisé une réplique du colosse de Rhodes et l'avait précipitée à l'eau. Mais quand ? Une entreprise aussi formidable ne serait certes pas passée inaperçue, même si elle avait été réalisée il y a mille ou deux mille ans, puisque, en dépit du fait qu'il n'y avait pas de reporters à l'époque, on sait exactement comment ont fini les vestiges du colosse.

En 663, le général arabe Mavia récupéra ce qu'il put du bronze et l'expédia par bateau en Syrie ; là, les nobles vestiges furent achetés par un ferrailleur d'Edesse et vendus à l'empereur Constantin Porphyrogénète, qui chargea une caravane de 900 chameaux pour acheminer le bronze jusqu'à Byzance.

G.M.



Hamster chinois contre hépatite B

Coup de génie et coup de chance pour les virologues de l'Institut Pasteur : ils ont trouvé une technique pour faire un vaccin moins cher, plus puissant et plus rapide contre l'hépatite B.

Pour faire un vaccin contre un virus, il faut commencer par cultiver ce virus. Ce n'est pas toujours aisé. En ce qui concerne l'hépatite B, l'une des trois formes connues (les deux autres étant la forme A, la plus bénigne, l'autre, la non-A-non-B), et l'une des plus répandues et des plus dangereuses, on n'a pas encore trouvé de cultures de cellules sur lesquelles on puisse développer le virus.

Certes, celui-ci prendrait bien, en théorie, sur les cellules du foie, pour lesquelles il a une forte affinité, mais on ne sait pas non plus cultiver ces cellules. On aurait pu essayer d'infecter un animal, comme le singe, mais celui-ci ne développe pas, quand il est infecté, de véritable hépatite.

A la fin des années 70, l'équipe du Pr Maupas, à l'Institut de virologie de Tours, a trouvé une solution originale. L'Américain Krugman venait alors de montrer qu'un extrait brut, inactivé, de sang d'un porteur chronique (c'est-à-dire d'un malade dont le système immunitaire n'a pas été assez fort pour éliminer le virus, et qui souffre donc de la maladie sous une forme latente) pouvait, lorsqu'il était inoculé à des enfants, déclencher en eux une réaction de protection, comparable à celle d'un vaccin.

Le Pr Maupas purifia l'agent principal de cette réaction, l'enveloppe externe du virus, qu'on appelle antigène HBs. Et il décida alors d'en faire le principe de base de ce qui allait devenir le premier vaccin contre l'hépatite B. Un problème majeur se présentait toutefois : la purification de l'antigène HBs. Les autorités sanitaires exigent de plus en plus, en effet, que les vaccins ne contiennent strictement rien d'autre que l'agent déclenchant la réaction immunitaire. Le Sida a, et à bon droit, renforcé cette prudence. La purification de l'antigène HBs était possible, la

preuve en est que le vaccin fut bien réalisé et commercialisé en France en 1981 et, la même année, aux Etats-Unis par la firme Merck, Sharp & Dohme. Mais les nombreux tests nécessaires le rendaient coûteux.

On chercha donc une technique qui permit de réaliser directement l'antigène et celui-là seul, au lieu de l'extraire du sang des malades, ce qui exposait les produits injectables au risque de contamination. On recourut évidemment à l'ingénierie génétique. Projet : faire réaliser, par un hôte auquel on aurait injecté les gènes nécessaires, l'enveloppe du virus et elle seule. Comme d'habitude, on pensa à *Escherichia coli*, mais on dut y renoncer, car la protéine de l'enveloppe virale est toxique pour cette bactérie. On est donc passé à un autre type d'hôte, une levure, autre unicellulaire mais plus développée qu'*E. coli*. Et l'on a réussi, de la sorte, à produire un vaccin.

Aux Etats-Unis, c'est encore Merck, Sharp & Dohme qui l'a commercialisé, et une firme belge, RIT, a également réussi un vaccin selon la même technique. Une autre méthode promet d'aboutir à une troisième forme de ce vaccin ; elle consiste à faire produire l'antigène HBs par un autre virus, celui de la vaccine. Ce sont les Américains Moss et Paoletti qui ont songé à ce support original. Une quatrième forme est en vue : imaginée au Japon, elle consiste à faire produire l'antigène HBs par des cellules du foie rendues viables, cultivables et immortelles par le cancer. Il faut toutefois préciser que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est réservée à l'égard de cette dernière méthode, car faire produire un vaccin par des cellules cancéreuses n'inspire évidemment pas confiance.

Une cinquième forme, enfin, est née en France, à l'Institut Pasteur : Pierre Tiollais, Marie-Louise Mi-

chel et leur équipe ont, eux, imaginé de faire produire l'antigène HBs par des cellules de hamster chinois. Mais l'opération restait complexe.

A Pasteur, on commença par le commencement, c'est-à-dire par l'analyse minutieuse de l'enveloppe virale, et là, on fit une découverte majeure : contrairement à ce que l'on avait cru, l'antigène HBs n'est pas constitué d'une seule protéine. C'est une structure de deux protéines, une grosse et une moyenne, celle-ci présentant une particularité très intéressante : elle déclenche la sécrétion précoce d'anticorps dirigés contre elle, la grosse protéine ne provoquant la réaction immunitaire que dans un second temps. Un vaccin comprenant les deux protéines de l'enveloppe doit donc protéger l'organisme de manière plus sûre, parce que plus intense et plus prompte.

Détail pittoresque : l'idée des cellules de hamsters est venue aux gens de Pasteur parce qu'ils n'étaient pas rompus aux techniques de travail sur levures. Ce qui n'est pas étonnant, car chaque laboratoire dans le monde a son domaine d'élection.

Mais ce handicap semble assurer trois avantages au "vaccin Pasteur". D'abord, il est moins cher. Ensuite, il est plus simple à fabriquer, parce qu'il ne comporte pas l'étape indispensable dans la réalisation de l'antigène par des levures, qui est le broyage de ces levures avant la récupération de l'antigène. Enfin, Tiollais, Michel et leur équipe pensent que leur vaccin devrait aussi protéger des sujets qui ont déjà dans le sang la protéine moyenne.

Les essais cliniques, qui ont débuté, devraient apporter dans quelques mois la confirmation de ces avantages. Et, si tout va bien, le nouveau vaccin sera commercialisé en 1988.

Clientèle potentielle énorme : rien qu'en Chine, on compte 500 000 nouveaux cas par an et, rien qu'en Extrême-Orient, 150 millions de porteurs chroniques, dont les femmes susceptibles d'infecter leurs fœtus.

I.V. et F.V.

Et dix kilos d'ail avec ! Certaines coquilles Saint-Jacques peuvent atteindre 400 kg et vivre 200 ans.

CARTOGRAPHIE

ÉLEVAGE

L'affaire de la carte du Vinland : pas nécessairement fausse

En 1957, on a commencé à s'intéresser, aux Etats-Unis et dans le monde, à une carte géographique extrêmement bizarre, qui représentait les reliefs côtiers essentiels de l'Atlantique nord, y compris la terre américaine du Newfoundland. Elle était au moins antérieure de 50 ans à la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb.

En témoignait le fait que la carte portait des trous de vers exactement correspondants à ceux de deux autres documents anciens : *La Relation tartare* du missionnaire De Plano Carpini, récit d'une expédition dans l'empire mongol du XIII^e siècle, et le *Speculum Historiale* de Vincent de Beauvais, avec lesquels elle avait été reliée. Certains cartographes émettent alors l'hypothèse que la carte pouvait avoir été réalisée tardivement, sur la base d'informations transmises au VII^e ou VIII^e siècle par les Vikings. Cette hypothèse était basée sur le fait que le Newfoundland y était appelé Vinland, "Terre des vignes" en nordique, et que le graphisme semblait nordique lui aussi.

L'hypothèse d'une découverte de l'Amérique antérieure à Colomb est aujourd'hui très largement admise, car les archéologues ont découvert au Canada des preuves claires du débarquement de Vikings au Nouveau Monde plusieurs siècles avant Colomb. Toutefois, la "carte du Vinland" déclencha l'humeur combative de nombreux spécialistes, et en 1974, elle fut soumise à l'expertise de Walter C. McCrone, un spécialiste de la microscopie de Chicago. Tant d'honneur procédait du fait que le document était la propriété de l'université Yale (à laquelle elle avait été offerte anonymement, en fait, par le millionnaire Paul D. Mellon, pense-t-on). Or, les universités n'aiment guère conserver dans leurs fonds des documents douteux. L'expertise de McCrone fut négative : ayant examiné 29 spécimens microscopiques du vélin et de l'encre, au microscope et aux rayons X, McCrone annonça que l'encre contenait des quantités importan-

tes de dioxyde de titane, pigment blanc qui n'a été découvert qu'en 1917. Triomphe des sceptiques : la carte était un faux.

Mais récemment, Thomas Cahill, directeur du laboratoire nucléaire Crocker, de l'université Davis, et son équipe ont repris l'analyse du document, et de manière non moins scientifique que McCrone : ils ont dirigé sur le document un puissant faisceau de protons, et ils ont trouvé que l'encre ne contient en fait que des traces de dioxyde de titane, ce qui n'est pas du tout incompatible avec ce que l'on sait des encres au Moyen Age.

Leur technique est classique : les protons qui heurtent des atomes, en l'occurrence ceux de la carte, émettent des rayons X à des niveaux d'énergie qui correspondent aux éléments heurtés. Bien évidemment, McCrone a fait savoir qu'il considère la publication des travaux de Cahill comme une "déclaration de guerre" ; on se demande bien pourquoi, car Cahill a mené son examen de manière au moins aussi scientifique que lui, et avec des techniques plus performantes. Mais il semble que McCrone soit un sceptique-né : il est de ceux qui ont décidé, avant tout examen, que le Suaire de Turin, par exemple, est un faux.

Cahill ne dit pas que la carte du Vinland est authentique : il se limite à observer que les raisons pour lesquelles on a déclaré que c'est un faux ne résistent pas à l'analyse scientifique.

Ce genre de querelles prend un poids particulier en une époque où les objets anciens acquièrent une valeur parfois considérable et à quelques mois, semble-t-il, d'une nouvelle tentative d'analyse du Suaire de Turin, déjà cité. G.M.

Un anabolisant peut en cacher un autre

Les anabolisants, les naturels et les synthétiques, risquent de se trouver remis sur la sellette. Les autorités vétérinaires françaises et européennes ne semblent pas se montrer plus favorables aux uns qu'aux autres, comme nous l'indiquent des informations provenant de Bruxelles.

Le Pr Gilbert Mouthon, de l'école vétérinaire de Maisons-Alfort, expert et spécialiste de la question, nous signale, en effet, et à l'occasion d'un article que nous avons publié sur la question (*Science & Vie* n° 759, décembre 1980), que le seul moyen de détecter facilement la présence d'anabolisants de synthèse, à l'exception du DES, dans des viandes d'animaux d'élevage serait par la spectrographie de masse — méthode infiniment trop coûteuse pour être pratiquée régulièrement.

Interdire ceux-ci et autoriser les anabolisants naturels, qui sont peu toxiques aux doses préconisées, recèlerait un redoutable piège. En effet, tous les anabolisants se repèrent ordinairement à l'œil nu par leurs conséquences, c'est-à-dire les dimensions anormales de deux glandes, la prostate et les glandes de Bartholin.

Un inspecteur qui trouverait sur une carcasse d'animal ces glandes hypertrophiées n'aurait rien à redire, l'éleveur pouvant lui répondre : "Mais vous savez bien que les anabolisants naturels provoquent ces hypertrophies." Ce qui est vrai.

Mais comme les anabolisants de synthèse aussi provoquent ces hypertrophies, l'inspecteur ne pourrait vérifier leur présence qu'en recourant à la spectrographie de masse, comme on l'a dit plus haut, ce qui est impossible à grande échelle, pour des raisons économiques (outre le prix de l'analyse, l'immobilisation des carcasses, donc leur dépréciation). Il en découle que les anabolisants naturels pourraient servir de para-

La mystérieuse maladie américaine du lac Tahoe

vent aux anabolisants de synthèse. Quant à défendre les anabolisants naturels seuls, arguant qu'ils sont peu toxiques, ce n'est pas très intéressant, car, comme le rapporte le Pr Mouthon, ils n'ont pas une efficacité suffisante aux doses préconisées. Leur seul intérêt réel pour des éleveurs peu scrupuleux est leur capacité à masquer les autres.

Mais comment, désormais, faire de l'élevage absolument sans anabolisants ? C'est possible, à la condition de changer complètement certaines conditions d'élevage, ce que beaucoup d'éleveurs souhaitent d'ailleurs, tout en étant réaliste économiquement. **G.M.**

Les vendra-t-on aux enchères ? Des éléphants du zoo de Syracuse, dans l'Etat de New York, auxquels on avait donné du papier et des couleurs, ont réalisé des "peintures". Elles sont raisonnablement centrées et témoignent d'un certain sens des formes. En tout cas, les éléphants savent bien ce qu'ils veulent, car ils travaillent sur leur papier pendant un certain temps, puis passent à la feuille suivante, ce qui semble indiquer qu'ils estiment avoir fini leur ouvrage.

945 poulets, 7 agneaux, 5 veaux, 4 bœufs, 6 porcs, 37 593 œufs, 42 t de légumes verts, 9 500 l de lait, 25,5 t de sucre, 76,6 t de blé, 12,7 t de fruits, 7,6 t de poisson, 1,3 t de sel, 1,9 t de café, 10 660 l d'huile, 6 000 l de bière, 13 450 l de vin... Tel est l'inventaire de ce qu'un petit d'homme — bien né — mangera au cours de sa vie. Emmanuel Laurent a dressé la table et FR 3 sert le festin à l'œil, les mercredis 19, 26 août et 2 septembre à 23 heures dans *Le cantique des cantines*. Dédié aux sœurs Tatin, ce bouffe-opéra en trois actes digère nos coutumes, fantasmes et symboles. Trois compères en concoctent la recette et trois baladins hachent le menu en chansons. A déguster : l'étymologie de "pique-nique" ou d'"obésité", et la scène du réfrigérateur, où chaque membre de la famille va puiser le réconfort maternel si bien conservé dans la glace de ce foyer moderne. ▼



L'Amérique semble jouir depuis quelques années du privilège douteux de lancer de nouvelles maladies. Après la maladie des Légionnaires, le choc toxique mortel, le Sida, sans parler d'une forme épidémique de l'herpès (qui semble inconnue ailleurs), voici qu'une nouvelle maladie, ou plutôt un nouveau syndrome, dérouté les praticiens d'outre-Atlantique.

On l'appelle, pour le moment "maladie du lac Tahoe", parce qu'elle a fait son apparition dans un lieu de villégiature pour privilégiés, qui se trouve sur les rives du lac Tahoe, à la frontière des Etats de Californie et du Nevada. Mais depuis quelques mois, elle a gagné bien d'autres régions, telles que la Californie. Les symptômes sont déroutants : tout d'un coup, apparaît une grande et insurmontable fatigue, accompagnée de dépression indéfinissable — car il existe quand même des formes déterminées de dépression — avec une coloration hystérique. Bizarrement, la maladie du lac Tahoe atteint des gens d'une même classe sociale, relativement aisée, celle que l'on désigne sous le vocable de "yuppie" (pour *Young Urban Professional*), à peu près l'équivalent de nos BCBG.

Une dizaine de milliers de personnes en sont atteintes et, comme c'est le cas pour bien d'autres maladies, elles se sont constituées en association ; et les médecins, qui commencent à se demander ce que peut bien être cette épidémie, lui ont consacré un premier colloque en juillet.

Bien évidemment, on pense à une infection virale. Il existe au moins une maladie connue, l'angine à mononucléose, causée par un virus de la détestable famille Ebstein-Barr, qui provoque une fatigue intense et susceptible de s'étendre sur plusieurs semaines, voire des mois.

Le Pr Guy de Thé, de la faculté Alexis Carrel, qui connaît bien la virologie et les problèmes du Sida, a assisté à ce colloque et rapporte qu'effectivement, on a dépisté chez

les "malades" du lac Tahoe des traces d'infection par un virus d'Ebstein-Barr. Cette infection se dépiste aux anticorps déclenchés contre le virus, qui demeurent plusieurs mois, voire toujours, dans l'organisme, car le virus de l'herpès, par exemple (qui appartient aussi à la famille Ebstein-Barr) demeure toute la vie dans les cellules à l'état de latence, déclenchant des éruptions à la faveur d'une baisse de l'immunité, par exemple après une forte fièvre.

On tiendrait donc là une explication de la mystérieuse maladie. Toutefois, la fatigue causée par l'angine à mononucléose, par exemple, s'estompe au bout de quelques semaines en général. Or, beaucoup des victimes de la nouvelle maladie souffrent de cette fatigue depuis plusieurs années, ce qui est bizarre. De plus, le Pr Robert Gallo, chef de la recherche américaine dans le domaine du Sida, a isolé chez les victimes de cette maladie, un virus de l'herpès d'un type nouveau ; il existait jusqu'ici deux types de virus de l'herpès : le type I, qui provoque des éruptions cutanées et muqueuses non génitales, et le type II, qui déclenche des éruptions génitales. Ce nouveau virus, qu'il a appelé HBLV, il l'a justement retrouvé chez les "malades" du lac Tahoe.

De fil en aiguille, on en est donc venu, inévitablement, à se demander si la maladie du lac Tahoe ne constituerait pas un prodrome du Sida. Mais ces malades ne sont pas séropositifs.

On peut certes imaginer que l'infection herpétique provoque des troubles du système nerveux ; ce n'est qu'une hypothèse, et elle doit être dûment vérifiée avant qu'on lui accorde un crédit particulier. Mais, de plus en plus, des psychiatres tels que le Dr Zarifian, du CHU de Caen, et plusieurs de ses confrères américains, se demandent si, en fin de compte, la maladie du lac Tahoe ne serait pas tout bonnement une névrose déclenchée par l'obsession du Sida...

ASTRONOMIE

PALÉONTOLOGIE

"Il y a plus de choses dans le ciel..."

*... Que ta philosophie, Horatio, n'en saurait concevoir ",
rappelait Hamlet à son ami. Les astronomes viennent, une
fois de plus, de vérifier le bien-fondé de ce rappel à l'humilité.*

Ils ont, en effet, découvert dans le Nuage de Magellan, qu'ils croyaient pourtant bien connaître, un objet déconcertant : à deux semaines-lumière, soit trois milliards et demi de kilomètres, de la Supernova 1987A, objet plus brillant que la supernova elle-même. Ils, c'est-à-dire Peter Nisenson et Costas Papiolios, du centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, ont fourni les données sur cet objet à l'ordinateur du centre. Mais celui-ci s'est déclaré incapable de résoudre l'énigme. Il semblerait cependant que le "père" de l'objet soit Sanduleak 69 202, une étoile bleue supergéante. Sanduleak aurait imploré et son cœur se serait transformé en une étoile à neutrons superdense. Ou en pulsar.

Par ailleurs, une équipe d'astronomes canadiens est sur la piste d'une belle découverte : celle d'une cohorte de planètes encore inconnues, à l'extérieur du système solaire. De 300 à 3 000 fois plus gros

que la Terre, ces corps célestes ont révélé indirectement leur existence, par les anomalies dans les mouvements de certaines étoiles, anomalies qui seraient évidemment dues à l'attraction gravitationnelle de gros objets voisins. Il n'est pas tout à fait sûr que ce soient exactement des planètes "solides", au sens où nous l'entendons dans le système solaire ; ce seraient plutôt de gros objets gazeux, se rapprochant de Jupiter par leur composition et que l'on désigne sous le nom de "naines brunes".

Comme on pouvait s'y attendre, cette hypothèse de planètes extérieures a ranimé les recherches et le débat sur la fameuse Planète X — X à la fois parce qu'elle est hypothétique et parce qu'elle serait la dixième du système solaire. On avait imaginé que les données recueillies par deux engins Pioneer, 10 et 11, qui sont déjà à quatre milliards de kilomètres du Soleil, en route vers l'espace interplanétaire, apporteraient quelque substance pour consolider ou réfuter les théories de certains astronomes. Or, leur déchiffrement, qui est confié au Dr John Anderson, du célèbre Jet Propulsion Laboratory américain, n'infirme ni ne confirme rien. Si cette planète existe, observe Anderson, elle suivrait une orbite très allongée, perpendiculaire à celles des planètes du système solaire qui la ramènerait à proximité de celui-ci tous les 700 ou 1 000 ans.

Rappelons que l'hypothèse d'une dixième planète remonte aux observations d'anomalies dans le mouvement des planètes, relevées au XIX^e siècle.

On a vérifié récemment que ces observations étaient exactes. Elles indiquent que la planète est vraisemblablement cinq fois plus massive que la Terre. Car si elle était moins massive, elle ne pourrait pas modifier les mouvements de Neptune. **G.M.**

Le créationnisme n'est pas une science

Il y a près d'un siècle que les fondamentalistes religieux américains mènent combat contre l'évolutionnisme, considéré comme un subterfuge de Satan et un Cheval de Troie du matérialisme communiste. Ils entendent, sinon y substituer la lecture de la Bible comme seul ouvrage scientifique, du moins imposer dans les écoles un temps d'enseignement de la Bible égal à celui qui est dévolu au néodarwinisme. La partie sembla gagnée quand le Congrès américain vota, en 1981, le Balanced Treatment Act, qui stipulait que l'enseignement d'un point de vue donné doit être équilibré par celui du point de vue contradictoire. Mais à peine votée, cette loi fut contestée en Cour suprême et annulée en jurisprudence. L'Etat de Louisiane, qui chercha récemment à imposer l'enseignement de la Bible, vient de perdre sa cause devant la même Cour suprême, qui a excipé du premier amendement de la Constitution. La Cour a estimé que le créationnisme est une croyance religieuse, alors que l'évolutionnisme ressortit à la science, et que l'Etat n'a pas à voter une loi favorisant des intérêts religieux particuliers. Ainsi ont été évitées des rééditions du célèbre et scandaleux procès qui opposa un professeur de sciences naturelles à l'Etat du Tennessee, en 1927. Ce professeur, Scopes, enseignait le darwinisme... **G.M.**

Les pommes de terre produisent leur propre insecticide, la leptine, pour repousser leurs propres parasites. La leptine, qui est toxique pour l'homme à fortes doses, ne se trouve toutefois que dans les feuilles. C'est le résultat de recherches qui ont été menées par le Département américain de l'agriculture.

Cratère météoritique de plus de 2,5 km de profondeur et de 40 km de diamètre découvert au large de la Nouvelle-Ecosse : il se trouve à un millier de mètres de profondeur, au sud de Halifax. On a analysé ce trou : il est très riche en iridium.

Rumeurs sur le Bergasol.

Match nul entre les experts et les accusateurs. Le célèbre produit "bronzant" à base de psoralènes avait été mis sur la sellette en septembre dernier par la Commission de la sécurité des consommateurs, qui avait demandé aux pouvoirs publics qu'on le retirât de la vente, en raison de prétendus risques cancérigènes. Base des accusations : des essais sur la souris. Mais les accusateurs avaient apparemment oublié que la peau de la souris ne contient pas de mélanine, le pigment dermique dont les psoralènes stimulent la production chez l'homme. La souris ne peut donc être en aucune manière un modèle expérimental en la matière. Par ailleurs, des études réalisées en Amérique et Australie ont démontré que le Bergasol accélère bien la pigmentation de la peau, ce qui contribue à protéger celle-ci contre les ultraviolets. On attend toutefois que les experts nommés par le ministre de la Santé déposent leurs conclusions.

Remonter le temps à Bidon

Bidon, capitale de la Préhistoire, ça ne fait pas très sérieux. Et pourtant, c'est bien à Bidon, petit village d'Ardèche, que s'est ouvert le 1^{er} juin le seul "Préhistorama" d'Europe. Préhistorama, entendez par là un musée consacré uniquement à l'évolution de l'Homme, et essentiellement sous forme de dioramas, avec des personnages grandeur nature. Un musée Grévin de la Préhistoire, en quelque sorte.

Ce n'est évidemment pas le Louvre, ni le Musée de l'Homme du Trocadéro, mais, sur 400 m², on peut voir et comprendre l'évolution de l'espèce humaine : depuis Lucy, une jeune fille (car, comme chacun le sait, le premier homme était une femme) de plus de trois millions d'années et qui est à ce jour le plus ancien squelette jamais découvert, aux premiers métallurgistes de l'Âge de bronze.

Au total, une vingtaine de dioramas, avec des personnages en situation, en train de fabriquer des silex biface ou de chasser le renne. Une superbe machine à remonter le temps.

La personnalité du créateur de ce Préhistorama, Eirik Granqvist, 43 ans, finlandais, ancien conservateur du musée zoologique d'Helsinki, a certainement beaucoup contribué à cette création. Spécialiste de la taxidermie, il est connu dans le monde entier : il a séjourné à



plusieurs reprises en URSS, et les Américains ont fait appel à lui pour naturaliser un bison découvert congelé en Alaska. Le musée de Santiago du Chili lui a également demandé de "naturaliser" le cadavre du Petit Prince, un jeune souverain inca découvert dans les neiges éternelles des Andes. « Bien souvent, dit-il, les scientifiques font des musées compliqués pour masquer leurs propres faiblesses ; moi, je veux que le plus petit des gamins puisse comprendre du premier coup d'œil ».

Pédagogiques et cependant minutieux, ses dioramas sont réalisés d'après des chantiers de fouille. Granqvist lui-même en a modelé les personnages, et les décors ont été peints par un spécialiste venu exprès des Pays-Bas.

Le préhistorama de Bidon devrait accueillir dès cette saison 30

à 40 000 visiteurs. Du moins le prévoit Granqvist, qui a investi une bonne partie de ses économies dans le projet.

La municipalité n'a pas été indifférente à son dévouement : elle a emprunté 800 000 F pour l'infrastructure et la construction du bâtiment, dont la superficie devrait doubler d'ici deux ans, pour abriter des reproductions d'animaux de la Préhistoire.

Pour accéder au Préhistorama, il faut emprunter la route touristique des gorges de l'Ardèche, entre Vallon-Pont-d'Arc et Saint-Martin-d'Ardèche, le village de Bidon est indiqué. Ouvert du 1^{er} avril au 30 septembre, tous les jours de 10 h à 19 h. Entrée : adultes, 20 F ; enfants, 10 F ; groupes scolaires, 8 F. Le musée est accessible aux handicapés en chaise roulante. Tél. 75 04 38 55. E.S.



Moustiques et Sida. On a nourri des moustiques avec du sang infecté par le virus du Sida : ils l'absorbent bien et le gardent trois jours environ dans le sang, mais il n'existe aucune raison de croire qu'ils le transmettent aux gens qu'ils piquent, comme l'indiquent plusieurs expériences entomologiques menées en Floride. Reste à savoir pourquoi les moustiques ne transmettraient pas ces germes-là

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Jean-Michel Bader, Gerald Messadié, Marie-Laure Moinet, Eric Schingz, Isabelle Verbaere et Francine Vermeersch.

Le plus cultivé de



Télérama c'est d'abord les programmes télé bien sûr. Et avec le nouveau Télérama, choisir devient plaisir. C'est précis, c'est pratique : vous avez toutes les chaînes regroupées jour par jour et heure par heure, avec des astuces pour tout apprécier en un clin d'œil.

s magazines télé



Mais Télérâma c'est aussi et toujours le magazine de tous les spectacles et de toutes les émotions : radios, cinéma, musiques, théâtre, livres. 70 journalistes à la recherche de tout ce qui est beau et de tout ce qui est neuf dans notre paysage culturel. Un "plus" de Télérâma.

GRAND BRUIT AUTOUR D'UNE HÉLICE SILENCIEUSE

*Une affaire
de détournement technologique,
sous
forme de
vente
à l'Union soviétique d'un matériel "défendu",
bouleverserait le rapport de force
entre les deux super-grands. L'Amérique perdrait
un grand atout dans la lutte anti-sous-marine.*



Dans la sinistre partie de cache-cache que l'Est et l'Ouest se livrent sous la couverture opaque des océans, le silence est d'or. La vraie guerre est celle des décibels. Ne pas être entendu, voilà la règle suprême du sous-marinier. L'ennemi est constamment à l'écoute : le ronron des moteurs, le souffle d'une pompe, un outil qui tombe et fait résonner la coque — autant d'indices sonores, retransmis par l'eau, qui trahissent la présence de l'adversaire dans son repaire invisible.

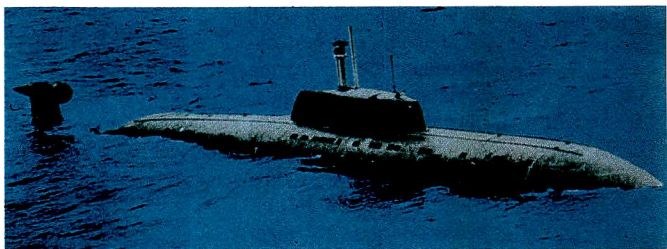
Le sous-marin est devenu le plus redoutable vecteur de dissuasion dans l'arsenal thermonucléaire d'aujourd'hui. L'arme ultime de la stratégie, pour les deux camps. Si un conflit éclatait, c'est lui qui en déterminerait le dénouement. Repérer les bâtiments ennemis en plongée est l'obsession moderne des états-majors. Depuis l'avènement, en 1950, du sous-marin à propulsion nucléaire, capable de descendre à 400 m et de naviguer en immersion à 30 ou même 40 nœuds (1), toutes les grandes marines du monde ont accordé la priorité au problème de la détection anti-sous-marin. Des milliers d'oreilles artificielles sont à l'affût du moindre bruit anormal venu de l'intérieur des mers. Le sonar, qui utilise la réflexion des ultrasons, est sensible aux ondes propagées en milieu marin. Différents types d'appareils, à émission et réception basse fréquence, sont embarqués à bord de navires, où ils servent d'appareils d'écoute. Leur portée reste cependant aléatoire et tributaire des conditions bathymétriques : la densité, la salinité et, surtout, la température de l'eau.

La surveillance s'opère aussi à l'aide d'avions et d'hélicoptères qui captent les signaux envoyés par des bouées sonores. Les messages sont consignés dans des enregistreurs magnétiques pour être dépouillés à terre. Chaque famille de sous-marins émet un bruit spécifique ; on sait, grâce à des moyens de calculs puissants, reconnaître à quelle classe de navires appartient l'objet suspect, par la seule analyse des sons recueillis (2).

L'hydrophone est un autre outil de détection, utilisé en immersion. C'est un transducteur (3) électro-acoustique qui, dans les liquides, transforme les oscillations acoustiques en oscillations électriques. Il équipe des structures fixes, entre autres le gigantesque système *Sosus* américain, qui assure la couverture anti-sous-marine de tout le plateau continental des Etats-Unis. Les hydrophones de ce réseau sont reliés par câbles à des stations ter-

restres. On en trouve aussi dans des installations mobiles, remorqués par bateaux, comme dans le cas du système *Sutass* de l'US Navy.

S'arranger pour entendre l'autre, bien sûr. Réussir en plus à n'être pas entendu par lui, c'est mieux. Depuis trente ans, les Etats-Unis et leurs alliés jouissent de l'avantage absolu dans l'insonorisation de leur flotte sous-marine. Sous l'eau, le jeu de cache-cache avec les forces soviétiques a toujours penché nettement en faveur des Occidentaux, malgré la faiblesse numérique de leur effectif. C'est que, tout simplement, les Soviétiques ne savaient pas construire des sous-marins silencieux. Parmi les principales raisons : l'art d'usiner les hélices, d'arriver à un surfacage impeccable des pales, facteur déterminant pour que l'eau soit brassée sans bruit pendant la propulsion du navire. Or, la technique — incarnée dans une machine-outil japonaise pilotée par un logiciel norvégien de pointe — qui conduit les hélices à travailler discrètement était un secret industriel jalousement caché aux



Une nouvelle gamme de sous-marins soviétiques plus performants, plus silencieux...

Selon les Américains, la technologie livrée aux Soviétiques par Toshiba leur aurait permis de lancer à partir de 1983 une gamme de sous-marins océaniques "Akula", "Sierra" et "Mike" plus silencieux que les précédents des classes "Victor", "Echo" et "Hotel".

Akula. Longs de 351 m, avec un diamètre maximal de 36,7 m. Propulsion nucléaire. Vitesse de 30 nœuds, 8 000 tonnes en plongée. Torpilles de 553 et 650 mm et missiles SS-NX-21, SS-N-16 et SS-N-15.

Mike. Propulsion par deux réacteurs nucléaires refroidis par métal. 9 700 tonnes en plongée, vitesse de 35 nœuds. Diamètre maximal 39,4 m, longueur 360 m. Coque vraisemblablement en titane. Ce type de sous-marins serait doté de missiles SS-N-15, SS-N-16 et SS-NX-21 de 3 000 km de portée.

Sierra. Propulsion par deux réacteurs nucléaires. 352,6 m de long pour un diamètre de 40,7 m. Déplaçant 8 000 tonnes en plongée à la vitesse de 32 nœuds. Ce type de sous-marins peut opérer à 550 m de profondeur. Il transporte des missiles SS-N-15, SS-N-16 et SS-NX-21 à la place de torpilles. Tous ces nouveaux types de sous-marins peuvent déposer des mines par les tubes lance-torpilles.

(1) C'est-à-dire jusqu'à quelque 75 km/h, plus vite qu'un navire de surface.

(2) Le lecteur pourra lire avec profit le roman de Tom Clancy, *Tempête rouge* (Albin Michel), qui décrit, avec une grande précision technique, ce que pourrait être un affrontement Est-Ouest dans l'Atlantique-Nord.

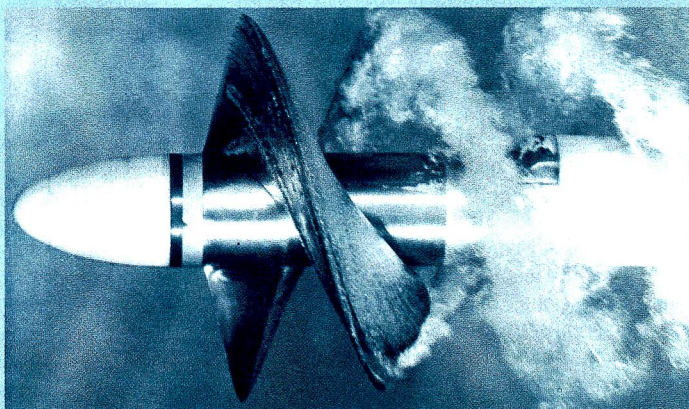
(3) Dispositif qui sert à convertir une énergie en une autre. Un microphone, par exemple, est un transducteur électro-acoustique.

Soviétiques par les constructeurs navals occidentaux.

Il y a un peu plus d'un ans, la marine américaine commence à remarquer que les sous-marins russes ne se manifestent plus aussi bruyamment qu'avant. On a subitement plus de mal à les pister. On les détectait à 80 km ; on ne le peut plus, au moins selon les Japonais, qu'à 75 km. Ils échappent plus aisément aux instruments de détection que l'Amérique a mis en place. D'un coup, les hélices *made in USSR* sont devenues muettes, ou presque. A Washington, le Département de la défense est en émoi. La soudaine percée technologique de la marine soviétique apparaît inexplicable. Quand on connaît le niveau de l'informatique industrielle du pays, il est impensable que les ingénieurs soviétiques aient d'eux-mêmes rattrapé le temps perdu et développé par leurs seuls moyens les équipements extrêmement complexes qu'exige la robotisation des méthodes de fabrication des hélices. Les services de renseignements américains connaissent parfaitement l'état d'avancement des différentes technologies en URSS ; or, cette dernière n'est pas prête pour créer les systèmes nécessaires à la tâche en question.

Donc, on enquête. On découvre que le "transfert de technologie" aux Soviétiques a été clandestinement effectué, en ce qui concerne la partie mécanique de l'équipement, par une firme japonaise, la Toshiba Machine Co. Ltd, filiale de la Toshiba Corp., géant mondial de

BULLES, JETS ET TOURBILLONS : LA CAVITATION



Pressenti par le mathématicien Euler dès le XVIII^e siècle, le phénomène de la cavitation ne fut réellement étudié qu'à la fin du XIX^e, et surtout depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale dans le cadre des recherches sur la mise au point des sous-marins stratégiques.

Un liquide engendre un phénomène de cavitation lorsqu'il est soumis à une dépression suffisamment intense pour qu'une fraction s'en évapore sous forme de bulles : c'est le cas de l'eau de mer, qui contient des gaz en dissolution. En effet, un liquide parfaitement pur et dégazé peut subir, à température ordinaire, des dépressions considérables, sans manifester pour autant le moindre signe de décohésion. Mais ce n'est pas la seule cause de formation des bulles : en plus des gaz dissous, un liquide peut contenir en suspension des microbulles de gaz non condensables ou de particules solides, pouvant elles-mêmes retenir des microcavités de gaz dont les dimensions varient de 1 à 100 microns, sinon plus. Certaines de ces impuretés sont appelées "germes de cavitation".

Comment les bulles se développent-elles à partir de ces germes ? Un paramètre joue ici un rôle essentiel : la "pression de vapeur saturante", pour laquelle il y a équilibre entre la phase liquide et la phase vapeur du milieu étudié — l'eau, par exemple. Si la pres-

sion extérieure diminue lentement, les microbulles de gaz non condensables qui constituent les germes augmentent de volume, selon la loi de compressibilité des gaz.

Le rayon de ces bulles dépend directement des pressions et des forces s'exerçant à l'intérieur, à la surface et à l'extérieur de chacune des bulles. A l'intérieur, la pression du gaz non condensable et la pression de l'eau tendent à la dilater ; en revanche, la tension à l'interface bulle-liquide et la pression extérieure tendent à la comprimer. A chaque instant, l'équilibre se fait donc entre ces différentes contributions, et la bulle garde une dimension constante.

Mais, si la pression devient inférieure à un certain seuil critique, il n'y a plus d'équilibre possible, car la tension à l'interface bulle-liquide est inversement proportionnelle au rayon de la bulle : aussi devient-elle trop faible pour équilibrer la résultante des autres pressions, et le rayon croît-il indéfiniment, même si la pression extérieure demeure constante.

Si la pression remonte au-dessus de la pression critique, la bulle implose ou "collapse". Ce phénomène (dont la durée est de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} seconde) et l'onde de pression qui lui est associée constituent le fait saillant de la cavitation. Quant à la pression

l'électronique professionnelle et grand public⁽⁴⁾ ; et, en ce qui concerne la programmation du système, par la Kongsberg Vaapenfabrikk, société norvégienne à participation majoritaire de l'Etat. Ces honorables sociétés ont exporté illégalement vers l'URSS des machines-outils assistées par ordinateur, qui permettent de façonner automatique-

(4) Chiffre d'affaires en 1986 : 25 milliards de dollars. Bénéfices : 250 millions de dollars.

critique, elle varie en fonction de la taille initiale des bulles.

Mais la cavitation ne se présente pas seulement sous forme de bulles gazeuses : elle peut prendre divers aspects selon les variations de pression et les conditions d'écoulement du liquide. Dans un liquide au repos, les variations sont en général créées par des vibrations à haute fréquence, et la cavitation se présente sous forme de nuages de bulles. Lorsque ces variations sont liées à un écoulement contournant un obstacle (aube de turbine hydraulique, vanne ou hélice marine), la cavitation dépend de la pression moyenne ambiante et de la vitesse relative du fluide autour ou le long de la surface de l'obstacle.

Par ailleurs, une cavitation "de jet" se produit lorsqu'un liquide, issu d'un orifice d'un diamètre de l'ordre du millimètre, pénètre à grande vitesse dans un liquide au repos celui-là. La zone de mélange à la frontière du jet est alors le siège de forces de cisaillement importantes, d'où formation de microstructures turbulentes et de microtourbillons. Lorsque le jet frappe une paroi, la pression remonte brutalement et l'implosion des microtourbillons, amplifiée par l'effet de la vitesse, le rend très érosif. D'où son utilisation pour le nettoyage des coques de bateaux à flot, le découpage des roches immergées, ou l'usinage de certaines pièces métalliques.

Enfin, il existe aussi une cavitation "de tourbillon", très fréquemment provoquée par les hélices de propulsion des bateaux et sous-marins. Le tourbillon est un écoulement particulier où le fluide, outre son mouvement d'ensemble, est animé d'une rotation autour d'un axe ou d'une ligne courbe, la vitesse de cette rotation diminuant rapidement dès qu'on s'éloigne de l'axe. Celui-ci est le siège d'une dépression qui, lorsqu'elle est suffisante, provoque la vaporisation du fluide et la formation de tourbillons cavitants de forme tubulaire.

Dans le cas des sous-marins, c'est par le bruit des multiples implosions des bulles que la cavitation se manifeste d'abord. Lorsqu'elle augmente, vibrations et érosions peuvent apparaître à

la surface des métaux en contact avec la zone de cavitation. Il peut en résulter des piqûres sans conséquence pour le matériel, mais une érosion plus profonde peut aussi réduire les performances du matériel : en hydraulique, on constate une perte de rendement des turbines, un manque de pression et de débit pour les pompes ; en hydrodynamique navale, une chute de la poussée de l'hélice, avec apparition fréquente de vibrations qui s'avèrent intolérables pour le personnel, dangereuses pour la structure de la coque, et qui entraînent une réduction de la vitesse.

En conséquence, peut-on éviter la cavitation ? Non, du moins pas entièrement. Bien que l'on sache concevoir des machines et des circuits hydrauliques sans cavitation, on ne les construit pas : ils seraient trop chers, trop compliqués, trop peu performants, ou les trois à la fois. Et puis les études fondamentales sur la dynamique des bulles (voir *Science & Vie* n° 636) indiquent qu'il est des facteurs qu'on ne maîtrise pas : évolution des bulles voisines, ondes de choc, vitesse et turbulence de l'écoulement, nature du matériau.

La pratique pourrait aider à les mieux connaître mais, en réalité, elle est mince, parce que l'érosion par cavitation des matériels industriels ne devient importante, sauf cas exceptionnels, qu'au bout de plusieurs mois, voire plusieurs années. Il n'est pas question d'arrêter et de démonter chaque mois les organes d'une turbine hydraulique pour étudier de près les mécanismes et l'évolution d'une telle érosion... Aussi les études sont-elles conduites en laboratoire ou sur modèles, à court terme.

Le bruit des bulles est déjà dérangeant pour le navire de pêche dont l'équipement de détection acoustique des bancs de poissons est brouillé par la cavitation de sa propre hélice. Il l'est davantage pour le navire de guerre, qui risque de se faire repérer à grande distance par un sous-marin ennemi à l'affût, ou d'être une cible facile pour les torpilles et les mines acoustiques. Et il l'est plus encore, évidemment, pour le sous-marin, qui y perd une bonne part de sa "vertu furtive".

On peut réduire la cavitation, même

si celle-ci n'est pas érosive : l'éjection de fines bulles, légèrement en amont de la zone de cavitation et faisant effet d'amortisseur, peut diminuer l'intensité du bruit de 10 décibels et plus. En effet, les grosses cavités présentent des variations de volume plus ou moins périodiques et qui, à basse fréquence, n'implosent jamais vraiment, elles n'entraînent que des variations modérées (inférieures au bar), mais se faisant sentir jusqu'à plusieurs mètres de distance. Dans le cas des navires, ces fluctuations de pression engendrées par la cavitation de l'hélice et appliquées à une surface importante de la coque arrière, conduisent à des efforts cycliques considérables, qui engendrent des vibrations parfois dangereuses de la structure.

Pour ce qui est de l'érosion, l'étude théorique de la dynamique des bulles non sphériques en présence de parois solides n'est pas très avancée, car les calculs défient les ordinateurs les plus puissants. Or, seuls ces calculs permettraient d'asseoir ou de rejeter les hypothèses sur les caractéristiques de microjets de quelques millimètres de diamètre, animés d'une vitesse de plusieurs centaines de mètres par seconde.

On peut supposer cependant que les logiciels norvégiens cédés aux Soviétiques et capables de commander des machines-outils pour le façonnage des hélices, aient résolu une partie du problème. On peut également imaginer que les mathématiciens norvégiens ont pu établir des algorithmes permettant des dessins d'hélices plus performants. Les Japonais soutiennent que c'est bien grâce à un nouveau dessin que les sous-marins soviétiques sont devenus un peu plus silencieux.

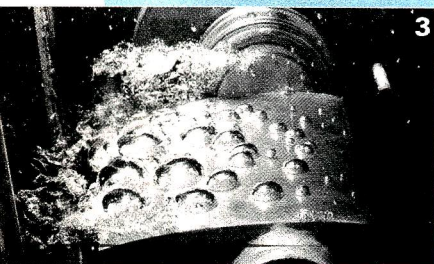
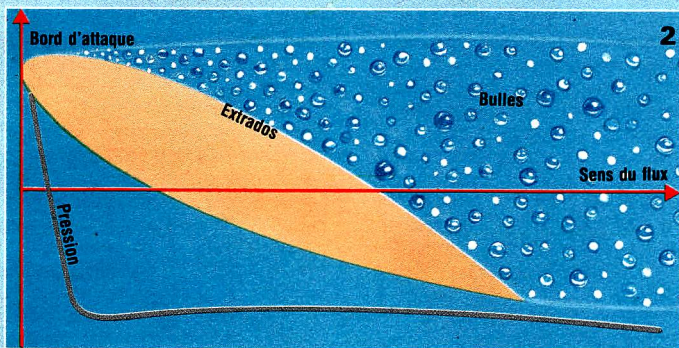
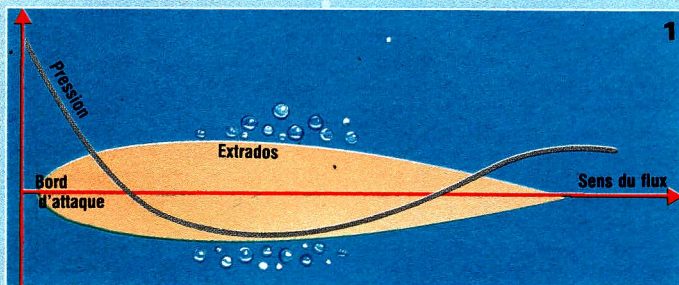
On peut aussi évoquer une autre solution pour réduire l'érosion : si l'implosion des bulles a lieu au voisinage de la surface du liquide, le jet rentrant est dirigé à l'opposé de la surface, et l'on peut recouvrir le matériau à protéger d'une couche de polyuréthane. Les quelques essais effectués ont certes démontré une amélioration de la tenue à l'érosion mais, au fil du temps et en milieu marin, la bonne adhérence de la couche plastique paraît aléatoire...

ment des hélices fonctionnant en sourdine.

Les deux entreprises « ont compromis la sécurité nationale de façon irrémédiable », a jugé le gouvernement américain. Elles ont en outre contrevenu aux règles impérieuses du Cocom (*Coordinating Committee on Multilateral Export Controls*), une instance de l'OTAN qui a son siège à Paris et qui

réglemente les exportations autorisées à destination de l'URSS et de ses satellites. Un accord lie seize pays de l'alliance de l'Atlantique-Nord et le Japon, qui se sont engagés à respecter certains embargos technologiques dans leur commerce avec le bloc communiste. Sont exclus, selon une liste très circonstanciée et régulièrement remise à jour,

DES BULLES D'AIR...



On transforme un liquide en vapeur de deux manières : soit en élevant sa température à pression constante (c'est l'ébullition), soit à température constante en diminuant la pression. C'est la cavitation.

Effectivement, les études expérimentales ont montré que lorsqu'un fluide (en l'occurrence, de l'eau) s'écoule avec une certaine vitesse autour d'un obstacle (ici, une aile avec des incidences variables), cet obstacle provoque une dépression (courbe rouge) qui a pour effet de favoriser l'apparition de bulles de vapeur. Les dessins 1 et 2 montrent la variation de la pression créée dans un liquide par une aile dont on modifie l'incidence ainsi que le site de formation des bulles de cavitation (visible aussi sur la photo 3).

Lorsqu'une hélice est en rotation dans l'eau, les tourbillons de bulles de cavitation prennent une forme hélicoïdale (4). Ces bulles agissent comme des charges creuses qui érodent l'hélice et produisent un bruit spécifique.

chantier naval de Léninegrad. Il s'est révélé alors que la firme Toshiba, par l'intermédiaire de deux sociétés commerciales japonaises (C. Itoh & Co. et Wako Koeki Co.) avait, en 1984, livré aux Russes quatre exemplaires de la super-secrète machine-outil automatisée conduite par le logiciel du Norvégien Kongsberg.

L'enquête fit ressortir que les deux entreprises complices avaient falsifié les documents qu'elles devaient soumettre, pour obtenir l'autorisation d'exporter, aux autorités chargées dans leurs gouvernements respectifs d'appliquer les consignes du Cocom. Les dirigeants de Kongsberg prétendaient que l'envoi avait pour destination finale le Japon, alors qu'ils savaient que le véritable client était la marine soviétique. Toshiba commettait également un faux en affirmant au ministère japonais du Commerce extérieur et de l'Industrie, responsable du respect des règles du Cocom, que l'équipement adressé au chantier de Léninegrad était un matériel industriel à usage strictement civil. En mars dernier, Toshiba fait l'objet d'une descente de police et reconnaît les faits. Deux directeurs de la compagnie sont arrêtés. Le président démissionne. Hara-kiri à la manière douce.

C'est par les révélations de M. Hitori Kuwagai, ancien employé de Wako Koeki, firme spécialisée dans le commerce avec les marchés communistes — celle-là même qui a joué les intermédiaires dans la vente du matériel Toshiba à la marine soviétique —, que le Cocom a été informé du détournement technologique commis par le fabricant japonais au profit de l'URSS. M. Kuwagai en a profité, dans ses divulgations, pour décrire quelques-uns des "trucs" utilisés par l'industrie japonaise afin de

contourner les prescriptions du comité de l'OTAN chargé de réglementer les exportations stratégiquement "sensibles" vers les pays de l'Est :

- Emporter simplement dans ses bagages personnels les articles de petite taille, comme les semiconducteurs de technologie avancée, et prendre l'avion

les produits de pointe qui pourraient favoriser l'effort militaire de l'Est

La CIA et l'administration du Cocom découvraient l'an dernier qu'une installation en provenance des pays de l'Ouest, d'une catégorie interdite à l'exportation vers l'Est, était en activité dans un

pour Moscou, sans avoir demandé l'autorisation d'exporter au ministère compétent. Un procédé sans risques, car on n'est jamais fouillé par la douane à la sortie du pays.

- Vendre et livrer directement le matériel "défendu" à la mission commerciale soviétique installée à Tokyo, qui l'embarquera sur un cargo diplomatique, à la barbe de la douane japonaise.

- Démonter les gros équipements et les vendre en pièces séparées sous des contrats différents passés avec plusieurs clients soviétiques. Bien malin le fonctionnaire japonais qui parviendrait à remettre en place les pièces éparses de ce puzzle et à deviner de quel équipement il s'agit, à quoi il peut servir une fois reconstitué, et qui est le destinataire réel.

- Exporter le composant, l'appareil ou la machine vers un pays tiers non communiste qui n'appartient pas à l'OTAN et n'adhère pas aux accords du Cocom. De là, l'envoi sera librement acheminé vers l'URSS ou l'un de ses satellites.

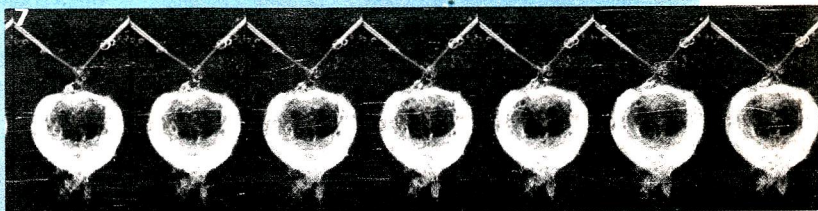
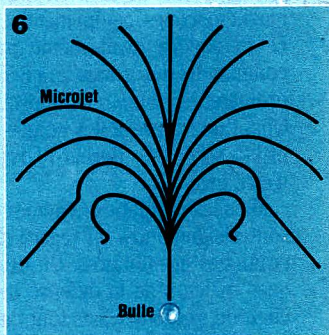
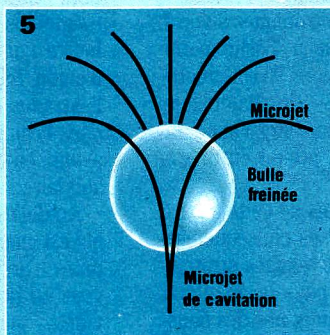
- Présenter le matériel à un salon ou une foire technique ou commerciale en pays communiste. Avant de rapatrier le matériel au Japon, comme la loi y oblige, le "prêter" à un centre de recherche soviétique où les ingénieurs peuvent le "désosser" et l'examiner à leur aise. Evidemment, ce "prêt" n'est pas consenti gratuitement.

- Le camouflage, une méthode grossière mais efficace : sur des équipements complexes dont les nombreux composants sont difficiles à identifier une fois installés, s'arranger pour monter des panneaux qui dissimulent les éléments de haute technologie frappés par l'embargo.

- Enfin, le faux en écriture, procédé pratiqué par Toshiba : mentir sur la véritable nature du produit et ses applications. S'il doit servir à des fins militaires, lui inventer une utilisation tout à fait civile et bénigne.

On aurait tort de croire que les pratiques décrites ci-dessus se limitent aux entreprises japonaises. Les industriels européens et américains ne sont pas

... QUI PERFORENT LE MÉTAL



Le problème est de savoir si l'érosion est due à l'impact de jets d'eau en mouvement, ou bien à des surpressions locales dues aux déformations des bulles.

Le microjet qui suit une bulle en implosion a une puissance tellement grande qu'il peut pénétrer les aciers les plus durs. Quand une bulle freine, le jet qui l'accompagne la transperce (5), et la pointe du jet, qui transporte une énergie mécanique considérable, agit sur le métal comme un projectile (6) et érode la paroi comme le montre la microphoto 8 d'une pale d'hélice.

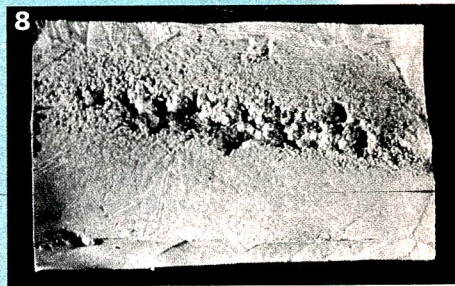
La séquence (7) de photos ultra-rapides (10 000 images/seconde) montre le "collapse" (l'effondrement) et l'implosion d'une bulle de cavitation. On voit parfaitement que la bulle est transpercée par le jet. C'est ce jet qui est responsable de l'érosion.

La micrographie 8 montre bien les cavités créées au voisinage d'un profil. On observe à gauche une grosse cavité attachée à la paroi et sur la droite une cavité plus petite pendant la phase d'implosion de la bulle caractérisée par la formation d'un jet rentrant dirigé vers la grosse bulle.

Il existe une relation presque linéaire entre le taux d'érosion du métal et le bruit total fait par l'hélice en mouvement. C'est ce bruit dégagé par les hélices des navires et sous-marins qui est détecté.

On comprend alors que les scientifiques de tous pays se soient livrés depuis la dernière guerre à de nombreuses études afin d'affiner les hélices et réduire autant que possible les phénomènes de cavitation.

Moins de cavitation, moins d'usure des hélices, et surtout moins de bruit, donc moins de possibilités d'être détectés par les adversaires.



tous innocents en la matière.

Le géant de l'industrie niponne est aujourd'hui interdit d'exportation vers les pays communistes pendant douze mois : un manque à gagner estimé à 37 millions de dollars. Et les Etats-Unis ont décrété l'embargo complet sur les produits Toshiba :

mesure désastreuse pour la firme japonaise qui, en 1986, a vendu pour 1,6 milliard de dollars de matériels sur le marché américain (postes TV, magnétoscopes, équipements électroniques divers). Le Pentagone avait même passé à Toshiba une commande, désormais annulée, pour 90 000 micro-ordinateurs, appareils portatifs de campagne. Quant aux représailles contre Konsberg Vaapenfabrikk, son PDG, Bernard Green, attend en prison d'être jugé.

Mais les péripéties commerciales de cette affaire sont insignifiantes en regard de ses conséquences politiques et militaires. Un des avantages stratégiques majeurs de la défense des pays occidentaux vient de s'écrouler. Les tout derniers nés des sous-marins soviétiques (les classes que nous connaissons sous les noms codes de *Mike*, *Sierra* et *Akula* (*photo p. 51*)) ont réduit le vacarme de leurs hélices au niveau d'un murmure, défiant souvent les pièges acoustiques qui leur sont tendus. La marine de guerre américaine est dans les affres d'une révision déchirante. Elle n'a que 96 sous-marins de chasse à opposer aux 265 bâtiments soviétiques de types comparables, mais la supériorité technologique de sa flotte pensait son infériorité numérique. L'avantage a peut-être changé de camp, dès lors que la nouvelle armada submersible des Soviétiques navigue dans l'impunité du silence.

Ce silence que l'on a acheté à grand prix dans les arsenaux des grandes marines militaires du monde, et que l'on cherche à obtenir par tous les moyens : en assourdisant le ronflement des pompes et des générateurs grâce aux derniers matériaux isolants ; en gainant la tuyauterie d'une épaisse garniture de mousse en plastique ; en enrobant les organes de transmission dans des couches de matière feutrée ; en faisant reposer les éléments mécaniques sur des supports en caoutchouc, qui résorbent leurs vibrations et les isolent de la coque, empêchant celle-ci de répercuter au dehors les bruits de l'intérieur. L'US Navy va jusqu'à équiper ses sous-marinières de chaussures spéciales dont les semelles ne crissent pas !

Car, malgré son profil hydrodynamique très étudié, le corps d'un sous-marin fait naître des bruits dans l'eau qu'il traverse. Toutes les parties externes qui dépassent de la coque (superstructure, gouvernails de plongée et de direction) induisent en milieu liquide des écoulements turbulents, sortes de sillages discontinus et distincts du mouvement d'ensemble de l'eau que le navire déplace dans sa course. Ces turbulences sont entraînées vers l'arrière du sous-marin à mesure qu'il avance ; elles passent alors entre les pales de l'hélice, dégageant toute une série de pulsations sonores. On peut comparer ce phénomène au passage de l'air, dans une sirène d'alerte, par les trous de son disque tournant. Plus l'hélice compte de pales et tourne

vite, plus élevée est la fréquence du son émis.

Or, le bruit produit par une hélice battant l'eau a pour cause principale un phénomène physique longtemps inexpliqué : la cavitation. La pale d'une hélice agit dans l'eau un peu à la manière d'une aile d'avion fendant l'air. Sa face antérieure, comme l'extrados du plan de sustentation de l'avion, crée dans l'eau un effet d'aspiration : l'hélice est tirée en avant, en même temps que le navire qui en est solidaire.

Au-delà d'une certaine vitesse de l'hélice, l'eau qui est en contact avec la face avant de chacune des pales n'arrive plus à se déplacer au rythme qu'on veut lui imprimer. Il se crée alors une couche de vide — une cavité — qui peut s'étaler sur presque toute la surface de la pale. L'eau se décolle littéralement de la paroi de l'hélice. Dans cette zone superficielle, les molécules d'eau se trouvent maintenant remplacées par de microscopiques bulles de vapeur. Ce processus intervient chaque fois que la pression dans le liquide, sous l'action du mouvement, tombe en-dessous de la tension de vapeur saturante, c'est-à-dire la pression d'équilibre des phases liquide et gazeuse à une température donnée. Tant que la pression du gaz au voisinage du liquide est inférieure à cette tension de vapeur saturante, il y a évaporation (dans le cas contraire, il y a condensation).

Les globules gazeux formés le long de l'hélice sont emportés par le courant sous-marin. Dès qu'ils arrivent dans une zone où la pression remonte et atteint son niveau normal, ils sont écrasés ; la vapeur se condense instantanément, et retourne à l'état liquide pour se fondre au reste de la mer. La destruction subite de chaque cavité s'accompagne d'un claquement sec, en soi pas très fort, mais l'effet additionné de ces innombrables explosions de mini-ballons qui crèvent produit un roulement sonore continu et puissant — musique ô combien douce à l'oreille des dispositifs de détection de l'ennemi !

Il existe pour toute hélice une vitesse de rotation qu'on ne peut pas dépasser sans engendrer l'effet de cavitation. Le problème est alors de concevoir et de construire des organes de propulsion capables de monter à très grandes vitesses avant que n'apparaisse l'indésirable phénomène.

Le bruit causé par la cavitation peut être très fort pour un sous-marin en régime de croisière, si l'hélice n'a pas les propriétés d'insonorisation requises. Un tel engin est obligé d'avancer à toute petite vitesse quand il est en mission de patrouille, en eaux hostiles où le danger de détection est grand. Il devient alors d'autant plus vulnérable qu'il va lentement. Il peut réduire les risques, même en maintenant une bonne vitesse, à condition de plonger très bas : en effet, plus la pression hydrostatique est grande, plus l'hélice peut tourner vite sans

(suite du texte page 164)

LONGUE VIE A TOUS LES VEHICULES TERRESTRES!

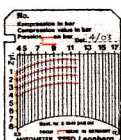
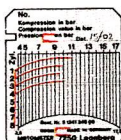


Pour maintenir, toute sa vie durant, votre moteur à son meilleur niveau, entretenez-le avec Métal 5. Composé de microparticules métalliques (cuivre traité au zinc et à l'argent), Métal 5 assure une parfaite remétallisation des pièces soumises à friction, dès qu'une trace d'usure y apparaît.

Versé toutes les 2 vidanges, Métal 5 prolonge la vie de votre moteur, lui garde intacte toute sa puissance et diminue les surconsommations d'huile ou de carburant.

Une preuve irréfutable : la mesure des compressions. Avec Métal 5, elles remontent et s'équilibrent (voir graphes).

Métal 5 est distribué aujourd'hui par plus de 10 000 professionnels auto et par le réseau Automob



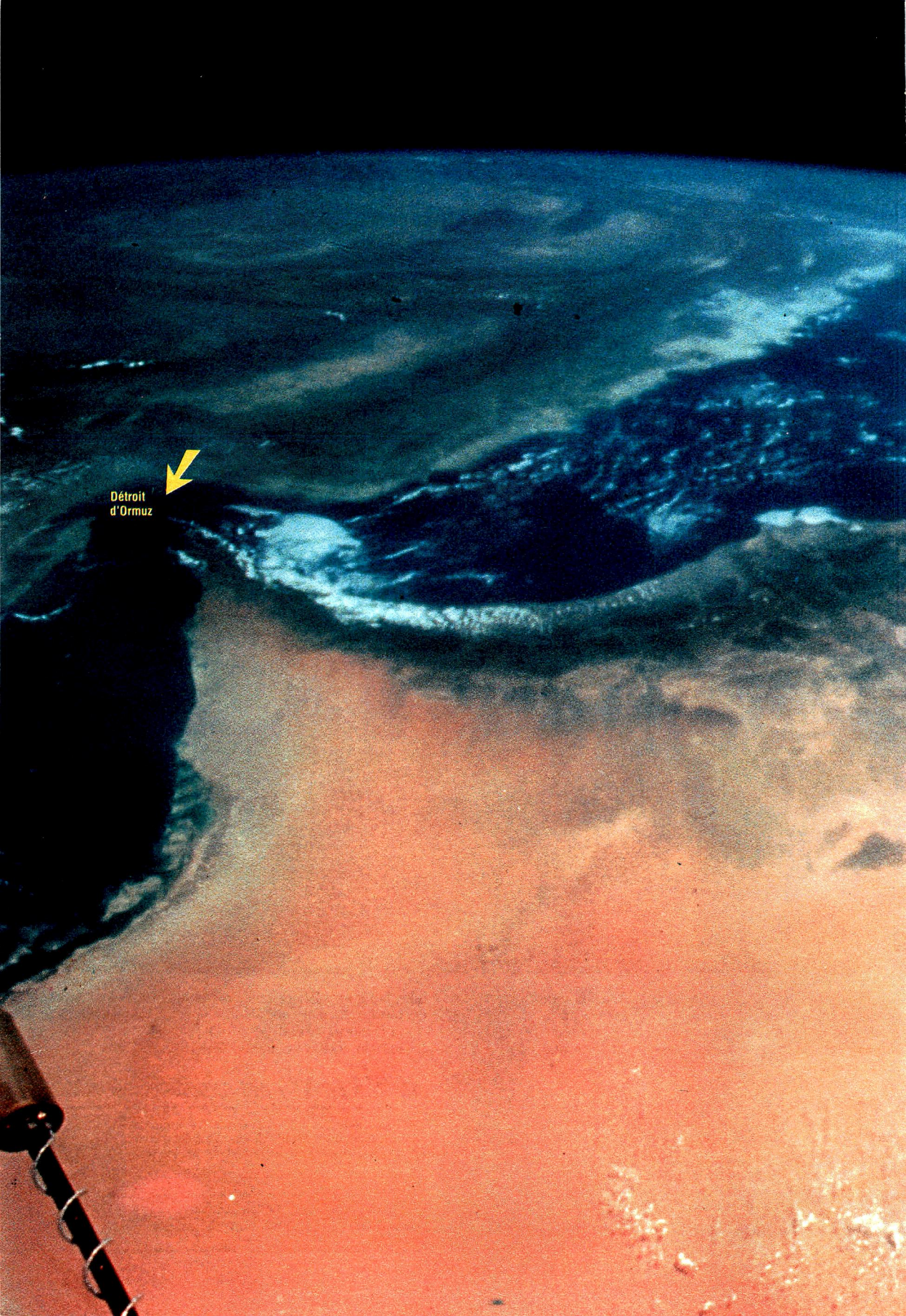
biles Peugeot (concessionnaires et agents). Points de vente et renseignements techniques personnalisés au Centre d'Information Métal 5, SODITEN S.A., 105, rue de Billancourt, 92100 Boulogne. Tél. (1) 48 25 73 73.

Métal 5. Le N° 1 des remétallisants moteurs

16 pages illustrées : 14 questions de consommateurs, 14 réponses Métal 5. Disponible chez votre professionnel auto ou sur retour de ce coupon.

Nom _____
Adresse _____
Tél. _____
Code postal _____ Ville _____





Détroit
d'Ormuz

QUE FAIT-ON À ORMUZ ?

*S'il fallait agir dans le
détroit d'Ormuz,
que pourrait donc faire
la flotte française ?
Et l'Iran ? Au-delà de la
psychologie militaire,
terrain invisible
des antagonismes,
le matériel
à un rôle déterminant.*

Pour parer à toute menace sur ses diplomates, pour protéger ses intérêts et pour prendre la mesure d'un pays soupçonné d'attentats sur notre sol et de la prise en otages de nationaux français, la France a décidé à la fin juillet d'envoyer la flotte de la Méditerranée au seuil du golfe Persique.

Les questions politiques n'étant pas de son ressort, celles que se pose l'état-major de la marine sont de trois ordres : quelles sont exactement les menaces qu'apporte l'escadre française ? Comment



Dotés de missiles "Exocet" et de radars "Agave", les "Super-Etendard" embarqués sur le *Clemenceau* peuvent agir dans un rayon de 750 km.

Photos Salaber/Liaison/Gamma — F. Piche/REA

PAR SVEN ORTOLI

répartir au mieux ses moyens de défense ? Quelles options militaires proposer au pouvoir politique, si celui-ci décide d'agir ?

On peut diviser la menace iranienne en quatre catégories ; toutes s'adressent aux navires ou aéronefs qui pénétreraient dans le Golfe, une seule d'entre elles, la menace aérienne, concerne les porte-avions, qui ne peut dépasser la mer d'Oman, c'est-à-dire traverser le détroit d'Ormuz, parce qu'il représenterait une cible trop tentante.

● **Les mines** : si elles ne peuvent pas porter de coup décisif sur le plan militaire, elles ont contribué à changer la dimension du conflit. On l'a bien vu lorsque la France et la Grande-Bretagne ont décidé d'envoyer respectivement 2 et 4 dragueurs de mines accompagnés de leurs bâtiments logistiques, après que plusieurs mines dérivantes aient heurté des pétroliers et que d'autres aient été repérées dans la mer d'Oman. Les mines ont le double avantage, du point de vue iranien, de pouvoir être déposées très discrètement, y compris par des navires de pêche, ou par un sous-marin de poche, et surtout de ne pas avoir de "signature". De plus, il n'est pas possible de prouver entièrement qu'elles soient iraniennes. Dans ce genre de conflit, tout est possible. On ne peut pas entièrement exclure l'éventualité qu'une autre puissance que l'Iran (et pourquoi pas un agent ?) place discrètement ces mines pour justifier le renforcement des moyens navals occidentaux ou soviétiques. Reste que, dans ce flou très peu artistique, les mines peuvent infliger des camouflés dont l'importance politique dépasse considérablement l'impact militaire.

● **La marine iranienne** : elle est considérée à l'Ouest comme étant extrêmement faible ; elle souffre, dit-on, d'une absence de maintenance par des techniciens qualifiés et du peu d'entraînement de ses équipages. Elle possède neuf navires importants : trois destroyers qui datent de la Seconde Guerre mondiale équipés de missiles antiaériens standard et l'un d'entre eux, le *Damavand*, possède des missiles anti-navires "Seacat" (fabrication anglaise, portée de 5 500 m). Quatre frégates de fabrication anglaise (lancées en 67/68) dotées de missiles anti-navires "Sea Killer" (fabrication italienne, portée de 25 km). Les deux corvettes iraniennes n'ont qu'un armement standard en canons.

Cette marine dispose en outre de sept vedettes rapides, type *La Combattante* (fabriquées par les Constructions mécaniques de Normandie). Ces vedettes sont potentiellement dangereuses pour tout navire passant à proximité des eaux territoriales iraniennes ; il est cependant difficile d'évaluer le risque réel qu'elles représentent : en principe elles devraient être armées de missiles américains de type Harpoon. Ces missiles sont les principales armes anti-navires de la marine US. On peut donc penser que les Harpoons peuvent être efficaces ; ils

ont une portée supérieure à 90 km. Au moment du tir, les coordonnées de la cible (repérée par un radar aéroporté ou par celui du navire) sont introduites dans le calculateur de bord du missile ; celui-ci entame alors une trajectoire balistique avant de redescendre au ras des flots au-dessus desquels il se maintient grâce à un radio-altimètre ; il vole alors vers la position théorique du bateau visé, puis, à une dizaine de kilomètres de ce dernier, un radar balaie l'horizon et guide le missile jusqu'à l'impact final. En principe donc, les vedettes iraniennes sont très dangereuses. Mais cette marine n'a, semble-t-il, reçu que neuf Harpoons avant l'embargo ; trois d'entre eux seulement seraient utilisables. Cela réduit considérablement leurs capacités, sans les annuler puisque, après tout, trois missiles peuvent couler une grosse unité. En outre, les vedettes ont peut-être été rééquipées avec d'autres types de missiles, par exemple israéliens.

Pour compléter le tableau, il faut ajouter à cela des navires et aéroglisseurs de moindre importance, mais aussi des vedettes rapides de fabrication suédoise : capables d'atteindre 80 km/h, ce sont de véritables bolides qui, selon la revue *James Defence Weekly*, peuvent transporter 450 kg d'explosifs et être employés en attaque-suicide. Menace facile à prendre en compte pour le *Clemenceau*, qui est en pleine mer et possède un solide périmètre de défense, mais qui prend toute son importance pour les navires qui passent le détroit. Les Iraniens ont aussi brandi la menace d'utilisation d'un mini-sous-marin de leur fabrication, mais ce type d'engin ne représente sans doute pas le principal souci des marines occidentales : tous les navires de guerre sont équipés de moyens de lutte anti-sous-marin pour assurer une couverture sans failles.

● **Les trois bases de missiles anti-navires** : elles représentent une troisième menace pour les navires pénétrant dans le Golfe ; deux sites en particulier, l'un à Bandar Abbas et l'autre à Kuhestak (*carte*) couvrent toute la zone du détroit d'Ormuz. Connus à l'Ouest sous le nom de Silkworm, les missiles sont les Hai Ying-2 chinois, exportés depuis 1984 ; d'une portée d'environ 80 km, ce sont des copies des Styx soviétiques qui s'étaient signalés à l'attention en coulant la frégate israélienne *Eilat* en 1967 : emportant une charge militaire d'environ 450 kg, ils grimpent au moment du lancement jusqu'à 145 m avant de revenir se stabiliser à 30 m d'altitude ; ils se dirigent sur leurs cibles soit grâce à un radar, soit grâce à un détecteur infrarouge. Bien que d'une technologie ancienne, la menace qu'ils représentent n'est pas négligeable, d'autant plus qu'une attaque simultanée à partir des deux sites couvrant le détroit d'Ormuz pourrait saturer les systèmes de défense.

● **L'aviation iranienne** : elle représente sans conteste le danger maximal, tant pour les navires

passant dans le Golfe que pour le *Clemenceau* et la flotte qui l'accompagne. Comme le reste des forces armées, elle souffre du manque de pièces détachées. Il est cependant difficile d'évaluer le pourcentage qui en est opérationnel ; il n'est certainement pas aussi bas qu'on pourrait l'imaginer après sept ans de guerre ; les Israéliens, qui sont l'un des dix-sept fournisseurs d'armes de l'Iran (parmi lesquels on retrouve les USA, la Chine, la Corée du Nord, Israël, et même la France, qui y a vendu des obus de 155 mm), y ont aussi envoyé des instructeurs et des techniciens. Il ne faudrait donc pas sous-estimer cette aviation.

Selon l'annuaire de l'Institut d'études stratégiques de Londres, *Military Balance*, elle semble encore d'une taille respectable : l'aviation de chasse et d'attaque au sol serait composée d'une vingtaine de Phantom (F-4D et F-4E) et d'une trentaine de F-5 (E/F) Tiger. Les premiers pourraient assurer la protection des seconds en cas d'attaque. Leurs rayons de combat dépendent de la nature de la mission qui leur serait assignée. C'est celle-ci qui détermine en effet le poids d'armement emporté, l'emploi de réservoir d'appoint, l'altitude de vol, etc. Par exemple, en volant à haute altitude (entre 5 000 et 10 000 m), le rayon d'action des F-5 est de 1 000 km. Un scénario d'attaque contre le *Clemenceau* impliquerait cependant une attaque menée à basse ou très basse altitude ; là, le rayon d'action des F-5 est très inférieur, puisqu'il tombe à environ 220 km si l'appareil transporte son chargement complet de bombes et de missiles (type Maverick à guidage TV, de fabrication américaine, portée de 24 km), et s'il se réserve la possibilité de mener un combat aérien pendant cinq minutes. L'hypothèse d'une attaque à basse altitude implique que le *Clemenceau* devrait se tenir à 450 km au large de l'Iran, puisqu'une attaque en kamikaze, ne peut être exclue. Sans encore envisager de missions de ce

DÉMINAGE : LES FRANÇAIS DISPOSENT

La présence de mines dans les eaux du golfe Persique et de la mer d'Oman (photos) a donné aux événements une tournure nouvelle. Les Américains pensèrent d'abord pouvoir se servir uniquement des 8 hélicoptères Sea Stallion RH 53 embarqués sur leur porte-avions "*USS Guadalcanal*" pour détecter, ramener et détruire les mines. Ils se sont vite aperçus qu'il fallait des moyens beaucoup plus importants. Curieuse imprévoyance de leurs stratégies, les Etats-Unis ne disposaient au début du déploiement de la flotte dans cette ré-



gion du monde d'aucun chasseur de mines. Les premiers, de petits bâtiments embarqués, Raleigh, doivent arriver sur place vers la mi-septembre. Et encore s'agit-il de bâtiments côtiers utilisés pendant la guerre du Viêt-Nam, non prévus pour la haute mer. Les Etats-Unis ne disposent pas encore des 14 nouveaux chasseurs de mines fabriqués selon un programme lancé en 1981 ; le premier exemplaire doit, en

principe, être opérationnel dans un mois. Voilà pourquoi les Etats-Unis ont demandé leur aide à la Grande-Bretagne et à la France. Les 4 dragueurs de mines britanniques du type Hunt Class, qui déplacent 675 tonnes, dégageront des routes à l'avance. Dotés d'un canon de 40 mm, ils sont équipés de systèmes de détection de mines par laser. Quant aux Français, ils ont dépêché les deux chasseurs *Cantho* et *Garigliano*, de la classe Dompierre, anciens dragueurs américains du type "MSO" reconvertis en dragueurs de mines en 1979 et 1978. Longs de 52 m et larges de 10, ils atteignent 13,5 nœuds pour un déplacement de 700 t grâce à leurs deux moteurs diesel de 1 660 ch, et leurs hélices à pas variable. Ils sont dotés d'un propulseur d'étrave. Ils ont une basse signature acoustique, une coque amagnétique et des moteurs en aluminium, ce qui leur permet de passer au-dessus des mines en réduisant les chances d'être détectés.

Ils possèdent un système de détection de mines par sonar, "DUBM 21", et deux engins de destruction de mines "PAP 104", autopropulsés, d'un poids de 700 kg. Ce système PAP, à deux moteurs latéraux, est télécommandé par fil. Il est équipé d'une caméra de télévision qui renvoie à bord du navire l'image de la mine et peut, sur ordre du commandant, déposer une charge explosive de 100 kg à proximité de celle-ci. Après récupération du PAP, la mise

type, les F-4 iraniens sont employés à des missions de reconnaissance. C'est au cours de l'une d'elles qu'un F-14 Tomcat de l'*USS Constellation* (une des plus redoutables unités de l'US Navy) a lancé un (peut-être deux) missiles Sparrow (100 km de portée et dirigés par un radar semi-actif) sur un Phantom F-4 iranien jugé trop agressif à l'égard d'un avion américain Orion P-3 de reconnaissance.

Les intercepteurs iraniens sont des F-14 Tomcat. Il reste une dizaine de ces appareils qui ont la réputation d'être les meilleurs avions des forces aéronavales (portée maximum de 3 200 km avec un réservoir d'appoint à haute altitude). Cependant ils n'ont ni l'armement, ni l'électronique de leurs homologues américains. Enfin, outre des avions de reconnaissance, l'armée de l'air iranienne possède des avions de ravitaillement en vol (Boeing 707 et 747), qui donnent un rayon d'action supplémentaire à son aviation. Or, un ravitaillement en vol s'effectue en altitude : il est donc aisément repérable

D'UNE DES MEILLEURES TECHNOLOGIES

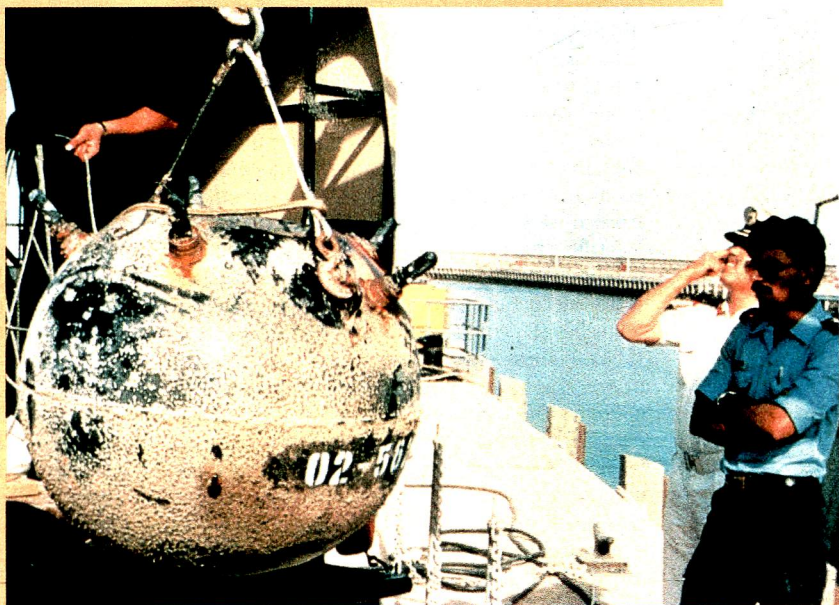
à feu de la charge est déclenchée par ultrasons.

La marine française dispose également de sonars de coque qui permettent la détection et la représentation des objets déposés sur le fond. On distingue trois sortes de mines :

- les mines de contact : mouillées à une profondeur variable au bout d'un câble (un "orin"), relié à une masse déposée au fond de l'eau, elles se déclenchent sous la mer au contact du navire. Les Iraniens ont déposé beaucoup de mines de ce type dans le nord-est du Golfe, il y a quelques années. Du fait de la corrosion, beaucoup sont détachées et dérivent à la surface. D'après les spécialistes, ces mines peuvent rester actives pendant une vingtaine d'années ; elles ne risquent cependant pas de faire trop de dégâts, car elles sont repoussées par les vagues d'étrave des navires.

La technique de déminage des mines à orin classique est assez simple : deux câbles partant du bateau sont tirés sous l'eau à la profondeur voulue. Lorsqu'un orin s'engage dedans, une cisaille détache la mine qui émerge à la surface. Il ne reste plus qu'à la faire exploser au canon ;

- les mines à influence : la mise à feu est déclenchée sur commande d'un système électronique, qui analyse les ondes acoustiques, les signaux magnétiques ou les variations de pression créées par la présence d'un navire. Ces mines sont facilement larguées par des



sous-marins ou des avions ;

- les mines mobiles : ce sont les plus perfectionnées. Elles combinent un système de détection ultraperformant et un engin propulsant la charge vers la cible, parfois sur les grandes distances depuis des grandes profondeurs.

Les spécialistes estiment qu'avec seulement 6 bâtiments, il faudra 3 mois pour déminer les principaux chenaux de navigation. L'autre possibilité

consiste à faire précéder les convois de pétroliers par des chasseurs de mines, au risque cependant de ralentir considérablement la marche. Tout cela en admettant que le dépôt de mines cesse, ce dont on peut douter, si l'on en croit les déclarations du Premier ministre iranien, qui a averti qu'aussi longtemps qu'il y aurait une présence militaire des superpuissances, le Golfe restera plein de mines.

par radar et doit donc se faire dans une zone protégée. L'armée de l'air iranienne possédant ses bases près de la côte, elle n'a ni la possibilité, ni le besoin de pratiquer une telle opération au-dessus des eaux de la mer d'Oman. L'armée de l'air iranienne possède aussi des avions de patrouille maritime P-3 Orion, des C-130 Hercules et une cinquantaine d'hélicoptères en tous genres. Parmi ces derniers, les Iraniens possèdent des AB 212 équipés de missiles filoguidés AS-12 (Aérospatiale) qu'ils utilisent depuis l'été 86 pour mener des attaques de nuit. Il semble aussi qu'ils possèdent des "drones", c'est-à-dire des avions sans pilotes (vraisemblablement de fabrication israélienne ou chinoise) généralement utilisés pour la reconnaissance sur le champ de bataille : comme un modèle réduit, ils sont pilotés à partir d'une station de contrôle qui reçoit les images de la caméra de télévision que porte l'appareil. La portée dépend des modèles ; par exemple, le Pioneer israélien peut aller jusqu'à

185 km et voler pendant plus de 6 heures. La portée est cependant limitée par la zone au-delà de laquelle les signaux envoyés par la station de contrôle ne sont plus perçus par le "drone" (en raison de la rotondité de la Terre). Elle dépend donc entre autres de l'altitude de vol. Ces appareils peuvent aussi emporter une charge explosive de plusieurs dizaines de kilos. Leur petitesse les rend plus difficiles à détecter qu'un avion, mais ils apparaissent quand même sur les écrans et peuvent être brouillés. On peut ajouter que la défense antiaérienne iranienne (missiles Hawk, Rapier, SA-7, Tigercat et canons antiaériens soviétiques) représente un potentiel non négligeable.

Devant ces menaces, notre flotte n'est pas sans défenses ni moyens de rétorsion. En premier lieu, le *Clemenceau* transporte quarante avions : deux escadrilles de Super-Etendards, une de Crusaders et une de Bréguet Alizé. Les Super-Etendard ont acquis leur réputation au moment de la guerre des

Malouines, à la suite de l'attaque réussie contre le destroyer *Sheffield* par un pilote argentin. Le tandem Exocet-Super-Etendard a fait ses preuves : capable d'être tiré à 70 km, l'"Exocet" se dirige d'une manière autonome sur sa cible, en stabilisant son altitude à quelques mètres au-dessus de la mer ; à une dizaine de kilomètres du point d'impact, il passe en phase autoguidée, autrement dit, son autodirecteur, qui est un radar de poursuite, se met en route et explore en distance et en direction la zone où est théoriquement sa cible. Une fois celle-ci identifiée, le radar s'accroche sur elle et guide le missile jusqu'à l'impact. Quant au Super-Etendard, il possède un radar Agave aux performances exceptionnelles (il peut détecter des bâtiments à plus de 150 km). Mais, excellent avion pour l'attaque d'un navire, il emporte moins l'unanimité quant à ses aptitudes au combat aérien face à des avions modernes : il n'est pas spécifiquement conçu pour cela. Quoi qu'il en soit, les Super-Etendard ont une allonge de 750 km (350 à basse altitude) et leur armement (missile Exocet ou (et) bombes) en fait des instruments de riposte redoutables. Pour la protection et pour assurer la couverture aérienne de la flotte, il y a les Crusaders ; bien que d'un âge quasi canonique, ces intercepteurs sont encore des combattants appréciables.

Restent les Alizé, qui sont des avions spécialisés dans la lutte anti-sous-marine. Le radar Iguane dont ils sont équipés pourrait leur permettre de pallier partiellement l'absence d'avions embarqués d'alerte avancée et en tout cas d'assurer des missions de patrouille et de surveillance. Le *Clemenceau* transporte aussi des hélicoptères de lutte anti-sous-marine Lynx et des hélicoptères d'assaut Super-Frelon, qui peuvent être employés en surveillance ou pour déposer un commando à bord de navires de pêche suspects. Pour assurer sa défense antiaérienne, il est équipé de canons de 100 mm et, depuis peu, du Crotale Naval de Thomson-CSF ; seul système, selon le constructeur, ayant de réelles capacités anti-missiles, le Crotale Naval peut détruire toute cible jusqu'à une altitude de 5 000 m, à 13 km s'il s'agit d'un hélicoptère, à 10 km dans le cas d'un avion, et à 8,5 km s'il s'agit d'un missile au ras des flots. Outre ces systèmes actifs, le porte-avions est doté de systèmes passifs, lance-leurres, contre-mesures électroniques, etc. Ce sont là les défenses terminales du porte-avions ; mais le gros de sa protection, tant antiaérienne qu'anti-sous-marine, est assuré par son escorte. Celle-ci en l'occurrence est constituée des deux frégates lance-missiles Suffren et Duquesne qui, entre autres moyens de défense, sont dotées de missiles Masurca : ces derniers sont capables d'atteindre des cibles jusqu'à 40 km de distance ; à guidage semi-actif, ils se dirigent vers l'objectif en exploitant l'écho renvoyé par celui-ci lorsqu'il est éclairé par le

radar du navire. En priorité, ce sont les Masurca qui doivent s'interposer entre un assaillant et le porte-avions ; ils doivent donc être postés au centre d'un cône dont la pointe serait le *Clemenceau*, et la base, une portion des côtes iraniennes. Le reste de l'escorte est constitué d'un pétrolier ravitailleur, de la corvette anti-sous-marine Georges Leygues et de deux avions escorteurs. Sans doute peut-on ajouter sans grand risque d'erreur qu'un sous-marin nucléaire d'attaque patrouille à proximité de la flotte.

Tout cela compose un ensemble imposant, mais que peut-il réellement faire ? En d'autres termes, si pour une raison ou pour une autre le gouvernement décide qu'une action militaire est nécessaire, quelles sont les options offertes par la flotte ? La réponse à cette question dépend d'une inconnue majeure : s'agirait-il d'une opération, forcément ponctuelle, menée par la France seule, ou d'une action plus large engagée au côté des Etats-Unis, de la Grande-Bretagne et des pays du Golfe ? Voire à une interception de l'ONU pour forcer Irak et Iran à terminer leur guerre.

Dans le premier cas, force est de reconnaître que les possibilités sont extrêmement réduites. Imaginons un instant que le gouvernement décide d'une sorte de riposte flexible, à l'instar de ce qu'ont annoncé plus ou moins officiellement les Américains ; l'hypothèse est vraisemblable : en cas d'attaque iranienne, la réponse serait proportionnée. Par exemple, si des avions iraniens attaquent un navire français, on détruirait les avions et éventuellement la base aérienne d'où ils sont partis (**carte**). Si des navires tentent une attaque-suicide, on détruirait le port d'où ils sont partis. Si des missiles sont tirés, on détruirait les sites de lancement. Mais avon-nous les moyens d'une telle stratégie ? La portée des Super-Etendard leur permet d'atteindre Bandar Abbas, c'est-à-dire la région du détroit d'Ormuz, dans une attaque menée à basse altitude. *A priori* donc, les trois types d'objectifs précédents sont envisageables (encore que les missiles Silkworm soient difficiles à repérer, puisqu'ils sont mobiles). Avec deux escadrilles de 10 Super-Etendard chacune et 5 ou 6 chasseurs Crusader en chiens de garde (les autres devraient rester près du porte-avions pour assurer sa protection), on ne peut guère envisager qu'un ou deux raids conjoints, dans ce cas sur des objectifs pas trop éloignés l'un de l'autre. Sauf si par hasard une frégate iranienne offrait une cible ponctuelle plus facile à détruire qu'un port. Mais quel que soit l'objectif, la mission serait d'autant plus délicate que le *Clemenceau* ne dispose pas d'avions radars susceptibles de diriger le raid et prévenir de l'intervention de la chasse ennemie. Autant dire qu'une action française en solitaire serait risquée.

La situation serait très différente s'il devait s'agir d'une opération conjointe avec d'autres pays, bien

URGENT

Le C.E.R.E.P.* recherche 700 étudiant(e)s qui veulent RÉUSSIR LEURS EXAMENS

A travail égal, certains décrochent leur examen... et d'autres pas. Des surdoués ? Des chanceux ? Non. Il existe une «méthode du succès !» Cette méthode est expliquée dans le nouveau livret-guide du C.E.R.E.P. Vous allez enfin savoir comment faire partie, vous aussi, de ceux qui réussissent haut la main.

Ce nouveau livret-guide fait découvrir une méthode de préparation totale aux examens et aux concours qui vous met à armes égales avec les meilleurs.

Vous aussi, vous pouvez utiliser – à votre profit – les techniques les plus performantes, jusqu'ici réservées au training de haut niveau. L'ensemble de ces techniques constitue une méthode unique. Grâce à elle :

- vous étudiez plus efficacement en travaillant moins ;
- vous assimilez beaucoup plus facilement toutes les matières ardues ;
- vous multipliez par trois votre vitesse de lecture ;
- vous mémorisez d'une façon étonnante et limpide les noms, dates, chiffres, formules ;
- vous retrouvez instantanément et au bon moment la notion, le renseignement ou l'information dont vous avez besoin ;
- vous retenir l'essentiel d'un exposé ou d'un livre en une seule lecture.

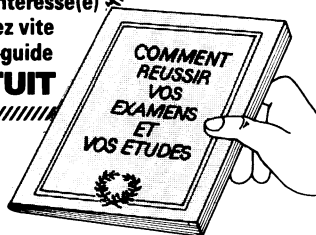
Cette méthode vous montrera également :

- comment être en pleine possession de vos moyens et au plus haut de votre forme le jour de l'examen ;

**Actuellement
un avantage
exceptionnel
est réservé aux
700 premier(e)s
étudiant(e)s qui
veulent réussir
leurs examens.**

**RÉPONDEZ
VITE...**

Si vous êtes intéressé(e)
demandez vite
ce livret-guide
GRATUIT



- comment effacer la fatigue et vous recharger d'énergie en quelques minutes ;
- comment éliminer définitivement le trac et la tension nerveuse.

Tout cela se fait simplement et facilement, tout comme la relaxopédie qui vous donne le moyen de mémoriser de longs textes **EN VOUS REPO-SANT...** ou la dynamique mentale qui dynamise vos facultés intellectuelles et vous donne un moral de vainqueur.

La méthode du C.E.R.E.P. révèle votre potentiel de réussite et enclenche cette dynamique du succès qui donne des résultats étonnants (et attestés !).

**Le nouveau livret-guide est
GRATUIT.**

Sa lecture vous passionnera et vous fera découvrir comment réussir vos examens, vos concours et vos études.

Pour le recevoir sans aucun engagement, découpez ou recopiez le bon ci-dessous et envoyez-le au C.E.R.E.P. -H1-

10-12, rue Deltéral, 93310 Le Pré-St-Gervais.

Bon pour un guide GRATUIT

Un seul guide par étudiant(e) S.V.P.

Envoyez-moi par courrier et gratuitement le Livret-guide sur la méthode du C.E.R.E.P. "Comment réussir vos examens et vos études" en joignant l'avantage particulier réservé aux étudiants. Ceci n'engage en aucune manière. ☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom
Adresse
Code Ville

**A remplir et à envoyer au C.E.R.E.P. -H1-
10-12, rue Deltéral, 93310 Le Pré-St-Gervais.**

LA COQUILLE SAINT-JACQUES REPÊCHÉE DE JUSTESSE

On en mange de plus en plus, alors qu'il y en

avait déjà

de moins en moins. Solution : "pouponner" le naissain.

Notre reporter est allé voir sur place comment on applique cette nouvelle technique d'aquaculture.

A partir des années 60, la production française de coquilles Saint-Jacques, qui était de 25 000 t en 1939, tombait à moins de 4 000 t. Situation catastrophique qui, heureusement, est en train de se redresser, en partie du fait d'une réglementation plus sévère de la pêche et, pour une autre partie, grâce aux progrès de l'aquaculture. Actuellement, 8 à 10 000 t sont pêchées et, dans les années à venir, on pense atteindre voire dépasser les chiffres d'avant-guerre. Même si cela ne couvrira pas encore nos besoins actuels — soit 40 000 t —, peut-être serons-nous un jour exportateurs de coquilles Saint-Jacques, à l'instar du Japon, du Canada, ou de l'Australie.

C'est en 1973 que le CNEXO (Centre national pour l'exploitation des océans) aborda le problème. Cet organisme, créé à la fin des années 60 par le général de Gaulle, dépêcha des chercheurs au Japon, pays le plus avancé à l'époque en matière d'aquaculture marine, afin de profiter de l'expérience nipponne. Comme la France, le Japon subissait une grave crise de la coquille Saint-Jacques, mais il avait été capable de la surmonter. Son savoir-faire consistait à prélever en mer le très fragile naissain, à l'élever en laboratoire dans des conditions hyperprotégées, puis, une fois ces larves transformées en petites coquilles suffisamment robustes, à les remettre à la mer pour qu'elles y poursuivent leur développement jusqu'à l'âge adulte.

Forts de l'expérience japonaise, nos chercheurs pensaient transférer aisément la "manip" sur le littoral français. Las ! Lorsqu'ils s'avisèrent de prélever des larves dans les gisements de Saint-Brieuc et de Brest particulièrement favorables au développement de la coquille Saint-Jacques, les naissains étaient tellement dilués dans l'eau qu'il fallut brasser des tonnes de mer pour en recueillir des quantités infimes. Cette situation préoccupante était la conséquence d'une baisse du nombre des

reproducteurs, c'est-à-dire des coquilles matures capables d'assurer par leur ponte le maintien de la population.

Plusieurs explications à cela : tout d'abord, la pêche intensive ; ensuite, le cycle de refroidissement subi par l'hémisphère nord ; enfin, l'emploi de la drague, certes très pratique pour prélever les coquilles sur le fond marin, mais qui présente aussi le fâcheux inconvénient de le râtisser et de perturber son écologie.

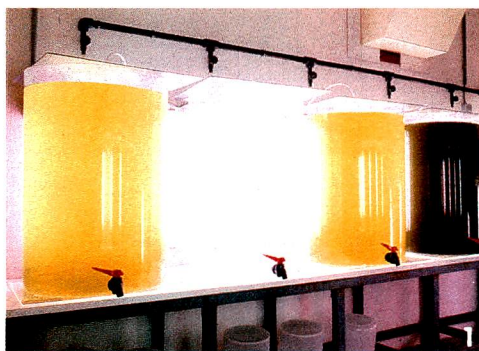
Il fallut se rendre à l'évidence : dans la rade de Brest, la situation était irréversible et la coquille Saint-Jacques s'acheminait vers sa disparition totale ; dans la baie de Saint-Brieuc, la catastrophe pouvait encore être enrayée, à condition de prendre des mesures draconiennes en matière de pêche, puis d'augmenter le stock des géniteurs.

Après que le CNEXO fut devenu IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) sous le septennat Mitterrand, le dossier Coquille Saint-Jacques fut repris. En 1982, professionnels, administrations et chercheurs établirent un programme de cinq ans. Dirigé par Jean-Claude Dao, chef des études Coquille Saint-Jacques à l'IFREMER de Brest, ce programme a pour objectif prioritaire de reconstituer un stock de reproducteurs de 500 t en rade de Brest — stock nécessaire pour repeupler la rade, mais aussi pour fournir, par effet de boule de neige, le naissain indispensable à la colonisation d'autres gisements, ceux de Saint-Brieuc, de la Manche et de l'Atlantique.

La côte méditerranéenne constitue un cas à part, puisqu'elle ne produit que très peu de coquilles Saint-Jacques et qu'elles y sont différentes : alors que sur la côte atlantique il s'agit de l'espèce *Pecten*

Retour de pêche à la coquille Saint-Jacques en baie de Saint-Brieuc. Pour éviter l'épuisement du gisement, comme en rade de Brest, les pêcheurs locaux n'ont pas le droit de dépasser le quota annuel de 4 000 tonnes.





maximus, en Méditerranée, c'est *Pecten jacobaeus* que l'on rencontre. De même taille, ces deux espèces sont cependant reconnaissables au premier coup d'œil par le dessin de leurs stries. En fait, ce ne sont pas à strictement parler des "espèces" différenciées, puisqu'elles peuvent se croiser entre elles (ce qui est contraire à la définition même du mot). Ajoutons que la station de recherches IFREMER de Sète envisage de produire, en Méditerranée, de la *Pecten jacobaeus* en lieu et place de la moule, beaucoup moins rentable, mais ce projet reste encore du domaine du futur.

La rade de Brest, elle, a l'avantage de produire des coquilles très recherchées des consommateurs pour leur aspect corallé (rouge et blanc) et la plus grande saveur de leur glande reproductrice, partie comestible de l'animal. La coquille de la baie de Saint-Brieuc n'est corallée que durant l'été, époque à laquelle la pêche est partout interdite (elle n'est, en effet autorisée que d'octobre à mai et, pour certains gisements, de novembre à février). Cette différence de qualité se ressent d'ailleurs sur les prix : 30 F le kg pour la coquille brestoise, 15 F pour la briochine.

Après études préparatoires en laboratoire, le repeuplement de la rade de Brest est aujourd'hui entré dans sa phase active. Mais, pour en arriver là, le plus dur a été de réussir à produire le naissain *in vitro*, avant de pouvoir l'élever — un travail très minutieux dont les Japonais font l'économie, puisqu'ils ont la chance de pouvoir le prélever en mer, directement... Certes, le rendement reste faible du fait de pertes importantes, mais il laisse présager une meilleure rentabilité pour l'avenir.

Petit rappel : la coquille Saint-Jacques est un mollusque bivalve appartenant à la classe des lamellibranches, qui vit sur les fonds littoraux entre 10 et 100 m de profondeur. Animal hermaphrodite, la coquille Saint-Jacques émet dans l'eau 10 à 50 millions d'ovules, en une ou plusieurs fois, et ce de la fin juin à la fin août. La première ponte intervient lorsque l'animal est âgé de 2 ans, et le phénomène se reproduit chaque année à la même époque. Si l'on sait que le mollusque vit entre 12 et 15 ans, on ne connaît pas le nombre de pontes effectuées durant tout ce laps de temps, la date de ménopause

Après conception et éclosion en nurserie, les larves, puis les jeunes coquilles, sont nourries pendant 2 mois avec du plancton végétal, placé dans de grands pots en verre, à l'abri des bactéries (1). A l'âge de 2 mois, les jeunes coquilles, qui mesurent à peu près 2 mm de diamètre, sont triées (2) et mises dans des nasses en osier que l'on descend au fond de la mer (3). Lorsqu'elles ont atteint 4 cm de diamètre, les coquilles sont sorties des nasses et triées à nouveau avant de repartir en mer (4). Disposées alors en toute liberté sur le fond marin, elles y poursuivent 2 ans durant leur développement, jusqu'à ce qu'elles aient atteint l'âge adulte et la taille de 10 cm (5).



5

de la coquille Saint-Jacques étant ignorée de tous !

Les ovules fécondés dans l'eau donnent des œufs, puis des larves (ou naissain) qui vivent mêlées au plancton. A l'âge de un mois, lorsqu'elles atteignent un quart de millimètre de diamètre, les larves changent leur mode de vie : métamorphosées en jeunes coquilles, elles vont se fixer sur le fond marin. C'est à ce moment précis, où les coquilles Saint-Jacques sont particulièrement fragiles, que les Japonais les placent dans des nasses, où elles trouveront support et protection contre leurs prédateurs naturels.

En France, nous l'avons dit, toutes les opérations d'éclosion et d'élevage du naissain doivent être réalisées au laboratoire IFREMER de Brest. Après la ponte obtenue artificiellement par choc thermique, les larves, puis les jeunes coquilles, sont nourries au plancton jusqu'à l'âge de 2 mois : il s'agit surtout d'algues unicellulaires ayant subi un traitement spécial pour les débarrasser de toute bactérie susceptible de contaminer l'élevage.

A cet âge de 2 mois, les jeunes coquilles mesurent environ 2 mm de diamètre et ne savent pas encore nager. Elles sont donc placées dans des paniers à très fin maillage que l'on dépose au fond de la mer, dans un site protégé de la rade de Brest. Elles y restent 2 à 3 mois, le temps d'atteindre la taille plus respectable de 10 à 25 mm de diamètre. Les paniers sont alors sortis de l'eau, les coquilles nettoyées et les animaux morts éliminés. Elles repartent faire un séjour en mer de 3 à 4 mois, cette fois dans des paniers à mailles plus larges, jusqu'à ce qu'elles atteignent 3 à 4 cm. Et elles reviennent à terre pour une nouvelle séance de nettoyage et d'élimination des animaux morts. Enfin, la dernière opération consiste à disposer les coquilles en toute liberté au

fond de l'eau, dans les concessions appropriées de la rade. Elles y séjourneront 2 ans durant, pour parvenir à l'âge adulte, et à la taille commerciale de 10 cm de diamètre. Dans les années fastes, la rade de Brest produisait chaque année plus de 1 000 t de coquilles Saint-Jacques, soit environ 8 millions d'individus adultes. Compte tenu de la mortalité, on estime qu'il faut le double de larves, soit 16 millions, pour obtenir ce compte d'adultes. Or, actuellement, le laboratoire n'obtient que 1,5 million de larves, ce qui est 10 fois moins que la production de la nature quant tout allait bien. Ce naissain est donc encore très insuffisant pour repeupler la rade de Brest "comme avant", mais il faut savoir que cette réintroduction est fort coûteuse, puisqu'elle exige le travail à plein temps de 12 chercheurs et techniciens.

D'ici quelques années, on pense cependant pouvoir augmenter la quantité tout en abaissant les coûts, ce qui rentabiliserait l'élevage de la coquille Saint-Jacques. Une partie du naissain restera alors en laboratoire pour permettre la poursuite des études expérimentales, et l'autre servira à l'approvisionnement des divers gisements.

Un second axe de travail du programme de 5 ans de l'IFREMER consiste à relancer la pêche en baie de Saint-Brieuc. En dépit de sévères réglementations, on estime qu'au rythme de pêche actuel (quelque 4 000 t/an), le stock des reproducteurs, à savoir les coquilles matures non pêchées, sera vite épuisé...

Dès que le coût de revient du naissain aura baissé, il y aura donc lieu d'augmenter au plus vite la densité des animaux reproducteurs dans la baie. Ainsi seulement pourra-t-on éviter, à Saint-Brieuc, le terrible dépeuplement constaté naguère à Brest.

Pierre Rossion

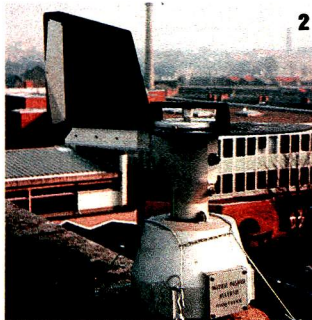
LA CHASSE AU POLLEN, UN SPORT "CHINOIS"

Comment capter au mieux ces dangereux allergènes que sont les pollens ? Le CNRS a son système, l'Institut Pasteur le sien. Personne n'est d'accord mais tout le monde collabore.

Née au printemps pour disparaître à l'automne et renaître au début de l'année suivante, la menace pollinique fait désormais l'objet d'investigations de plus en plus précises. Deux fois par semaine, la nouvelle carte télé-météorologique tient le public au courant de l'avancée du "front". Mais cette carte souffre — ou bénéficie — d'une rivalité entre deux organismes de grande notoriété, l'Institut Pasteur et le CNRS. Censés collaborer, l'un et l'autre se permettent néanmoins des réserves sur les méthodes du concurrent. D'un côté, un "nouveau" de la palynologie, l'Institut Pasteur, de l'autre, un spécialiste du pollen depuis 1974, le CNRS de Montpellier. Chacun défend son collecteur de pollen, qu'il considère évidemment comme le mieux adapté, et critique celui du partenaire.

Quelles sont ces méthodes pour piéger les pollens ? Elles sont au nombre de trois : une très simple, pour ne pas dire rudimentaire, la capture gravimétrique, qui consiste à disposer un récipient sur un toit-terrasse ou à 1,20 m du sol, un peu comme un pluviomètre qui s'intéresserait aux pollens plutôt qu'à l'eau, et deux autres méthodes dites volumétriques et, parmi ces dernières, celles de nos deux concurrents.

Le piège à pollens employé par l'Institut Pasteur — créé en 1950 par l'Anglais Hurst — est commercialisé maintenant sous le nom de collecteur de type Burkard. Cet appareil placé sur le toit de l'Institut à 19 mètres au-dessus du sol, donne la possibilité de connaître immédiatement le contenu pollinique de l'air par tranches horaires et journalières. Il est équipé d'un aspirateur réglé pour



Capteur Cour (1) ou Burkard (2) ? Ils donneront chacun une mesure différente de la quantité présente dans l'air de ces pollens d'ambroisie, entre autres allergènes. Lequel croire ?

absorber un débit d'air régulier équivalent à celui d'une respiration humaine moyenne de 10 l par minute, soit 14 m³ par jour. Une bande adhésive, placée sur un tambour, est recouverte d'un enduit à base de glycérine ou de gélose. La bande défile devant une fente de 2 mm sur 20 à la vitesse de 2 mm/h. Les pollens sont récupérés sur la bande et directement examinés au microscope toutes les deux heures ou tous les jours mais, le plus souvent, toutes les semaines.

D'après l'Institut Pasteur, ce système repose sur un principe beaucoup plus proche de la physiologie humaine que les pièges Cour du CNRS de Montpellier. Ces derniers sont aussi des capteurs volumétriques, mais ils ne tiennent pas compte de la pollinisation au cours de la journée. Le piège Cour est composé d'une surface de gaze de 400 cm² enduite d'huile de silicone et sur laquelle viennent se coller les pollens ; un anémomètre voisin contrôle la quantité d'air qui passe théoriquement à travers la gaze tandis qu'un gouvernail garde le capteur face au vent. Contrairement au Burkard, le capteur Cour



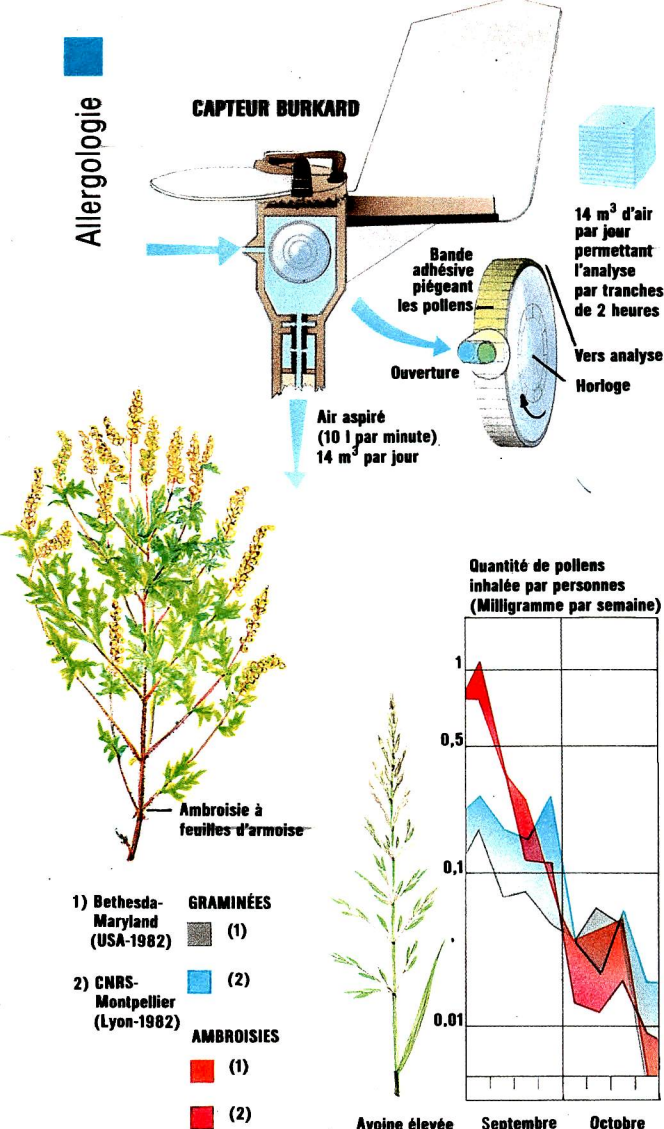
n'a pas d'aspirateur. Il dépend donc plus des conditions météo (vent fort ou faible). La différence essentielle entre les deux conceptions réside donc dans la quantité d'air absorbée : faut-il tenter de recréer les conditions de la respiration humaine, ou bien ne pas en tenir compte et capter une grande quantité de particules ?

La plupart des allergologues internationaux ont adopté le collecteur Burkard, considéré par la Société internationale d'aérobiologie comme le mieux adapté à la recherche pratique des pollens allergisants. La France se retrouvait donc, du point de vue de l'Institut Pasteur, avec son "Secam des pollens" et des informations sur les mouvements polliniques intraduisibles en système Burkard.

Au CNRS de Montpellier, on soutient qu'il n'y a pas contradiction entre les deux systèmes, mais complémentarité. « Nous mesurons les différences entre deux lieux ou entre deux régions. Il nous est aisé, tout comme le capteur Burkard, de faire des mesures journalières et hebdomadaires comme cela a été réalisé à Osseja, dans un centre aéré où

sont traitées les insuffisances respiratoires ; seulement, lorsque l'on effectue des recherches à l'échelle régionale, il s'écoule au moins une semaine entre l'éclosion des premières et des dernières fleurs et une quinzaine de jours à l'échelle nationale. Dans le cas de certaines familles — comme les graminées par exemple — la pollinisation peut durer plusieurs mois. Une mesure hebdomadaire ou bi-hebdomadaire suivra une progression plus ou moins rapide selon les espèces et suivant les régions. »

« Or, le Burkard est trop petit à l'échelon départemental ou régional : son témoin horaire correspond à 1 m³ d'air et il peut n'y avoir dans 4, 5 ou 10 m³ d'air qu'un grain de pollen qui risque dans ce cas de ne pas être piégé. A cela s'ajoute l'effet de bord provoqué par l'obstacle : celui-ci peut être extrêmement variable suivant la matière qui est exposée au flux d'air — un filtre captera un grand nombre de particules, tandis qu'une plaque de verre les refoulera — et dans une petite surface l'effet de bord est important, il prend quasiment toute l'étendue. En



Vu par le capteur Burkard, voici le relevé hebdomadaire des quantités de pollens d'ambrosie et de graminées inhalées par un malheureux promeneur pendant septembre et octobre 1982. Ces études ont été faites aux Etats-Unis et en France.

revanche, sur une grande surface (400 cm²) l'effet de bord est infimé, il n'a lieu que sur les premiers centimètres. »

Il faut remarquer toutefois que le Burkard étant muni d'un aspirateur, les conditions de la respiration humaine sont plus proches qu'elles ne le sont sur le capteur Cour et que l'effet de bord doit être moindre grâce à cette aspiration. Donc : match nul.

Selon le CNRS de Montpellier, le Burkard est un échantillonneur très commode, mais incapable de fonctionner dans les régions très pluvieuses ou, au contraire, très sèches. Le nombre de taxons observés, c'est-à-dire de pollens classés selon l'espèce, la famille, le genre, est faible : de 30 à 40 taxons par année alors que, dans le système Cour, il

y a plus de 200 taxons. Enfin, si le collecteur Burkard est à l'échelle de ce que respire un individu, il ne faut pas oublier que les gens se déplacent : des personnes éloignées de 18 ou 20 m du capteur ne respireront pas le même flux pollinique.

Chaque résultat d'analyse étant très faible, il sera forcément différent d'un lieu à un autre. En revanche, un échantillonnage plus important sur une plus longue période sera proportionnellement plus représentatif à l'échelle de la région. A titre de comparaison si, pour faire des études statistiques de météorologie, on mesure avec des pluviomètres à ouverture égale à celle d'un dé à coudre et que l'on dispose ainsi une dizaine de dés sur 100 m², on mesurera dix hauteurs de pluie sensiblement différentes. A l'échelle de quelques cm² la pluie tombera d'une manière aléatoire. Mais avec des pluviomètres de 400 cm² (surface conventionnelle) le phénomène sera représentatif sur une grande échelle.

Peut-on comparer la pluie au pollen ? Non, mais on peut toujours analyser les pollens qui se sont décantés au fond des dés à coudre. Aux Etats-Unis, à l'hôpital de Baltimore, les deux systèmes ont été placés sur le toit de l'édifice. Après analyse, on a décelé, grâce au système Cour, des pollens de vignes, d'oléacés, d'ambrosies et autres taxons que le capteur Burkard n'avait pas piégés ; pourtant, les pollens de l'ambrosie annonçaient une prochaine invasion du terrible "ragweed".

A Stockholm, des mesures ont été faites sur un capteur Burkard et un système Cour, placés à 1,20 m l'un de l'autre. Selon Pierre Cour, du CNRS de Montpellier, des différences considérables ont été enregistrées. Celles-ci provenant — d'après lui — en premier lieu de la vitesse du vent et des phénomènes électrostatiques. Sur le capteur Burkard il y a une masse métallique importante par rapport à l'ouverture ; ces pièces métalliques, en fonction du frottement de l'air et de la température, attirent ou repoussent les pollens. Rien de tel dans le système Cour. D'autre part, en fonction de la vitesse du vent, les prélèvements sont autorégulés. Pourtant Siwert Nilsson, du Museum national d'histoire naturelle de Suède à Stockholm parle, dans une de ses publications, du capteur Burkard ainsi que d'autres capteurs (BIAP, FOA, Andersen, etc.), mais semble ignorer le capteur Cour. Il est évident qu'il s'agit là d'une étude plus particulièrement axée sur les spores de champignons, dont certaines sont particulièrement allergisantes, tout comme le sont les bactéries ou les insectes (domaine trop vaste pour notre propos). Autre argument du CNRS : entre les pollens qui tombent simultanément sur une surface horizontale et ceux qui sont transportés, la proportion peut atteindre un écart de 1 à 10. Cela s'explique par le fait que d'abord, en air calme, les petits pollens vont dévier plus que les

gros qui, eux, seront aspirés et, ensuite, par le fait que, l'appareil étant réglé pour une certaine quantité d'air lorsque le vent est fort, il n'aspirera que ce qu'il peut et puis s'étouffera. Or, il est évident que, si l'on veut mesurer les pollens, on ne doit pas faire d'obstacle. Le piège doit être le plus fin possible, afin qu'il n'y ait pas de déviation et que le maximum de particules soit piégé.

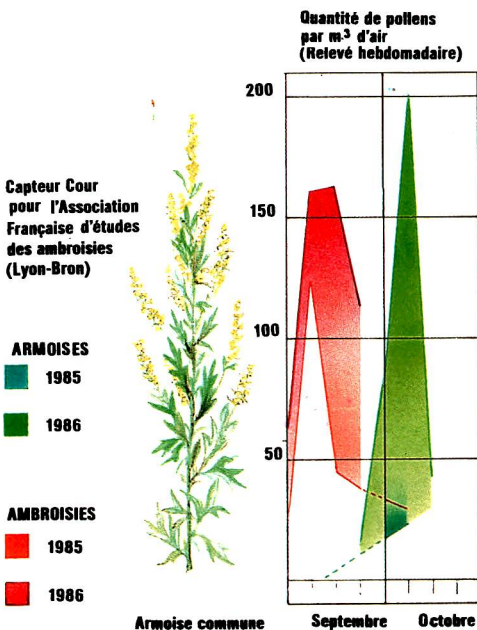
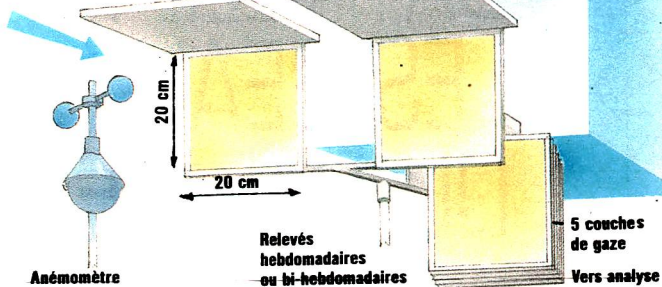
Quant à la façon d'analyser les pollens, l'Institut Pasteur estime que la méthode de l'acétolyse employée par le CNRS est sujette à caution. Mais, d'après le CNRS de Montpellier, « tous les laboratoires polliniques du monde travaillent toujours sur des pollens acétolysés, l'acétolyse étant destinée à éliminer le cytoplasme et l'intine des grains (leur paroi intérieure), pour pouvoir les identifier. Mais dans certains cas de pollens "pleins", leur intine, solidaire du cœur, est conservée, ce qui rend l'identification de ces pollens moins aisée. Il faut reconnaître que l'acétolyse détruit aussi la plus grande partie des spores de champignons qui sont, comme nous l'avons dit, également allergisantes. Ces spores sont beaucoup plus petites : une centaine de spores de 5 microns équivalent tout juste à un grain de pollen de graminée. Si un palynologue veut examiner à la fois les spores et les pollens, la méthode Burkard est préférable, mais même dans ce cas-là, le nombre de taxons est nettement plus faible. Sur nos lames nous observons, nous aussi, deux ou trois fois plus de spores que de pollens. Actuellement au CNRS, le laboratoire travaille sur un système de filtres enduits d'huiles uniquement solubles dans l'alcool. Les traitements chimiques seront moins forts et il sera ainsi possible de compter l'ensemble des spores et des pollens. »

Peut-on imaginer un capteur Cour-Burkard ? Non, car les deux méthodes sont différentes : l'un étant plus spécialement destiné au comptage des pollens allergisants, l'autre ayant une vocation plus générale dans le domaine des prévisions de récolte et dans la recherche (aérologie, paléontologie, etc.).

Dans le domaine de la communication avec le grand public, l'Institut Pasteur est privilégié avec son émission de télévision bi-hebdomadaire, mais le Minitel complète l'information avec celles fournies sur le service "T-Santé" par le laboratoire Pharmuka-SF dans sa carte de France des allergopolliniques. La météorologie nationale, de son côté, fournit des informations sur les pollens qui lui sont transmises par l'AFEDA (1).

Pour le laboratoire de palynologie du CNRS de Montpellier dirigé par M^{me} Van Campo, les analyses du capteur Burkard, portant sur quelques dizaines ou quelques centaines de grains de pollen par semaine, ne peuvent pas être suffisamment représentatives à l'échelle d'une région — bien que la

CAPTEUR COUR



Le capteur Cour s'est intéressé, lui, au pollen d'armoise et d'ambroisie, comptabilisé en nombre de grains par m³. Ces relevés, effectués dans la région de Lyon, portent sur deux années : 1985 et 1986.

majorité de la Communauté européenne ait adopté cette méthode. Pour M^{me} M.R. Ickovick, et MM. Thibaudon et Sutra, de l'Institut Pasteur-Allergie, le traitement par acétolyse du système Cour donne l'impression de trier les pollens "avec un gant de boxe" et, pourtant, de nombreux pays dans le monde sont équipés de capteurs Cour, car ils permettent de capter des pollens sous tous les climats, dans n'importe quelles circonstances et jusque dans le Cercle polaire.

Quoi qu'il en soit, les deux collaborateurs soutiennent que les deux systèmes sont complémentaires... en oubliant toutefois de préciser lequel est complémentaire de l'autre !

Louis Delplanque et Michèle Roux-Saget

(1) Association française d'études des amброisies.

BATAILLE POUR LES BEAUX "YEUX" DU RAFALE

*Futur
fer de lance des forces aériennes
françaises, la version
définitive du Rafale sortira en 1996.
Cet avion exceptionnel sera
doté d'un radar et d'un missile
tout aussi exceptionnels. On sait
déjà qui fabriquera le missile,
mais, pour le radar,
la compétition est rude !*



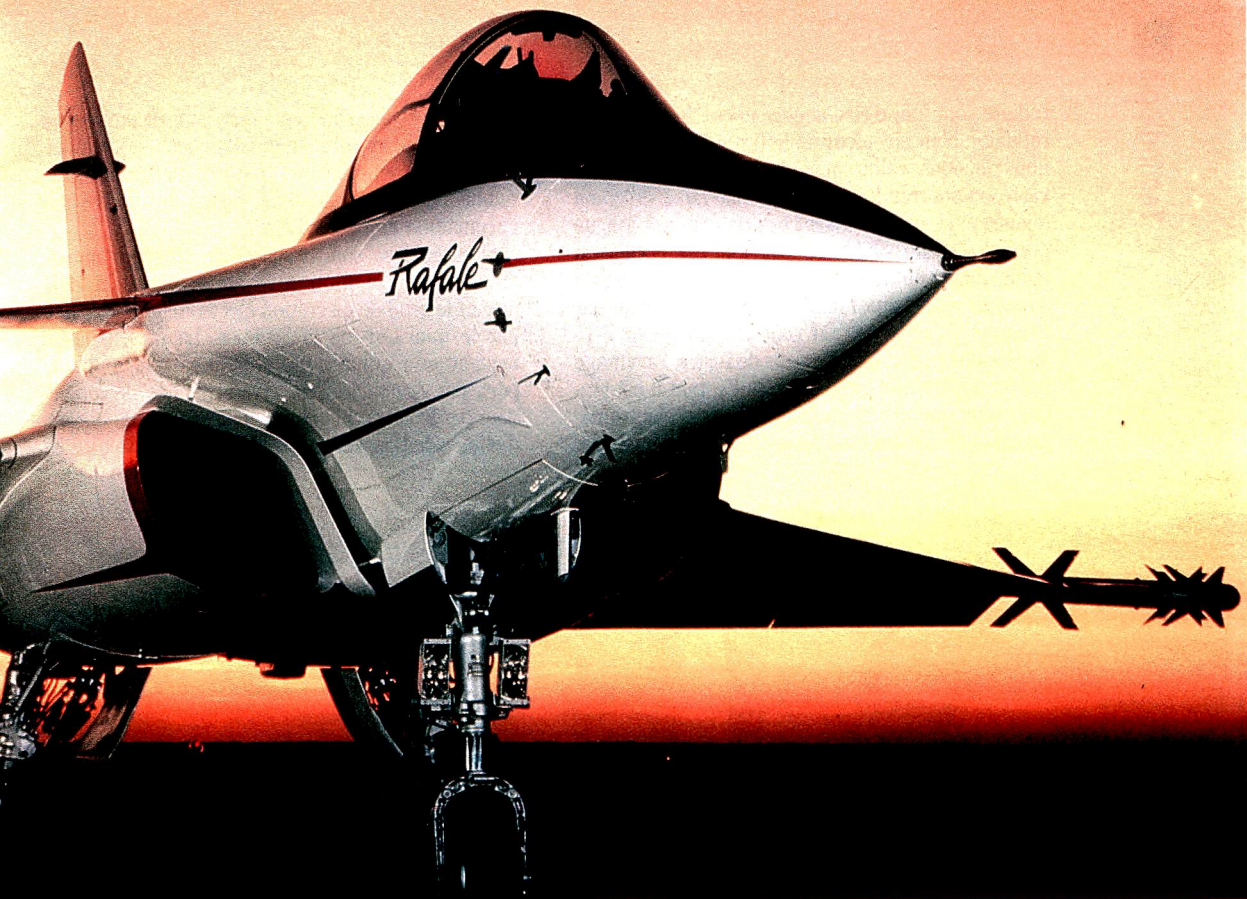
En même temps que le rideau se baissait sur le 37^e Salon de l'aéronautique et de l'espace du Bourget, l'horizon enfin se dégagait devant le futur avion de combat tactique (ACT) français, développé à partir du Rafale. Dans son discours de clôture, le Premier ministre Jacques Chirac a en effet clairement exprimé la volonté du gouvernement à ne pas voir repousser indéfiniment la mise en service du nouvel appareil. Cette fois, c'est décidé : l'ACT sera livré à l'armée de l'air en 1996.

Il faut dire que la fixation d'une échéance ferme et définitive s'imposait. Depuis six ans, on ne faisait que reculer la date de sortie de l'avion, le programme étant désigné successivement sous les appellations d'ACT-90, puis d'ACT-92, puis d'ACT-95... Il fut même question un moment de 1998 ! Ces derniers temps, cependant, on avait abandonné ces sigles à objectif suggéré. Lorsque, au début de cette année, un groupement industriel économique (GIE) fut créé pour relancer la construction de l'appareil, il prit le nom d'"ACE International" (ACE = avion de combat européen), délaissant toute allusion à un quelconque calendrier, mais exprimant ainsi clairement son désir de voir d'autres pays participer à son entreprise. Pour l'instant, cet appel à la coopération internationale ne semble pas avoir recueilli

beaucoup d'écho puisque, à l'heure où nous écrivons, seule la Belgique s'est déclarée prête à s'associer au GIE (on murmure toutefois dans la coulisse que les Pays-Bas pourraient bientôt en faire autant).

Maintenant que son terme est fixé, voyons quel est actuellement l'état d'avancement du programme. Le Rafale, on le sait, est un "démonstrateur", autrement dit un banc d'essai volant destiné à tester diverses innovations technologiques qui seront ensuite, si elles se révèlent satisfaisantes, reprises sur les avions de série. La silhouette même de l'appareil est appelée à être modifiée. Ainsi, le Rafale qui vole aujourd'hui pèse 9,5 tonnes, c'est-à-dire 1 tonne de trop par rapport à la fiche programme établie pour le futur ACT. Il faudra donc lui faire subir une cure d'amaigrissement. Cette perte de poids sera obtenue notamment par : 1° une diminution de la surface alaire, qui passera de 47 à 44 m² ; 2° un raccourcissement du fuselage ; 3° un changement de motorisation (les réacteurs américains F-404 actuellement installés seront remplacés par des réacteurs français SNECMA M-88, plus légers).

Cette question du poids a d'ailleurs été un sujet de friction entre les Français et les Anglais du temps où les Européens tentaient de définir de conserve les caractéristiques de leur futur avion de combat. A l'époque, Sir Raymond Lygo, le patron de



British Aerospace, contestait les arguments avancés en faveur d'un avion léger, assurant qu'un appareil de 8 tonnes ne coûtait pas forcément moins cher qu'un appareil de 9 tonnes ; qu'au contraire, son prix risquait d'être plus élevé parce qu'il faudrait tout miniaturiser, et que, d'autre part, plus le chasseur serait de taille réduite, moins il pourrait emporter d'armements. A quoi les Français répondaient que l'expérience avait depuis longtemps démontré qu'un avion, cela s'achetait au kilo. C'était du reste pour cette raison que l'armée de l'air hexagonale s'était naguère opposée à l'acquisition du Mirage 4000, dont les performances étaient pourtant remarquables, mais qui, en raison d'un poids très supérieur à celui des précédents Mirage, était si onéreux qu'elle n'aurait pas pu en acheter plus de cent cinquante.

La vérité oblige à dire que la préférence des Français pour un avion de 8,5 tonnes avait également un autre motif : ils projetaient dès cette époque de réaliser une version embarquée du nouveau chasseur, appelée ACM (avion de combat marine), et le poids, dans cette perspective, était un facteur important.

Quant à l'argument selon lequel il existerait une corrélation entre la taille d'un appareil et sa capacité militaire (sa puissance de feu), il est lui aussi

C'est à partir de ce Rafale que sera développé l'ACT, le futur avion de combat tactique français. Le missile "Magic II", visible en extrémité de voilure, fait la fierté de Matra. Il serait le premier missile à guidage infrarouge au monde utilisable sur tous secteurs.

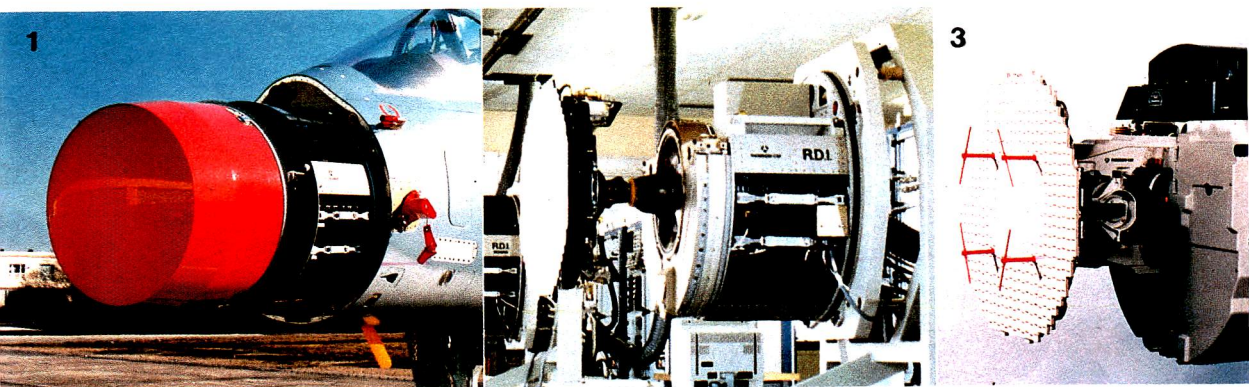
sujet à caution. Tout dépend en effet du poids des armes emportées et de leur efficacité. Pour ce qui est des missiles, par exemple, on sait d'ores et déjà que l'ACT pourra être équipé de 6 MICA (missile d'interception et de combat aérien), et peut-être même de 8 si, en lieu et place des Magic II fixés aux extrémités des ailes, sont installés deux autres MICA. En revanche, le concurrent direct de l'ACT, l'EFA (*European Fighter Aircraft*, que préparent les Britanniques en collaboration avec les Allemands, les Espagnols et les Italiens), ne pourra guère emporter plus de 4 engins AMRAAM (*Advanced Medium Range Air to Air Missile*), beaucoup plus lourds que les MICA. Compte tenu du fait que le MICA sera très probablement le missile le plus évolué du monde au moment de sa mise en service, on voit que l'ACT, malgré une masse à vide inférieure d'environ 2 tonnes à celle de l'EFA, aura néanmoins une capacité militaire nettement supérieure.

On considère d'autre part, chez Dassault, que les avantages inhérents à l'adoption d'une silhouette

réduite sont loin d'être négligeables. Témoin, cette réflexion d'un ingénieur de la firme française à qui nous faisons valoir que, dans un appareil plus vaste, on pourrait loger une antenne radar de grand diamètre, ce qui favoriserait la détection à longue portée : « La possibilité de voir loin est, certes, un atout, mais l'aptitude à ne pas être vu en est un autre, au moins aussi important. Actuellement, par exemple, il n'est pas du tout certain qu'un F-15 américain ait, dans tous les cas de figure, l'avantage sur un appareil tel que le Mirage F1, tant il est vrai que, sous certains angles, la signature électromagnétique de l'avion français est faible. En intercep-

listes, les recherches en cours sur de nouveaux types de radars, dits "multistatiques", pourraient, dans un proche avenir, rendre inefficaces une bonne partie des solutions mises en oeuvre par l'acquisition de la "furtivité".

Quoi qu'il en soit, la maquette grandeur nature qui préfigure le futur ACT aurait d'ores et déjà atteint le seuil de discrétion électromagnétique fixé par le ministère de la Défense. La rapidité avec laquelle ce résultat a été obtenu s'explique, d'une part, par la qualité des travaux menés de longue date par les chercheurs et les ingénieurs de bureau d'études de Dassault sur les technologies *stealth* et,



Les quatre générations de radars de Thomson CSF sont réunis sur cette photo de famille. A l'extrême gauche, le RDM (1) qui équipe la plupart des Mirage 2000. A côté, le RDI (2), pendant des essais en laboratoire. Il dispose d'antennes IFF (reconnaissance ami-ennemi) intégrées à l'antenne centrale. Au milieu, le dernier cri de la technologie actuelle : le RDY (3). Il est équipé d'un processeur de signal programmable (PSP) dont la puissance de calcul est 5 fois supérieure à celle

tion longue distance, celui qui gagne n'est pas obligatoirement celui qui possède le radar le plus performant, mais celui qui détecte l'adversaire le premier... »

Cela nous amène tout naturellement à parler d'un sujet ô combien à la mode, à savoir la "furtivité", c'est-à-dire la faculté que possède un avion d'échapper à la détection.

On a pu lire çà et là qu'un débat d'experts s'était engagé il y a quelques mois pour savoir s'il fallait que l'ACT soit ou non un avion "furtif". En fait, le problème ne s'est jamais posé de façon aussi tranchée. La meilleure preuve en est que le prochain Rafale, le véritable prototype du futur ACT, s'appellera le Rafale D, ("D" signifiant "discret"), et non pas le Rafale F (pour furtif) ni le Rafale S (pour *stealth*, le mot anglais original qui a été traduit en français par "furtif"). En clair, sans atteindre le niveau d'"invisibilité" des appareils américains, utilisant toute la panoplie des technologies *stealth*, l'ACT disposera tout de même d'une certaine capacité à échapper aux radars adverses. Ce choix paraît raisonnable car, si l'on en croit certains spécia-

d'autre part, par l'utilisation de la CAO (conception assistée par ordinateur) permettant de multiples simulations, accompagnées d'autant de modifications de la maquette.

Bien que l'on se refuse chez Dassault à révéler, même de façon approximative, quoi que ce soit concernant la réduction de la signature radar du Rafale D, il est cependant possible de mesurer le progrès accompli en quinze ans en rappelant que la SER (la surface équivalente radar, c'est-à-dire l'aire qui réfléchit les ondes radar) de l'actuel Rafale est déjà nettement inférieure à celle du Mirage 2000, lequel est pourtant plus petit et possède lui-même une SER de 35 % inférieure à celle du F-16 américain.

Mais ce qui fait la valeur d'un avion de combat tactique, ce n'est pas seulement sa vitesse, sa maniabilité ou son aptitude à échapper aux divers moyens de détection, ce sont aussi ses équipements stratégiques, c'est-à-dire son radar, ses dispositifs de conduite de tir, ses systèmes optiques de visualisation et de pointage et ses missiles.

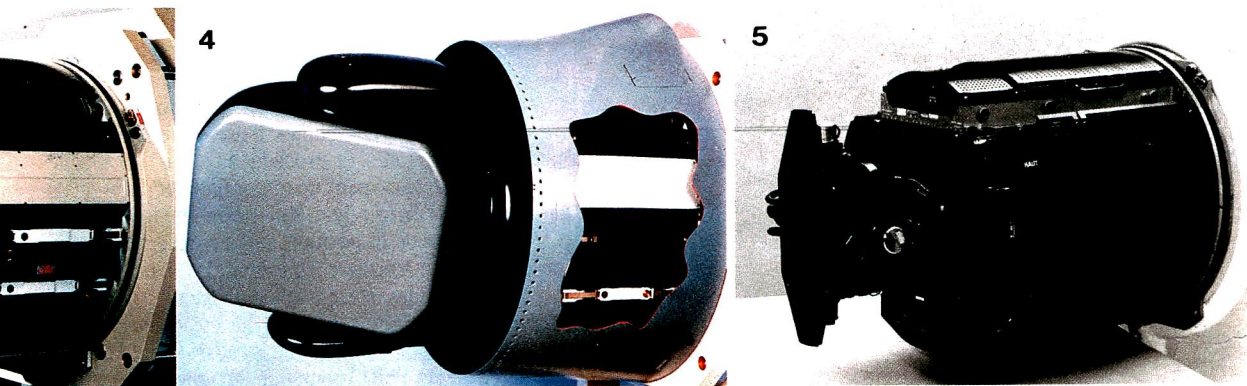
Avant d'aborder la question centrale — et délica-

te — du radar, évoquons rapidement les systèmes optroniques susceptibles d'être installés sur l'ACT. Contrairement aux radars, ces systèmes n'émettent pas de rayonnement, mais recueillent les radiations naturelles, et particulièrement les infrarouges, émises par les objets (sol, cible, etc.). Ainsi, l'ACT pourrait éventuellement être doté d'une conduite de tir optronique, c'est-à-dire d'un détecteur infrarouge capable d'assurer la poursuite des cibles, accompagné d'un dispositif de télémétrie laser (pour évaluer la distance séparant l'avion de la cible). Il n'est pas question que ce système se substitue à la conduite de tir radar, dont nous parlerons plus loin, mais il

qui soit capable de tout faire à la fois et de le faire parfaitement. On trouve, certes, des radars extrêmement brillants dans certains modes de fonctionnement, mais qui, malheureusement, ne réalisent que des performances moyennes dans d'autres.

Aujourd'hui, par exemple, le Mirage 2000 est proposé en trois versions radar différentes, chacune étant plus spécialement adaptée à un type de missions déterminé. En 1996, tous les ACT seront équipés du même radar qui, du moins l'espère-t-on, rendra les mêmes services que les trois radars actuels réunis. Ces trois radars sont :

- Le RDM (radar Doppler multirôle), produit par



du super-ordinateur Cray One. Ce radar dispose également d'une fonction air-mer. Enfin, à côté du RDY se tient le RDX (4), futur radar de l'ACT. Son antenne sera probablement à balayage mécanique dans un sens et à balayage électronique dans l'autre. Le radar Antilope 5, développé par ESD, donnera naissance à l'Antilope 50, destiné à équiper la version "pénétration stratégique" du Mirage 2000 armé du missile nucléaire ASMP (5).

pourra avantagusement la compléter.

Le second système optronique dont sera équipé l'ACT, sans le moindre doute cette fois, est le FLIR (*Forward Looking InfraRed*), qui lui permettra de voler par visibilité nulle, et en particulier la nuit. Il s'agit d'un appareillage complexe (conçu par Thomson-CSF) qui combine les informations obtenues par deux types de capteurs : d'une part, une caméra infrarouge fournissant une image thermique grand champ du paysage nocturne ; d'autre part, une caméra TV à intensification de lumière offrant une vue passablement nette du terrain survolé et un système de thermovision.

Venons-en maintenant au radar, ou plutôt aux radars, puisque désormais deux modèles sont en compétition. En effet, au dernier Salon du Bourget, ESD (Electronique Serge Dassault) a fait savoir qu'elle allait mettre au point son propre radar, marchant ainsi sur les brisées de Thomson-CSF.

A l'origine de ce véritable défi lancé au numéro 1 européen de l'électronique militaire, il y a le fait qu'il n'existe pas encore sur le vieux continent de radar polyvalent digne de ce nom ; autrement dit,

Thomson-CSF. Capable de remplir un grand nombre de fonctions, il montre cependant quelques faiblesses dans certains domaines, notamment dans la détection d'appareils évoluant à très basse altitude sur fond d'échos de sol à longue distance.

- Le RDI (radar Doppler à impulsion), également produit par Thomson-CSF. Optimisé pour l'interception de toute cible à toute altitude, il est parfaitement qualifié pour guider le missile Matra Super 530 D, indifféremment en dénivellées positives ou négatives, c'est-à-dire vers le haut ou vers le bas.

- L'Antilope 5, produit par ESD (Electronique Serge Dassault). Optimisé pour le suivi de terrain automatique, il équipe le Mirage 2000 de pénétration basse altitude transportant le missile nucléaire ASMP (air-sol moyenne portée).

Sans entrer dans le détail de l'architecture complexe des radars, disons qu'il y a un élément qui permet d'évaluer leur degré de polyvalence : il s'agit de la PRF (*Pulse Repetition Frequency*), c'est-à-dire de la fréquence de répétition ou de récurrence. Pour être polyvalent, un radar doit être capable de travailler sur trois fréquences de répétition : les

Les trois types d'évolution du missile MICA : 1 - Combat tournoyant avec "accrochage" de l'autodirecteur avant le tir. **2** - Combat moyenne portée sans rafraîchissement d'information : le missile est entièrement autonome. **3** - Interception longue distance avec rafraîchissement d'informations pendant la poursuite de la cible, d'où la modification de trajectoire vers la gauche.

missions air-air, air-sol et air-mer qui peuvent être assignées à un avion moderne.

D'autre part, les missiles de nouvelle génération étant dotés d'un autodirecteur actif, c'est-à-dire étant capables de se diriger par eux-mêmes sur leur cible, il est désormais possible de tirer plusieurs de ces engins — quasi simultanément — dans différentes directions. Toutefois ces tirs multiples ne sont réalisables que si le radar de bord possède la capacité "multicible", c'est-à-dire la faculté de suivre plusieurs cibles à la fois. En effet, bien que les missiles soient autonomes, il est souvent nécessaire, à mi-parcours, de procéder à ce que l'on appelle un "rafraîchissement des informations", afin qu'ils puissent corriger leur trajectoire en fonction de l'évolution de la position de leur cible respective. Lorsque ce transfert d'informations concerne plusieurs missiles, il est attribué à chacun d'entre eux une "fenêtre" de temps qui lui est exclusivement consacrée. On dit alors que le radar de bord travaille en mode PSID (poursuite sur informations discontinues).

En résumé, un radar réellement polyvalent doit posséder à la fois les trois fréquences de répétition et la capacité multicible. Ces données techniques étant précisées, nous pouvons revenir au futur radar de l'ACT et à la compétition dont il est aujourd'hui l'enjeu.

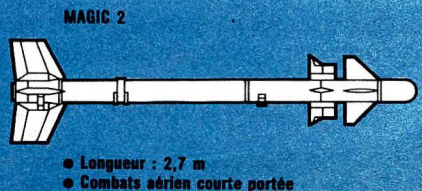
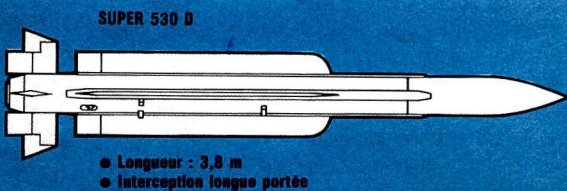
Chronologiquement parlant, l'histoire de ce radar commence en 1980, lorsque la Délégation générale pour l'armement (DGA) lance le programme RA-CAAS (radar aéroporté de combat aérien et d'appui au sol). Il s'agit pour le ministère de la Défense de combler notre retard sur les Américains et de concevoir un instrument qui, lorsqu'il sera opérationnel, aura un niveau de performances comparable à celui que les radars d'outre-Atlantique auront à cette même date.

Au départ, deux firmes françaises se montrent

HFR (hautes fréquences de répétition, soit environ 100 000 impulsions par seconde), les MFR (moyennes fréquences de répétition, soit entre 5 000 et 15 000 impulsions par seconde) et les BFR (basses fréquences de répétition, soit autour de 1 000 impulsions par seconde).

Or, les trois radars dont nous venons de parler n'utilisent qu'une seule PRF. D'où leurs performances inégales : optimales dans certains domaines, insuffisantes dans d'autres. En fait, aucun d'entre eux n'est capable de s'acquitter de l'ensemble des

Le missile MICA-Matra est vraiment un engin à part dans la panoplie des armements air-air : quatre fois plus léger que le Super 530



intéressées par ce programme : Thomson-CSF, bien sûr, et Electronique Serge Dassault, qui entend profiter de l'occasion pour entrer dans le club très fermé des six grands constructeurs qui se partagent le marché mondial du radar. Mais, dans le courant de 1981, ESD est écarté de la compétition, et Thomson-CSF se retrouve seul pour élaborer le radar du futur avion de combat, radar désormais désigné sous l'appellation de RDX.

Prudemment, Thomson va procéder par petits pas. Il commence par mettre au point un radar de transition, le RDY, destiné au Mirage 2000 rénové. Schématiquement, on peut dire que le RDY regroupe dans un même ensemble tous les modes de fonctionnement du RDI et du RDM, ce qui en fait un système déjà très performant, d'autant qu'il dispose des trois types de PRF et possède en outre un mode air-mer et la capacité multicible dont ni l'un ni l'autre de ses prédécesseurs n'étaient pourvus.

Alors, que lui manque-t-il pour être le radar simple et complet qu'attend l'ACT? Ou, si l'on préfère, que faut-il ajouter au RDY pour qu'il devienne le RDX? En gros, deux choses : d'une part, un mode cartographique permettant le recalage des systèmes de navigation inertiels et le suivi de terrain à très basse altitude en pénétration aveugle ; d'autre part, un mode de fonctionnement dit "entrelacé" lui donnant la possibilité de mener conjointement plusieurs tâches : par exemple, une mission de pénétration à basse altitude et la surveillance simultanée de l'espace aérien environnant (afin d'assurer l'autoprotection de l'a-

vion). Ce dernier raffinement implique que le RDX soit capable de travailler selon le principe du "partage de temps" et, d'une manière plus générale, que la technologie française des radars se soit hissée à un niveau comparable avec celui de son homologue américaine.

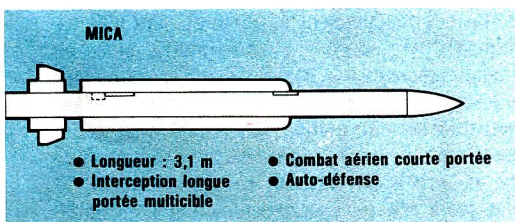


Jusqu'où Dassault consentira-t-il à modifier son appareil ? Pendant ce temps, la firme américaine General Dynamics prévoit de développer une nouvelle version du F 16 baptisée "Agile F 16", dans le but de contrer l'ACT auprès des forces aériennes européennes. Mais au vu du curieux document reproduit ici, il n'y a plus de doute à avoir sur les prédispositions du Rafale pour le combat "tournoyant" !

En définitive, la-démarche technico-industrielle de Thomson-CSF est simple : elle consiste à compléter des systèmes optimisés au départ pour des fonctions air-air avec des modes air-sol — dont précisément ESD s'est fait une spécialité avec son Antilope 5.

Aussi ne faut-il pas s'étonner de voir Electronique Serge Dassault revenir à la charge, avec un projet qui emprunte une voie similaire, mais en sens opposé. Partant d'un radar conçu exclusivement pour les fonctions air-sol (l'Antilope 5), ESD se propose de lui adjoindre des modes air-air (veille, poursuite de cibles multiples, télémétrie, vélocimétrie, identification ami-ennemi, évaluation de raid, c'est-à-dire dénombrement des avions évoluant en formation serrée, etc.), de façon à obtenir le système polyvalent recherché, d'ores et déjà dénommé "Antilope 50". Entreprise certes complexe, mais qu'ESD estime à sa portée, ayant acquis une bonne expérience des modes air-air dans la mise au point des autoguidés de missiles, comme le fameux AD-4A qui équipe le MICA.

et le Magic II, il couvre néanmoins leurs missions.



Bref, en simplifiant à l'extrême, on peut résumer la situation actuelle de la façon suivante :

— pour Thomson : $RDX = (RDM + RDI + PSID) + \text{Antilope 5}$;

— pour ESD : $\text{Antilope 50} = \text{Antilope 5} + (RDM + RDI + PSID)$.

Reste maintenant à savoir si l'on peut écrire $\text{Antilope 50} = RDX$. C'est le ministère de la Défense qui, en dernier ressort, devra répondre à cette question et se prononcer pour l'une des deux solutions proposées. Le choix risque de ne pas être aisé, car, d'après les informations que nous avons pu recueillir, les deux systèmes ne diffèrent pas seulement par leur nom, mais aussi par leur conception. ESD, qui a mis au point son projet plus récemment que son concurrent, proposerait une architecture générale entièrement nouvelle, à laquelle il était impossible de songer lorsque Thomson a commencé ses recherches. Faisant largement appel aux dernières créations de l'électronique et de l'informatique (logiciels à fonctions élargies, composants électroniques nouveaux, antennes perfectionnées, etc.), le radar élaboré ESD bénéficierait d'un allègement de poids d'environ 40 % par rapport aux radars de l'actuelle génération.

Pour le moment, la confiance règne chez Electronique Serge Dassault, qui croit pouvoir damer le pion à Thomson. Mais, si l'on en croit certains observateurs habitués à suivre ces compétitions industrielles, il n'est pas du tout exclu qu'au dernier moment Thomson "sorte un lapin de son chapeau" et l'emporte dans la dernière ligne droite. Car, comme le précise notre interlocuteur, même si l'on peut reprocher à cette firme de conduire ses études avec une relative lenteur, elle est capable, dans les grandes occasions, de mobiliser tout son potentiel pour arracher la décision.

Osons un pronostic : il nous étonnerait beaucoup que le ministère de la Défense tolère une guerre franco-française en matière de radar. Vraisemblablement, il demandera aux deux concurrents d'unir leurs talents et de coopérer.

L'hypothèse d'une telle coopération, nous l'avons évoquée avec les protagonistes de l'affaire. ESD n'y est pas opposé, d'autant que, dans le passé, il est déjà arrivé que les deux firmes collaborassent. Quant à la position de Thomson-CSF, elle tient en deux mots et c'est Alain Gomez qui nous l'a déclaré lors du dernier Salon du Bourget : « Pourquoi pas » ?

Mais nous n'en sommes pas encore là. En attendant, à l'optimisme affiché par ESD, Thomson oppose une parfaite sérénité, qu'un responsable de la division des radars justifie en ces termes :

« Le RDY ayant déjà une quarantaine de modes de fonctionnement, il nous suffit d'en ajouter seulement quatre ou cinq pour faire un RDX. Chez ESD, c'est le contraire : ils partent d'un radar qui ne possède que quatre ou cinq modes, et il faut qu'ils en

ajoutent une quarantaine pour parvenir au niveau qui sera le nôtre sur le radar final. Quant à la fameuse architecture nouvelle dont ils parlent tant, elle tourne essentiellement autour du PSP (processeur de signal programmable). Or, celui dont dispose déjà le RDY offre une capacité de calcul équivalant à celle de cinq ordinateurs "Cray One", dans un volume qui ne dépasse pas 38 litres. Sur le RDX, nous aurons un calculateur encore plus puissant, qui tiendra dans un volume encore plus faible : environ 20 litres. A cela j'ajouterai que Thomson utilise des composants qu'il fabrique lui-même, et n'est donc pas obligé de faire appel aux Américains pour réaliser, par exemple, certains modes de balayage de l'antenne. »

En ce qui concerne le futur missile de l'ACT, en revanche, il n'y a pas l'ombre d'une compétition, tant Matra a su surclasser ses concurrents avec un engin "qui tient plus encore qu'il ne promet". Cet engin, c'est le MICA, un missile polyvalent de type "fire and forget" ("tire et oublie"), c'est-à-dire capable de se diriger de lui-même sur son objectif. Couvrant à la fois le domaine d'intervention moyenne distance du missile américain AMRAAM (*Advanced Medium Range Air to Air Missile*) et le domaine courte distance de l'engin américano-européen ASRAAM (*Advanced Short Range Air to Air Missile*), il pourra également assumer les missions d'interception toutes altitudes du Super 530 D (de Matra) et les missions de proximité du Magic II à guidage infrarouge (également de Matra). On le voit, la polyvalence du MICA n'est pas un vain mot !

Par ailleurs, le pilote utilisateur du MICA bénéficiera de trois avantages que ne connaissent pas ses collègues aujourd'hui. Tout d'abord, le mode de guidage du MICA étant autonome, il ne sera plus contraint d'"illuminer" constamment sa cible jusqu'à la destruction de celle-ci. En effet, les autodirecteurs des missiles actuels ne sont que de simples récepteurs radar, qui se guident sur l'écho réfléchi par la cible. Pour cela, il est nécessaire que le radar de bord de l'appareil tireur garde continuellement l'avion ennemi dans son faisceau, afin que les ondes, réfléchies, informent l'autodirecteur. Il va sans dire que cette obligation d'"illuminer" la cible est une servitude qui empêche le pilote d'être disponible pour d'autres tâches, défensives ou offensives, et que la mise en service du MICA le libérera de cet assujettissement.

Le second avantage complète en quelque sorte le premier. Non seulement le pilote ne sera plus astreint à suivre sa cible, mais il pourra même en attaquer plusieurs à la fois. En effet, l'autodirecteur du MICA étant conçu pour travailler en mode PSID (poursuite sur informations discontinues), il suffira que le radar de bord possède la capacité multicible (ce qui sera le cas du RDX et l'est déjà du RDY) pour que le pilote puisse procéder à des tirs simul-

(suite du texte page 160)

INFORMATION COMMERCIALE

Rentrée des classes avec TEXAS INSTRUMENTS :

la bonne calculatrice au bon moment

Texas Instruments, le spécialiste des calculatrices pédagogiques scolaires, met en place dès la rentrée prochaine (du 28 août au 31 octobre) un service Minitel. En appelant le 36.14, code Texas, **Texas Instruments** propose aux lycéens de la 6^{ème} à la Terminale, de les aider à choisir la calculatrice qui correspond à leurs besoins.



Dans la gamme **Texas Instruments**, à chaque classe correspond une calculatrice adaptée au programme. Grâce à cette aide au choix, pas de machine sous-utilisée parce que trop compliquée, pas de matériel non adapté aux matières enseignées.

En plus, sur ce service Minitel, un jeu permettra de gagner de superbes sacs à dos Relax Maths !

Comme chaque année, **Texas Instruments** met tout en œuvre pour assurer aux lycéens une rentrée relax !

Contact Synergie : Guillaume PERAULT
(Tél. : 45 74 98 70).

comment j'ai réussi à tous les examens et concours où je me suis présenté

Pendant des années, j'ai peiné dans mes études, j'ai beaucoup travaillé et pourtant je n'obtenais que des résultats moyens. Et puis, un jour, tout a changé. J'ai rencontré un professeur qui m'a expliqué que dans les écoles, les collèges, les lycées, on nous apprendait beaucoup de choses, mais pas l'essentiel. Car, l'essentiel (et c'est par là qu'il faudrait commencer), c'est de connaître les techniques modernes de l'apprentissage. Il faut d'abord « apprendre à apprendre » me dit-il. Et il me révéla des techniques surprenantes qui permettent de lire deux fois plus vite, d'étudier en moitié moins de temps, de retenir tout sans effort. Pour me donner un exemple, il m'enseigna comment se rappeler instantanément et après une seule lecture, une liste de 50 mots quelconques n'ayant aucun rapport entre eux. J'en fis l'essai et je réussis aussitôt. Il me montra comment, de la même manière, on peut retenir instantanément 20 nombres de 4 chiffres en ne les ayant lus qu'une fois. J'essayai et je réussis également. Il m'expliqua aussi comment se trouver psychologiquement dans les meilleures conditions lors d'un examen, comment être plus efficace à l'oral. Il m'apprit ensuite à retenir une conférence sans notes et m'indiqua une méthode stupéfiante de simplicité pour connaître l'essentiel d'un livre de 300 pages en une heure. J'appris également à avoir la forme physique pour l'examen, à améliorer mon expression orale, à tirer grand parti d'un magnétophone pour faciliter l'étude, à développer mon pouvoir d'attention et de concentration, à améliorer ma volonté et à contrôler mes émotions.

Le résultat de tout ceci, j'ose à peine l'écrire, car cela paraît immodeste, c'est qu'en travaillant sans fatigue, j'ai obtenu à partir de ce jour les plus brillants résultats: j'ai décroché mon baccalauréat (mathématiques) du premier coup, j'ai été reçu à HEC après un an de préparation seulement, j'en suis sorti dans les 25 premiers, et pour me distraire, j'ai passé en même temps avec succès quelques autres examens en langues, comptabilité, droit, etc.

Avec cette méthode, il est tellement facile de réussir brillamment n'importe quelles études, que j'ai voulu en faire bénéficier tous ceux que cela intéresse. Je l'ai rédigée et améliorée encore avec des psychologues spécialistes de la mémoire et de l'apprentissage. Il est évident que ceux qui appliquent cette méthode bénéficient d'un avantage considérable par rapport à ceux qui en ignorent les principes.

N'hésitez donc pas à vous donner cet atout extraordinaire. Vous aussi, vous pouvez étudier avec moins d'effort et davantage de résultats, réussir facilement tous vos examens ou concours en appliquant la méthode dont je viens de parler. Pour en savoir plus, demandez la brochure gratuite offerte ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire particulièrement intéressant.

Marc A. HEC

GRATUITS! 1 brochure + 1 test

Découpez ce bon et renvoyez-le à Service X, Centre d'Etudes, 1, av. Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Veuillez m'envoyer votre brochure gratuite « La méthode infailible pour réussir études, examens et concours » et me documenter sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais (étranger: 5 coupons-réponse).

X 14E

Mon nom: Prénom:

Mon adresse complète:

Code postal: Ville:

SELECTRIC

tél. : (1)39.51.44.48 - (1)30.24.10.20



VU dans SCIENCE et VIE
Août 1986

EN DOUCEUR
2 Vitesses
freinage électrique

EN SILENCE
TOTAL !!!

UN VRAI PLAISIR
Et un brin d'effort !

"Kit" adaptable sur tout vélo ! ...Génial !!!

F. Guerbet 6, rue de Vergennes 78000 Versailles

ESSAI GRATUIT 15 min. à VERSAILLES

sur présentation de ce COUPON

Prendre RDV (1) 39 51 44 48

LES TARTUFES DU "TITANIC"

Tout d'un coup, Américains et Anglais témoignent à l'égard de l'épave du célèbre paquebot une sensibilité farouche : une bien singulière levée de boucliers...

Depuis le 8 juillet, l'épave du *Titanic* est devenue l'enjeu d'une déplorable rivalité d'amours-propres et d'intérêts occultes. La France, rappelons-le, se distingua quand, en 1985, une équipe franco-américaine localisa le *Titanic* à 350 milles marins (650 km) au sud-est de Terre-Neuve, par 3 800 m de fond. L'IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) côté français, et le WHOI (Woods Hole Oceanographic Institute) côté américain se partagent alors le mérite de cette découverte. Celle-ci est due au défrichement effectué par le SAR (Système acoustique remorqué) et à l'excellente vue de l'ARGO, sonar américain doté d'un système vidéo qui repéra et transmit les premières images du vaisseau perdu.

Il y a quelques semaines, l'IFREMER a engagé une campagne d'exploration de l'épave et de récupération d'objets, qui a bizarrement fait pousser les hauts cris aux Etats-Unis et à la Grande-Bretagne. L'exploit est pourtant digne d'intérêt : il met en jeu le submersible *Nautilus*, qui emmène jusqu'à 6 000 m 3 personnes à son bord. Ses deux bras télémanipulateurs placent les objets les plus fragiles dans un panier de prélèvement. Le vaisseau s'est muni pour la circonstance d'un outillage comprenant une époussette, un croc, une petite et une grande ventouses reliées à une pompe à eau entraînée par un moteur hydraulique. En plus de son propre panier, il peut aussi remplir un panier ascenseur autonome. Une fois plein, celui-ci se sépare de son lest par l'explosion d'une petite charge déclenchée par onde acoustique depuis le navire d'assistance *Nadir*. Et ce dernier n'a plus qu'à récupérer le panier repérable grâce à sa balise sonore et lumineuse. Les objets encom-

brants ou pesant jusqu'à 700 kg sont remontés au moyen d'un assemblage de flotteurs relié à un crochet que leur fixera le *Nautilus*. Enfin, le *Nadir* remonte à l'aide d'un treuil les charges lourdes atteignant au maximum 5 t. Ce type d'opération nécessite trois jours, car le *Nautilus* attend la descente complète du câble avant d'intervenir. En cas de rupture de ce dernier, il risquerait d'être coupé en deux par le tronçon sectionné.

Il met aussi en jeu un autre engin remarquable, le *Robin*. Comme le *Nautilus* ne peut pénétrer dans le *Titanic*, il y délègue un petit robot télécommandé au bout d'une laisse de 70 m de long qui, outre les ordres de télécommande, achemine dans un sens l'énergie d'éclairage et dans l'autre, des images ; c'est le *Robin* qui filme et prend des photos. Equipé de trois caméras, dont une couleur, d'un appareil photo 35 mm et de trois projecteurs de 250 watts, il transmet ses premières images aux six moniteurs vidéo du *Nautilus*, le 9 août dernier lorsqu'il pénétra dans l'épave.

Jusqu'à présent, on a remonté du *Titanic* un peu de vaisselle, une bouteille de vin et la cloche du navire. A l'heure où vous lirez ces lignes, un des coffres-forts sera certainement ramené à la surface. Ceux-ci contiendraient encore 300 millions de francs de diamants de la Compagnie De Beers. Tous les objets récupérés seront traités à Paris pour leur conservation ; ils ne pourront être vendus, mais seront présentés dans une exposition itinérante. L'IFREMER n'agit pas ici pour son propre compte. Organisme public de recherche, sa flotte dispose dans l'année d'un certain nombre de périodes de disponibilité. Elle a donc chargé la société Taurus International de lui procurer des affrètements dont les recettes financeraient en partie des campagnes scientifiques. Celle-ci s'est acquittée de sa tâche en lui présentant un partenaire prêt à financer une campagne de récupération de vestiges du *Titanic* et s'est proposée d'en assurer la gestion technique. L'affrèteur, la société ORE (Ocean Research Exploration) versera 36 millions de francs (13,5 millions pour la location du *Nautilus* à lui seul) pour 54 jours de campagne et, si elle le désire, 2,5 millions pour 17 jours supplémentaires ; cette société de droit anglais rassemble autour de Carlos Piaget (de la famille des joailliers suisses) une quinzaine d'investisseurs privés américains. L'ORE ne possède pas de siège social. Son adresse à Londres cache une

simple boîte postale. Son partenaire californien, la société cinématographique Westgate Productions, réalise l'ensemble des reportages vidéo et photo.

Bizzarerie : Américains et Anglais de concert trai-

Les bittes d'amarrage du célèbre paquebot.

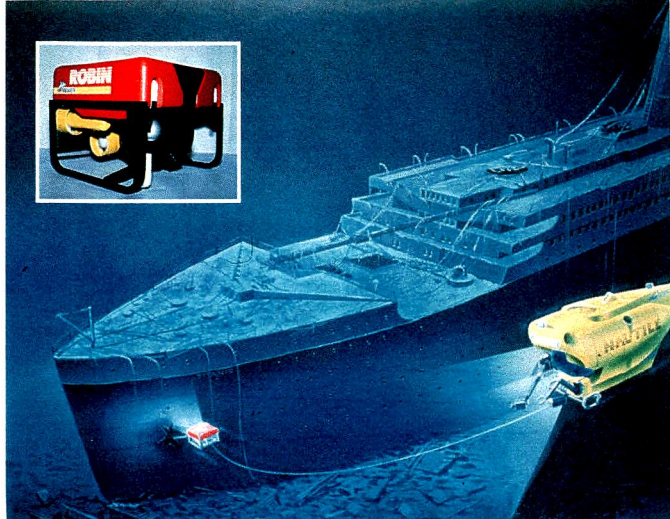


tent désormais la France, par le biais de l'IFREMER, de "pilleuse d'épaves", et, dans un élan tout à fait singulier, les Etats-Unis ont promulgué, fin 86, une loi faisant du *Titanic* un "mémorial" maritime inviolable par tout citoyen américain. Et un projet de loi interdisant sur le territoire national la vente d'objets provenant du paquebot vient d'être approuvé par le Sénat américain le 3 août dernier. L'accusation est, disons-nous, singulière parce que, dans le même temps les Américains partent à la conquête de deux autres épaves célèbres, celle du *Monitor* qui coula au siècle dernier et celle du *Republic* qui sombra en 1909, et que l'exploration et l'exploitation d'épaves, illustres ou non, sont des domaines où les Américains ont brillé, brillent et sans doute continueront de le faire. On ne voit guère pourquoi le *Titanic* revêtirait une aura particulière et serait tout à coup gratifié de l'inviolabilité. L'exploitation commerciale serait "indécente"? « Il n'y aura pas de vente d'objets, précise Bruno Chomeil de Varagne, le responsable de l'opération à l'IFREMER; notre client s'y est engagé par contrat. Le *Titanic* est voué à disparaître dans les prochaines décennies. Les structures en bois comme le pont ont disparu, les parties métalliques rouillent. Nous voulons sauver les reliques de cette tragédie. »

Quant aux Anglais, leur dépit n'étonne pas moins: n'ont-ils pas organisé en avril dernier une vente aux enchères de souvenirs liés au *Titanic*, qui a rapporté 400 000 F? Ce n'est guère là plus "sentimental" que le prochain repêchage par des Américains, en ce moment sur le *Republic*, d'un lot de 5 000 bouteilles de vin. Robert Ballard, le chef de la mission américaine qui participe à la découverte du *Titanic*, s'élève aujourd'hui contre l'IFREMER. Or n'a-t-il pas clamé haut et fort l'an dernier son intention de récupérer certains vestiges pour les exposer dans des musées? Les conférences qu'il organise à 8 000 dollars l'une, (48 000 F), ses articles, et bientôt son livre, lui rapportent une somme qui n'est certainement pas négligeable. Et que dire de son projet d'organiser des expéditions sur les lieux du naufrage où les touristes contemplerait en surface des images transmises depuis les fonds? Voilà bien de la commercialisation en bonne et due forme!

On prétend aux Etats-Unis, que la diffusion des premières photos du *Titanic* aurait laissé de mauvais souvenirs: le VHOI distribuait les siennes gratuitement, alors que l'IFREMER vendait les siennes. Impensable! Mais cette mauvaise querelle fait fi de la vocation commerciale déclarée de l'IFREMER, et qui ne fait secret pour personne.

La raison de l'esclandre pourrait être bien autre: c'est le petit *Robin* français. C'est le seul instrument au monde capable, avec le robot américain *Jason Junior*, de se faufiler dans une épave pour y prendre des films et des photos. L'unique concu-



Un cordon de 70 m relie *Robin*, robot télécommandé, au *Nautil*.

rent de *JJ* évolue avec aisance jusqu'à 6000 m. Les Américains sont déjà ulcérés par les succès de la technique française. Après le Concorde, qu'ils ont accusé de menacer la santé psychique des vaches, le TGV, l'affaire du SIDA où ils n'ont pas brillé par leur loyauté, nos voitures, et puis l'Airbus qui mange les nuages sous les ailes de leur construction aéronautique, voilà encore le *Robin*!

Le seul point litigieux pourrait se dresser, non entre Français et Américains, mais avec les Canadiens. La convention de la Jamaïque, signée le 9 décembre 1982 par 160 Etats dont le Canada et la France, fixe à 12 milles marins (22 km) les limites des eaux territoriales. Chaque pays côtier contrôle toutefois l'exploration et l'exploitation de son plateau continental. Jusqu'où s'étend-il? La loi est beaucoup moins précise à ce sujet que la géologie. Elle affirme cependant que le plateau continental ne s'étend pas au-delà de 350 milles. Or c'est précisément la distance qui sépare l'épave des côtes canadiennes. Les autorités de ce pays affirment que celle-ci repose sur "leur" plateau continental.

« D'après notre loi, tout Etat effectuant des recherches sur ce plateau doit requérir notre autorisation. Mais l'épave elle-même ne nous regarde en rien », affirme Robert Hage, conseiller juridique à l'ambassade du Canada. On peut alors se demander ce qui se passera si l'IFREMER envisage de fouiller le sol pour dégager des objets enfouis. Le cas ne s'est pas présenté pour l'instant car la sédimentation est peu significative à cet endroit. Mais l'épave se trouve près d'un canyon qui pourrait se transformer en couloir d'avalanche sous-marine. Aucun risque, certifie cependant Taurus International.

De toute manière, les services hydrographiques de la marine française ont établi que le *Titanic* gît au-delà du plateau, sur la pente continentale. Cela semble vraisemblable, compte-tenu de la profondeur du site.

Isabelle Bourdial

POUR ALLER DE L'AVANT...



...IL FAUT COMMENCER PAR SUIVRE.



En micro-informatique, ça va vite, très vite.

Matériels de plus en plus performants et de plus en plus accessibles, logiciels de plus en plus intelligents et pratiques, toujours mieux adaptés à vos propres besoins.

Pour bien suivre cette fantastique évolution, lisez SVM, SCIENCE & VIE MICRO, N° 1 de la presse informatique.

SVM vous dit chaque mois tout ce qu'il faut savoir pour aller de l'avant.

Et en plus, vous verrez, SVM c'est passionnant!

N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

**AU SOMMAIRE
DU N° DE SEPTEMBRE :**

- Dossier : tous les micro-ordinateurs professionnels.
- Banc d'essai : le logiciel d'édition X-PRESS de Quark.
- Initiation : le système d'exploitation de Microsoft qui préfigure la micro des années 90.
- Reportage : le télétravail.

TCHERNOBYL- SUR-SEINE

Dans une centrale nucléaire, un accident, lorsqu'il a été prévu, a peu de chances de tourner à la catastrophe. C'est quand il n'a pas été prévu que la catastrophe est à redouter ! En voici la preuve (heureusement, fictive).

DOSSIER

Sur la rive droite de la Seine, à 80 km (à vol d'oiseau) de Paris, la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine va commencer à fonctionner dans quelques jours. La première tranche sera raccordée au réseau dès le mois de décembre prochain. La seconde entrera en service en 1988. Alors, bon an, mal an, les deux réacteurs fourniront une quinzaine de milliards de mégawatts-heure, distribués principalement dans la région parisienne.

Tout irait pour le mieux dans le meilleur des mondes nucléaires, si, tout à coup, dans la soirée du 6 décembre 1990, ne survenait au cœur de la centrale toute neuve un accident imprévu : la rupture d'une grosse canalisation de vapeur. En quelques minutes, tout va basculer dans le cauchemar... Il ne

s'agit pas, bien entendu, d'une prédiction proférée par quelque devin maléfique, mais du point de départ d'un livre qui va paraître dans la deuxième quinzaine de ce mois (chez Calmann-Lévy). Son titre : *Tchernobyl-sur-Seine*. Ses auteurs : Hélène Crié et Yves Lenoir. Bien que baptisé "roman", l'ouvrage est solidement documenté et dégage une telle impression de vérité que sa lecture donne le vertige. Et suscite d'inévitables questions.

En avant-première, *Science & Vie* vous en propose quelques pages. Elles ont trait à l'"accident" proprement dit, et à la manière dont il est vécu par ceux qui en sont les premiers témoins. C'est en effet la partie la plus troublante du livre, celle à propos de laquelle on se demande si la réalité pourrait un jour rejoindre la fiction.

LE ROMAN DE L'ACCIDENT

Centrale de Nogent-sur-Seine : vendredi 6 décembre 1990, 21 heures. L'équipe a du pain sur la planche cette nuit. Dans quelques jours, le fonctionnement du réacteur numéro 1 doit être interrompu. Celui-ci sera alors ouvert pour sa première campagne de rechargement en combustible. Depuis décembre 1987, cette tranche de production électrique ronronne paisiblement. A l'intérieur de la cuve du réacteur, confinée sous trois enceintes de béton et d'acier, la radioactivité est maximale : près de mille cinq cents fois celle créée par la bombe d'Hiroshima.

Mais, dans la grande salle des commandes rose-orangé, illuminée par les centaines de verrines rouges et jaunes, les hommes écoutent tranquillement leur chef de quart distribuer les tâches de la soirée. Entre le plafond uniformément éclairé aux néons et les tableaux muraux sertis de minuscules fenêtres blanches, les schémas de contrôle luisent doucement au-dessus des pupitres multicolores. Les imprimantes reliées aux ordinateurs débitent par intermittence des lignes de chiffres sur les bandes de papier troué. Trois écrans vidéo affichent silencieusement des informations sur l'état de la centrale. Un gigantesque tableau de bord, le centre névralgique de la centrale nucléaire. Un cerveau éclaté en plusieurs systèmes automatiques, ou télécommandés par les opérateurs.

Aujourd'hui comme toujours, ils sont deux :

Hervé, le chef de bloc, et Michel, son adjoint. Eux ne bougeront pas de cette salle des commandes.

.....
La tranche est à son régime nominal (1). La température moyenne du cœur, le niveau d'eau dans les quatre générateurs de vapeur, le niveau et la pression du pressuriseur... Tout est normal.

(...) une alarme retentit. Les deux hommes sursautent, se figent une fraction de seconde. Que diable se passe-t-il ?

Dans la baie des générateurs de vapeur, des verrines jaunes et rouges clignotent furieusement, comme l'éclairage syncopé d'une discothèque.

« Bon, il va falloir faire le tri dans ce tohu-bohu, soupire Hervé, prenant Michel à témoin ; tout de même, on devrait améliorer le système de sélection des informations. »

A quelques pas, dans la salle des calculateurs, sans se poser de question, l'ordinateur de la tranche vient de graver dans sa mémoire l'événement qui a tout déclenché : à 22 h 34 mn 25 s, la pression de vapeur à l'admission de la turbine a brusquement chuté.

.....
Dans le générateur de vapeur n° 4, le débit vient d'augmenter brutalement.

Deux circuits d'eau s'affrontent dans cette

(1) Régime de fonctionnement à pleine puissance continue.

UN TEL ACCIDENT EST-IL POSSIBLE ?

Résumons les faits. Une tuyauterie conduisant la vapeur du circuit secondaire, du bâtiment réacteur à la salle des turbines, a cédé. La rupture a eu lieu à l'extérieur, à l'endroit où ladite tuyauterie sort de la double enceinte de confinement qui isole le réacteur. La vapeur s'échappe donc à l'air libre. Mais l'ébullition soudaine des quarante tonnes d'eau contenues dans le générateur de vapeur n° 4 secoue rudement les quelque 5 300 tubes en U qu'il renferme et au travers desquels l'eau du circuit primaire cède sa chaleur au circuit secondaire.

Quelques-uns de ces tubes, fragilisés par des fissures, par la corrosion et l'usure, se rompent et l'eau du circuit primaire, celle qui baigne et refroidit le combustible nucléaire et peut se trouver par conséquent chargée de radioactivité, passe dans le circuit secondaire et, de là, est expulsée dans l'atmosphère, via la brèche de la conduite de

vapeur. Or la rupture d'une tuyauterie extérieure combinée à la rupture de tubes en U dans le générateur de vapeur n'a pas été prévue, même dans les scénarios "possibles mais hautement improbables". D'où la gravité exceptionnelle de la situation...

Une telle "catastrophe" est-elle envisageable dans la réalité, ou relève-t-elle de la seule imagination des auteurs ? Pour le savoir, nous avons interrogé l'un de ceux-ci, Yves Lenoir.

Science & Vie — Sur quoi êtes-vous appuyé pour construire votre scénario ?

Yves Lenoir — Événements et situations mis en scène dans le livre ont été inspirés par des faits réels, ou imaginés à partir de procédures prévues dans les dispositifs de sûreté et de sécurité nucléaires applicables en France. Les réactions de l'équipe de conduite du réacteur accidenté ont

Hélène Crie et Yves Lenoir

Tchernobyl sur Seine

roman

Glimm-Lévy



énorme marmite à pression, haute de vingt mètres : le primaire, brûlant et contaminé par les fuites routinières du combustible nucléaire, transmet sa chaleur au circuit secondaire, exempt de radioactivité, grâce à un fabuleux faisceau de tubes. Un faisceau de onze mètres de haut, constitué de cinq mille trois cents tubes en U, soit cent vingt kilomètres de minces tuyaux, surnommé "le chignon". Cette surface d'échange

notamment été déduites d'une étude confidentielle réalisée par EDF et de discussions approfondies avec des membres du Centre de formation du Bugey. Les comportements des officiels sont calqués sur ceux de personnages réels que j'ai été amené à côtoyer depuis quinze ans, ou déduits de leurs prises de position après les catastrophes de Three Mile Island et de Tchernobyl. Cette masse d'informations a été brassée en vue de construire une fiction-réaliste qui rende justice à tous en préservant l'anonymat de chacun. En outre, quelques anecdotes réelles renforcent l'insertion de l'action dans l'histoire de ces trente dernières années.

S. & V. — Qu'est-ce qui vous a amené à choisir le type d'accident que vous décrivez ?

Y. L. — Nous voulions un scénario d'accident suffisamment long pour que l'équipe de quart ait le temps de "vivre" l'événement, et suffisamment bref, avant les rejets de radioactivité, pour prendre de vitesse la pesante machinerie administrative

représente environ trois quarts d'hectare. L'eau de ce circuit "propre" est portée à ébullition. La vapeur sous pression est transférée vers la turbine par de grosses tuyauteries pour produire de l'électricité.

D'après les indications affichées sur le panneau de contrôle, la production de vapeur du GV⁽²⁾ vient de passer de cinq cent cinquante kilos par seconde à plus du double... Hervé et Michel restent immobiles face aux instruments. On dirait un cas d'école : ils ont été confrontés à un accident du même type pendant un de leurs stages sur simulateur.

Où bien une soupape de décharge à l'atmosphère s'est malencontreusement ouverte — « Mais comment ?... » murmure Michel — ou bien il s'agit d'une rupture de la conduite de vapeur.

« Mon vieux, je crois qu'on est mal barré. » Hervé a soudain la gorge serrée.

Il n'y a rien à tenter pour l'instant. Observer et réfléchir, voilà tout. Où s'est produite la brèche ? Dans l'enceinte de confinement ou à l'extérieur, quelque part au-dessus de leur tête ?

Hervé perçoit nettement une vibration sourde. Pas de doute, la vapeur s'échappe à l'extérieur. Sinon, la température et la pression augmenteraient dans l'enceinte du réacteur, et il le verrait sur les tableaux.

« C'est peut-être mieux ainsi », pense Hervé, songeant aux problèmes posés par la vidange d'un générateur de vapeur à l'intérieur.

Les deux opérateurs n'ont aucun mal à ima-

chargée de la gestion de la crise.

S. & V. — Mais votre hypothèse est-elle plausible ? Autrement dit, y a-t-il des risques qu'elle se réalise un jour ?

Y. L. — La filière PWR, c'est-à-dire celle des réacteurs à eau pressurisée, a un point faible : le système de production et de transfert de vapeur. C'est la partie la moins fiable de toute la chaudière nucléaire, et c'est celle où le principe des barrières multiples n'est pas appliqué. On sait depuis longtemps que les générateurs de vapeur sont le siège d'une fissuration considérable. Il est fréquent que plus de la moitié des quelque 5 300 tubes en U constituant dans chaque GV la surface d'échange entre les circuits primaire et secondaire présentent des fissures. Certes, fissure ne veut pas dire fuite, mais toute fissure entraîne tout de même une certaine fragilité. Quant à la proportion des tubes qui fuient vraiment, elle est de l'ordre de 1 %, mais peut atteindre 10 % dans de mauvais lots. En outre, il faut savoir que la fissuration n'est pas un phé-

LE ROMAN DE L'ACCIDENT (suite)

giner le spectacle, dehors, là où la canalisation a cédé : un sifflement assourdissant, le bâtiment environné d'un nuage de vapeur qui semble jaillir de la paroi, comme si celle-ci s'était brusquement fendue.

Dans la salle des commandes, on n'entend rien. On sent. Le relâchement a lieu au-dessus de leurs têtes, mais la dalle de béton — plus d'un mètre d'épaisseur — qui les isole du reste du monde étouffe complètement le son.

« Le rejet a l'air colossal. Sans doute une rupture-guillotine. Dans moins de 20 secondes, le CV sera à sec. Tu imagines le chambard à l'intérieur, avec 40 tonnes d'eau qui se vaporisent en un rien de temps pour foutre le camp à l'extérieur ? Va chercher la fiche A0 (°). »

Michel se dirige vers le meuble de classement où sont rangées les fiches de procédure en cas d'accident.

Au moment où Michel tend la fiche A0 à Hervé, Pierre Duguey, l'ingénieur de sûreté et radioprotection (l'ISR), entre en trombe dans la salle des commandes. Hervé lui montre qu'il est à la hauteur.

« Ça vient de commencer. D'après les instruments, c'est une rupture de la tuyauterie de vapeur du GV4. Sûrement une grosse brèche à l'extérieur, entre le bâtiment-réacteur et la salle des machines (**schéma ci-contre**). Tu lances le PUI (°) ? »

Pierre Duguey examine les cadrans.

« Ce n'est pas à moi de le faire. Qui est d'astreinte de direction, cette nuit ? »

— Laurent Rolant. »

Pierre compulse rapidement la fiche de quart. Il décroche le téléphone blanc.

« 25 32 41 79, allons-y... »

« Monsieur Rolant ? On a un accident. Chute de la pression vapeur. La tuyauterie de vapeur du GV4 a dû se rompre... Non, certainement à l'extérieur, il y a une minute. »

L'ISR se tourne vers les opérateurs, avec un drôle de ricanement nerveux.

« Messieurs, nous voilà avec un accident de classe IV sur les bras. Le premier en France depuis la rupture d'un tube en U sur Tricastin 3, il y a deux ans. J'espère qu'on s'en sortira aussi bien. »

Michel surveille le déroulement des séquences automatiques. Pierre et Hervé ont pris position devant le panneau de sûreté. Deux écrans affichent, sélectionnées par l'ordinateur de la tranche, les informations importantes sur l'accident en cours.

Le téléphone qui relie la centrale au dispatching (°) résonne près d'Hervé. L'échange est bref :

« Combien de temps va durer cet arrêt ? »

— On ne démarrera pas avant longtemps. Poussez les frangines en conséquences. Salut. »

UN TEL ACCIDENT EST-IL POSSIBLE ? (suite)

nomène statique. Les agressions physico-chimiques auxquelles est soumis le métal agrandissent progressivement les fissures. La durée de vie du matériel en est singulièrement réduite : une dizaine d'années contre plus de trente pour le reste du circuit primaire.

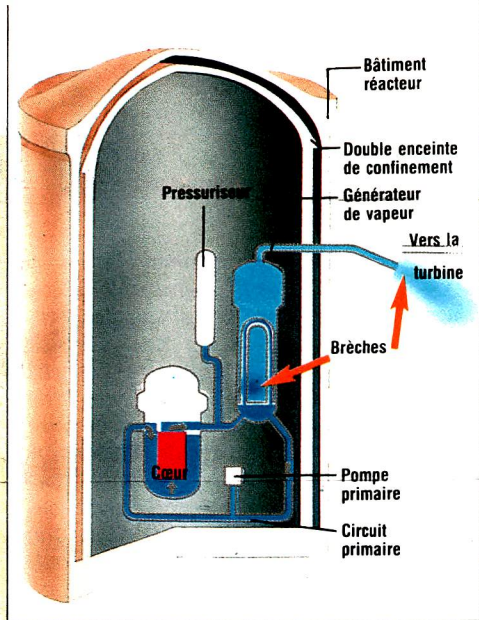
S. & V. — Mais ne contrôle-t-on pas ces fissures ?

Y. L. — Si, mais ce contrôle n'est pas complètement fiable, et cela pour trois raisons. D'abord, l'exactitude des mesures laisse à désirer. Ensuite, ces mesures ne permettent pas de définir à coup sûr la gravité d'une fissure, ni de prévoir son évolution. Enfin, les dangereuses fissures circonférentielles, responsables des ruptures brutales sans signes avant-coureurs, ne sont pas décelées. Le seul test décisif est la mesure du taux de fuite par la méthode de l'hélium sous pression. Il sert à repérer les tubes qui fuient et à décider s'il faut les boucher

ou non. Bref, le contrôle des générateurs de vapeur ne permet pas d'anticiper à cent pour cent les ruptures. Or, le générateur de vapeur est le lieu où le circuit primaire est pour ainsi dire en contact avec le monde extérieur ; il n'en est séparé que par l'épaisseur — environ 1 mm — du métal des tubes, alors que, partout ailleurs, plusieurs barrières isolent de l'environnement : la cuve en acier et les deux enceintes de confinement.

S. & V. — Que se passe-t-il lorsqu'un tube se rompt ?

Y. L. — L'installation est conçue pour faire face à la rupture brutale, sans fuite annonciatrice, d'un tube en U. Cet accident, de classe IV, la plus grave, s'est déjà produit une demi-douzaine de fois aux USA durant le fonctionnement normal de la centrale. Dans notre scénario, c'est l'ébullition soudaine de l'eau contenue dans le générateur de



Un instant déconnecté, Hervé observe ses deux collègues, tendus, mais parfaitement calmes. Il est assez fier, finalement. La formation sur simulateur paye, tout de même !

Pierre, lui, devient soudain livide. Il désigne quelques chiffres affichés sur l'écran gauche. D'une voix blanche, il appelle Hervé.

L'ingénieur semble assommé. Une seule explication : un, ou plutôt plusieurs tubes en U n'ont pas résisté à la dépressurisation brutale du GV. Maintenant, c'est le circuit primaire, de l'eau contaminée, qui se vide, via la brèche du GV, directement dans l'air extérieur. Hervé est pris d'un terrible vertige.

« Si le débit du circuit d'injection ne suffit pas à maintenir le niveau d'eau dans le réacteur, c'est que les dégâts dans le chignon dépassent le pire. Le cœur sera bientôt à découvert. Le refroidissement du combustible a probablement cessé, à cause de l'ébullition en masse du circuit primaire. Le combustible va être endommagé... il l'est sans doute déjà... De la radioactivité va s'échapper, et... il ne reste aucun obstacle à lui opposer. »

Pierre Duguey sent la panique monter. Un instant distraits de leur propre affolement, ses collègues le regardent, stupéfaits.

« A quoi bon toutes ces fiches, A1 pour les grosses brèches, A3 pour la rupture d'un tube en U... Rien n'est prévu pour cet accident. Nulle part, dans aucun rapport de sûreté, on n'a envisagé que la rupture d'une tuyauterie de vapeur, "accident possible mais hautement improbable", puisse entraîner des ruptures de tubes en U, accident finalement assez fréquent en marche normale. »

Il en ébauche un geste d'abandon, et poursuit, sarcastique et théâtral :

« Messieurs, voici quelque chose de totalement

(2) GV : Générateur de vapeur.

(3) Fiche A0 : fiche introductive de la nomenclature. A = accident, 0 = zéro.

(4) PUI : Plan d'urgence interne.

(5) L'arrêt imprévu de Nogent 1 doit être compensé par une augmentation de la puissance produite par d'autres tranches en activité ou par la mise en route de tranches disponibles en réserve. Pour guider son choix, le "dispatching" a besoin de connaître la durée probable de l'arrêt.

vapeur, par suite de la brèche qui s'est ouverte dans la tuyauterie du circuit secondaire, qui provoque une cascade de ruptures de tubes en U. Cet enchaînement est certes sans précédent dans les annales des centrales nucléaires, mais parfaitement plausible.

S. & V. — Venons-en précisément à ce circuit secondaire dont vient tout le mal. L'hypothèse d'une cassure brutale est-elle, elle aussi, vraisemblable ?

Y. L. — L'accident qui a eu lieu le 9 décembre 1986 à la centrale de Surry, aux Etats-Unis, a montré que des phénomènes de corrosion-érosion pouvaient entraîner un amincissement fatal de la tuyauterie du circuit secondaire. Par chance, si l'on peut dire, car il y a tout de même eu six personnes gravement brûlées par le jet de vapeur, la rupture s'est produite sur la canalisation qui ramenait l'eau au générateur de vapeur, en amont des vannes et des clapets anti-retour. Il a donc été aisé d'isoler ce générateur et d'éviter une dépressurisation catas-

trophique. Ces phénomènes de corrosion-érosion affectent à des degrés divers les tuyauteries de vapeur ; cela dépend en fait de la qualité de l'acier utilisé, de la qualité de la vapeur et de la "chimie" du secondaire. Ainsi, il y a deux ans, on a relevé des signes de dégradation sur une canalisation de vapeur de la centrale de Fessenheim.

Mais d'autres causes pourraient provoquer la rupture d'une tuyauterie de vapeur. Par exemple, le mauvais contrôle d'une soudure. D'après l'un de mes informateurs, environ 30 % des soudures seraient incomplètement contrôlées : ou bien le contrôle est bâclé, ou bien il n'est pas effectué du tout. Pourraient aussi être incriminés un défaut transversal non détecté, dû à une anomalie de fabrication du tuyau, ou la fissuration d'une pièce coulée, d'un coude notamment, phénomène que l'on a observé sur le circuit primaire de certains réacteurs. Quoi qu'il en soit, si la rupture se produit sur la portion de tuyauterie vapeur située entre la sortie de l'enceinte de confinement et les vannes

LE ROMAN DE L'ACCIDENT (suite et fin)

inédit sur nos réacteurs, un accident de perte simultanée du refroidissement et de toutes les barrières. Désormais, l'intérieur du réacteur communique directement avec l'atmosphère. Le pire est devant nous ! »

Centrale nucléaire, salle des commandes, 22 h 38 mn. Pierre Duguey, l'ingénieur de sûreté, donne à présent dans la délectation morose.

« Une ligne Maginot ! Voilà ce que c'est leur système de poupées gigognes ! Au centre, le combustible, une céramique, première barrière ! Puis, entourant l'uranium, des gaines étanches, deuxième barrière ! Ensuite, la cuve du réacteur, troisième barrière ! Et enfin, les deux enceintes de confinement en béton emboîtées l'une dans l'autre, dernière barrière. Un tel coffre-fort doit naturellement retenir la radioactivité en toutes circonstances, du moins la contenir et la guider vers le système de filtrage où on la coince avant qu'elle puisse gagner l'atmosphère... »

« Vous croyez qu'elle allait attaquer de front ces formidables remparts ? Pas si stupide, la salope ! Comme les Panzers de la Wehrmacht, elle a contourné l'obstacle en empruntant la voie la plus facile. Celle que vous et moi aurions choisi d'ouvrir si elle nous avait demandé comment sortir de cette forteresse. Forteresse, tu parles ! »

Hervé est stupéfait. Michel ne sait plus où se mettre.

« On avait tout prévu, poursuit l'ingénieur, même les accidents les plus effrayants : brèches dans le circuit primaire, des grosses, des petites, des tordues, des franches et des nettes, des choses abominables qui auraient transformé l'intérieur du bâtiment-réacteur en une infernale étuve radioactive. Chaque fois, le Rapport de Sûreté nous convainquait de la parfaite suffisance des dispositifs de sauvegarde pour limiter les conséquences extérieures à un niveau ridiculement faible. Avant Tchernobyl, parler de risque grave frisait l'indécence. Et même après, pas un bouton de guêtre ne manquait, naturellement. Et on en rajoutait, pour épater la galerie ! Tenez, on s'est même amusé à calculer si les enceintes résisteraient à la chute d'un petit avion d'affaires. De la foutaise ! Qu'est-ce qu'il casserait, d'abord, l'avion en tombant ? Hein ? Je vous le demande. »

Hervé sent la moutarde lui monter au nez.

« Ecoute, Pierre, on a mieux à faire... »

— Il n'y a rien à faire. L'avion ferait comme la radioactivité : il taperait sur le point faible, sur ces satanées tuyauteries de vapeur qui passent innocemment, les idiots, quasiment sans protection du bâtiment-réacteur à la salle des machines. »

Soudain plus grave, l'ingénieur poursuit :

« Au lieu de donner dans le grand guignol, il aurait mieux valu regarder en face le talon d'Achille de cette centrale nucléaire. Oui, les

UN TEL ACCIDENT EST-IL POSSIBLE ? (suite et fin)

d'arrêt de la salle du turbo-alternateur, la seule barrière qui subsiste entre le circuit primaire et l'environnement, c'est, comme je vous le disais précédemment, ce millimètre de métal plus ou moins fissuré qui forme, sur des dizaines de milliers de m², la paroi des tubes en U. Si cette barrière cède, le primaire se met à se vider directement dans la nature...

S. & V. — Quelles seraient les conséquences sur l'environnement d'un tel accident ?

Y. L. — Une grande partie des rejets radioactifs — 30 % dans mon hypothèse — se ferait sous forme liquide, d'où une pollution massive et immédiate de la Seine, bien supérieure à tout ce que l'on a pu imaginer, car on a toujours supposé que, s'il y avait rejets, ils emprunteraient exclusivement la voie aérienne. Je l'ai vérifié moi-même, il n'y a aucun dispositif de rétention des eaux de ruissellement

sur le site. La pollution du fleuve atteindrait un tel niveau que son lit limoneux se transformerait en réservoir de radioactivité. Il faudrait sans doute le traiter intégralement de Nogent à la Manche !

S. & V. — Et les rejets atmosphériques ?

Y. L. — Tout dépend de la direction du vent au moment du rejet. Dans notre scénario, le nuage radioactif commence par se diriger vers la tour de refroidissement du réacteur 2, d'où une partie non négligeable de la radioactivité rejetée dans l'atmosphère — que nous estimons à 25 % — propulsée à environ 2 000 m d'altitude. Là encore, pareille éventualité n'a jamais été étudiée. Souvenez-vous : au moment de la catastrophe de Tchernobyl, tous nos experts ont affirmé que jamais, au grand jamais, un accident sur un réacteur à eau pressurisée ne pourrait provoquer de retombées à l'échelle d'un continent, parce que la température du rejet serait

tubes des GV, une surface de métal toute mince. Mais quelle surface ! Réfléchissez : trois hectares, bourrés de fissures. Faut pas trop les brusquer, ces fissures, déjà qu'elles s'ouvrent toutes seules en temps normal, même quand on les laisse tranquilles ! Alors, pensez à ce qui peut se passer si on secoue le GV comme un prunier... »

L'ISR est effondré. Il a trop de connaissances techniques pour ne pas voir se dessiner l'issue inévitable : un déferlement triomphant de radioactivité dans l'atmosphère.

Terrorisé, Hervé imagine l'énorme flux d'eau et de vapeur jaillissant dehors, emportant avec lui tous les produits radioactifs relâchés par le combustible endommagé.

Les résultats des premières analyses effectuées dans le "labo chaud" du bâtiment des auxiliaires nucléaires viennent de parvenir à Laurent Rolant, le directeur adjoint de la centrale. Celui-ci signale alors, sur un ton relativement neutre, qu'il est peut-être temps d'alerter les compagnies de production d'eau potable. Car des centaines de mètres cubes d'eau contaminée se sont écoulés par la brèche. La plupart ont gagné le fleuve par les caniveaux d'évacuation des eaux de pluie.

Au CODISC (*) c'est la stupeur : va-t-il falloir organiser un approvisionnement parallèle de la région parisienne en eau potable ? Réquisitionner les camions-citernes de toute la France ?

Laurent Rolant s'arme de courage :

« Huit cents mètres cubes d'eau contaminée sont partis dans la Seine. En recoupant cette

quantité avec la composition du prélèvement effectué par notre ouvrier et celle du contenu du GV 4, nous savons que cette eau contenait environ cinq curies par litre. Ce qui donne un total de trois à quatre millions de curies dans le fleuve... »

A Fontainebleau, l'ordre de confinement a été lancé aux premières heures du jour. Les consignes ont été diffusées par les voitures-sonos de la municipalité. D'après les informations diffusées sur FR 3 et France-Inter, la ville, située à la périphérie du nuage, ne court pas un grand danger. Le confinement est "préventif", il durera au plus vingt quatre heures. Cependant, assénent les haut-parleurs dans les rues, la population doit rester à l'abri tant que le nuage se trouve à proximité. Le rejet a duré une bonne trentaine de minutes à Nogent la nuit dernière ; ses traces se feront sentir dans l'atmosphère pendant une heure environ, sans doute davantage.

En revanche, Montigny, Bourron, Recloses, Milly-la-Forêt sont contaminées au-delà de toute imagination.

A 12 h, le bulletin d'informations de RTL précise :

« La météo est formelle : les vents ayant tourné à partir de 8 heures ce matin, le nuage radioactif se dirige maintenant vers Paris de façon inexorable. »

Hélène Crie et Yves Lenoir

(*) CODISC : Centre opérationnel de la direction de la sécurité civile.

en tout état de cause inférieure à 300 degrés, alors qu'elle s'est élevée à plus de 2 000 degrés au cours de l'incendie du graphite contenu dans le réacteur soviétique. Nous, nous prouvons le contraire. En effet, la hauteur où culmine le nuage dépend plus de l'énergie disponible pour son ascension que de la température de la source. Les torrents d'énergie libérés par une tour de refroidissement — près de 3 000 mégawatts — constitueraient en l'occurrence un formidable ascenseur.

S. & V. — En définitive, le scénario que vous avez imaginé peut très bien se réaliser.

Y. L. — Effectivement, car l'accident initial, tel que nous l'avons conçu, prend à revers tous les systèmes de sécurité déployés dans ce type d'installation. L'accident le plus grave prévu sur un réacteur à eau pressurisée est la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire, et tout a été étudié pour en limiter les conséquences, à commencer par la double enceinte de confinement. Si un tel accident survenait, un système de sauvegarde injecterait

dans le réacteur de l'eau puisée dans un grand réservoir auxiliaire, le PTR. L'eau qui s'écoule par la brèche serait collectée, pompée et réinjectée après refroidissement. Les éventuelles fuites gazeuses de radioactivité seraient pour partie rabattues dans l'eau par un système d'aspersion qui déclencherait une monumentale averse à l'intérieur du bâtiment réacteur, et pour le reste filtrées avant rejet éventuel par la cheminée. Pour éviter que la radioactivité ne quitte l'enceinte par d'autres voies, tous les circuits qui n'interviennent pas dans la sauvegarde seraient coupés (...). Finalement, si ces dispositifs sont efficaces, la situation serait maîtrisée sans dommages importants pour l'environnement et la population. En revanche, dans l'hypothèse que nous avons retenue, tous les dispositifs de sécurité que je viens d'évoquer ne servent plus à rien, puisque l'écoulement a lieu à l'extérieur de l'enceinte de confinement. Et à l'extérieur, malheureusement, rien n'a été prévu pour limiter les effets d'une rupture.

Propos recueillis par M. Eberhardt

TROIS SCÉNARIOS POUR UNE MISE EN SEINE

En cas d'accident majeur à la centrale de Nogent, la Seine, nous venons de le voir (pp. 85 à 91), serait contaminée, et 10 millions de personnes privées d'eau. Qu'a-t-on prévu pour parer à une telle éventualité ? Et pourrait-on même y faire face ?

Même en fonctionnement normal, une centrale nucléaire à eau pressurisée rejette de la radioactivité. Les gaines qui contiennent l'uranium, bien qu'elles soient réputées étanches, laissent échapper des bouffées de radioéléments, tels que le césium 137, l'iode 131 et le strontium 90, qui contaminent l'eau du circuit primaire. En outre, les impuretés présentes dans cette eau finissent par être activées par les neutrons issus de la réaction en chaîne. C'est le cas notamment du bore que l'on rajoute volontairement dans l'eau primaire pour freiner le processus de réaction, et qui, par activation, donne du tritium.

Tout cela serait sans conséquence si les 250 m³ d'eau primaire restaient bien sagement à l'intérieur de leur circuit. Toutefois un semblable circuit est fait de kilomètres de tuyaux, d'une multitude de robinets, de vannes et de purges. Bref, les fuites sont inévitables. Et souvent importantes : il n'est pas rare d'enregistrer un taux global de déperdition de 50 à 60 l par heure (c'est seulement lorsque ce taux atteint 200 l par heure que l'on arrête la centrale pour vérifier et réparer). Toute cette eau perdue est récupérée par des drains, puis stockée dans des réservoirs, avant d'être dirigée vers des installations de traitement. Par ailleurs, pour ajuster la chimie de l'eau primaire aux nécessités du moment, on est souvent amené à procéder à des soutirages. Si, par exemple, la teneur en bore est, à un moment donné, trop importante, on la diminue en retirant une certaine quantité d'eau primaire que l'on remplace par de l'eau pure. Une partie de l'eau prélevée, débarrassée de son bore, pourra être réinjectée dans le circuit primaire ; le reste, après

avoir été décontaminé par filtration et déminéralisation, est acheminé vers le site de traitement des effluents usés (TEU), où il rejoint l'eau des fuites et d'autres effluents de différentes provenances qui n'ont pas subi de traitement préalable en raison de leur faible radioactivité.

En fin de compte, ce sont des milliers de mètres cubes d'effluents débarrassés du plus gros de leur radioactivité qui aboutissent chaque année à ce site. Là, ils sont d'abord stockés dans des réservoirs, puis, lorsque la dilution de la radioactivité est jugée suffisante, ils sont, le plus légalement du monde, relâchés dans le fleuve avoisinant (ou la mer).

A Nogent, ce sont 9 000 m³ en provenance de l'"îlot nucléaire" qui, après avoir été mélangés à quelque 120 000 m³ d'effluents peu ou pas radioactifs, seront annuellement déversés dans la Seine. En clair, cela veut dire que l'on répandra dans le fleuve environ 550 milliards de becquerels (1 becquerel correspond à une désintégration par seconde) de radioéléments divers et 40 000 milliards de becquerels de tritium (ce dernier élément bénéficie en effet d'un traitement de faveur autorisant des rejets annuels plus importants). Des quantités qu'il faudra multiplier par deux lorsque la seconde tranche sera mise en service.

Ces chiffres paraissent énormes, mais ne représentent en fait qu'une très faible augmentation de la radioactivité du fleuve. Selon EDF, les limites adoptées consistent à ne pas ajouter à la Seine plus de 20 picocuries (7,5 becquerels) par litre et par jour pour l'ensemble des radioéléments, et pas plus de 2 000 picocuries (750 becquerels) pour le tritium. Des doses qui, toujours selon EDF, seraient après di-

lution, bien en-deçà des seuils à partir desquels la radioactivité peut avoir des effets sur l'homme.

Il n'empêche que les partisans de la thèse des faibles doses, pour qui toute radioactivité est dangereuse pour l'organisme à cause des effets cumulatifs, s'alarment de ces déversements. Le tritium aussi fait peur. Chimiquement comparable à l'hydrogène, il a longtemps été considéré comme inoffensif, parce que, pensait-on, il ne participait pas directement à la vie cellulaire des organismes vivants. Aujourd'hui certains chercheurs — en particulier américains — le croient capable d'agir au cœur même de la cellule. Si tel était le cas, il y aurait tout lieu de s'inquiéter, car que se passerait-il, par exemple, si un atome de tritium venait remplacer un atome d'hydrogène dans la molécule d'ADN ? Sa disparition après désintégration ne créerait-elle pas un radical libre susceptible d'induire une mutation ou un cancer ?

Cela dit, bien plus redoutables que les déversements autorisés seraient les rejets accidentels. Sans aller jusqu'à envisager la situation catastrophique qui sert de trame au "roman" Tchernobyl-sur-Seine, on ne peut pas absolument exclure la rupture d'un réservoir de stockage ni la fausse manœuvre qui enverrait directement dans la Seine des effluents destinés à la station de traitement. C'est en tout cas ce qui s'est passé, le 1^{er} octobre 1984, à la centrale du Blayais, où 160 m³ d'effluents non traités ont été expédiés dans la Gironde (voir *S & V* n° 807). Dans le cas de Nogent, de tels rejets accidentels seraient d'autant plus graves que la Seine fournit à peu près la moitié de l'eau potable consommée dans l'agglomération parisienne (environ 1/5^e de la population française).

C'est pourquoi, dès qu'il fut question d'établir une centrale à Nogent, les distributeurs d'eau desservant la capitale et sa banlieue protestèrent : déjà confrontés, une fois par semaine en moyenne, à des déversements accidentels de produits chimiques divers, ils s'alarmaient de l'apparition d'une menace supplémentaire, radioactive de surcroît, devant laquelle ils s'estimaient complètement désarmés.

Toutefois, ne pouvant s'opposer à la construction de la centrale, ces distributeurs (le Syndicat des eaux d'Ile-de-France, régi par la Compagnie générale des eaux ; la Lyonnaise des eaux et le Service technique des eaux de la Ville de Paris, aujourd'hui la SAGEP) ont uni leurs efforts pour mettre en place un dispositif capable de répondre à tout rejet direct de radioactivité dans la Seine.

En premier lieu, la capacité d'échange entre les différents réseaux a été considérablement développée : de 200 000 m³/jour en 1972, elle est passée aujourd'hui à plus de 1 000 000 de m³/jour, grâce à la mise en place de près de 200 km de conduites d'interconnexion. Parallèlement, le volume des réserves d'eau traitée a été doublé et atteint mainte-

nant 2 millions de m³ — ce qui, cependant, ne représente que 24 heures de consommation.

D'autres opérations sont en cours, qui visent à accroître les possibilités d'assistance entre usines de production. Ainsi le Syndicat des eaux d'Ile-de-France, qui avait déjà établi une première liaison entre l'usine de Neuilly-sur-Marne et celle de Choisy-le-Roi, c'est-à-dire entre la Marne et la Seine, a entrepris de poser une canalisation jumelle de 15 km de long et de 1,25 m de diamètre. Les travaux devraient être achevés pour l'été 1988, soit, malgré tout, avec un retard de 10 mois par rapport au démarrage de la centrale. De plus, il faudra que la capacité de traitement de l'usine de Neuilly-sur-Marne soit considérablement augmentée pour qu'elle puisse suppléer à la production de Choisy, ce qui ne sera pas fait avant 1989-90.

Autre initiative du Syndicat des eaux d'Ile-de-France : la pose d'une conduite amenant l'eau de la nappe souterraine de Melun jusqu'à Viry-Châtillon. A noter que, pour les deux réalisations précitées, EDF a refusé de verser le moindre centime (et pourtant, c'est surtout à cause de sa centrale qu'il a fallu les entreprendre !).

En plus de ces moyens de secours, les distributeurs ont également voulu se doter de moyens de détection et de contrôle de la radioactivité. C'est la Lyonnaise des eaux qui jouera le rôle de sentinelle avancée — elle y a tout intérêt, puisque son usine de Morsang est la première installation de traitement en aval de Nogent. Au printemps prochain, elle installera donc à Nandy, soit à 5 km en amont de Morsang, un appareil qui mesurera en continu la radioactivité bêta et gamma, et qui, en cas d'anomalie, déclenchera l'alarme chez tous les distributeurs. Ceux-ci s'empresseront alors de fermer leurs prises d'eau, afin d'éviter que leurs installations ne soient envahies par un flot de radioactivité, qu'il faudrait ensuite éliminer au prix d'un véritable travail de titan.

(suite du texte page 96)

L'ÉTUDE CONFIDENTIELLE QUI A ÉTÉ CACHÉE AUX FRANÇAIS PENDANT PLUS DE 2 ANS

Que se passerait-il en cas d'accident majeur, c'est-à-dire en cas de perte de confinement de l'enceinte, à la centrale nucléaire de Nogent ? Bien que la probabilité de ce type d'accident soit très faible, sa gravité explique qu'on l'étudie. Nous vous présentons (pp. 94-95) les 3 scénarii-catastrophes imaginés par l'Agence de bassin Seine-Normandie, dans un dossier resté confidentiel jusqu'au printemps dernier.

La quantité de radioactivité qui s'échapperait du cœur a été évaluée à 22 millions de curies pour l'iode 131 et 1,9 million pour le césium 134, deux éléments particulièrement dangereux pour l'organisme et abondant dans un réacteur. Nous n'avons pas pris en compte les autres radioéléments.

Par ailleurs, on a supposé pour l'étude que le rejet s'effectuait à 20 mètres de hauteur et qu'il s'étalait sur une heure seulement. Il s'agit bien entendu de calculs théoriques. Dans la réalité, rien ne se passe comme on l'avait prévu. Les vents par exemple, qui viennent le plus fréquemment du sud-ouest, sont capricieux et ne restent pas stables sur des trajectoires de 100 km. Précisons qu'il s'agit d'une étude visant à connaître l'impact sur l'approvisionnement en eau. Mais bien naturellement, en cas d'accident de ce type, les problèmes d'eau pourraient devenir secondaires !



SCÉNARIO 1 QUAND LE VENT SOUFFLE VERS LE SUD-OUEST

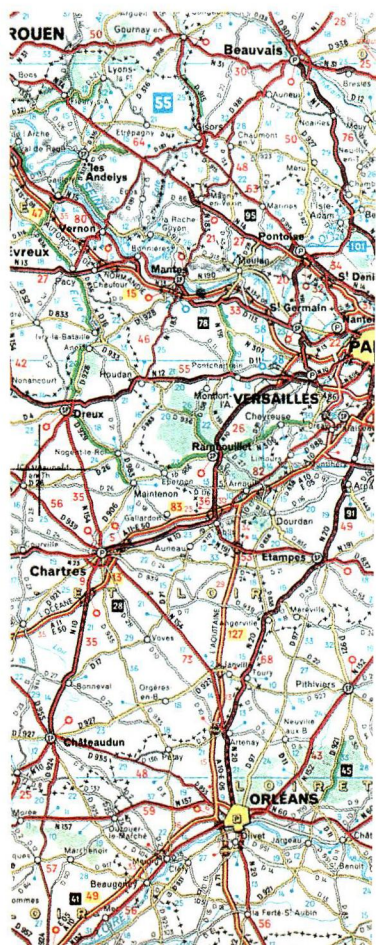
Lorsque le vent souffle à 2 mètres/seconde, et qu'il n'y a pas de pluie, près de la moitié de la radioactivité se dépose au cours des 20 premiers kilomètres. La zone contaminée s'étire en longueur. Comme on peut le remarquer sur les courbes figurées ici, les concentrations au sol s'échelonnent de 0,095 curie à 0,0012 curie par m² ou, si l'on ne craint pas les grands chiffres, de plusieurs milliards de becquerels à plusieurs dizaines de millions de becquerels.

Dans ce cas, la radioactivité de la Seine polluée par les dépôts atmosphériques atteindrait l'usine de Morsang en 5 jours en période d'étiage (basses eaux) et en moins de 3 jours lorsque le débit de la rivière est moyen. Cela se traduirait par des concentrations dans l'eau atteignant jusqu'à 800 millions de becquerels par m³ au droit de l'usine de traitement, l'eau restant hautement contaminée durant 3 jours 1/2 en étiage à 1 semaine en période de débit moyen. Rappelons que la norme est de 1 millionième de curie par m³ ! L'Yonne et le Loing seraient également touchés.

SCÉNARIO 2 QUAND LE VENT SOUFFLE VERS L'EST

Lorsque le vent souffle à 5 mètres/seconde, et qu'il pleut, la quasi-totalité de la radioactivité se dépose au cours des 10 premiers kilomètres, car la pluie possède un effet redoutable de lessivage de l'atmosphère.

Dans ce cas, la radioactivité de la Seine atteindrait l'usine de Morsang en 8 jours 1/2 en période d'étiage et 4 jours en période de débit moyen. L'eau de Morsang atteindrait jusqu'à 0,16 curie par m³, soit 5,9 milliards de becquerels, et resterait hautement contaminée de 6 jours 1/2 en étiage à 3 jours 1/2 pour un débit moyen.





SCÉNARIO 3 QUAND LE VENT SOUFFLE AUSSI VERS LA MARNE

C'est le cas le plus critique. Si le vent souffle à 5 mètres/seconde et qu'il se met à pleuvoir lorsque le nuage radioactif a déjà parcouru 60 km, la plus grande partie de la radioactivité se dépose avec la pluie entre 60 et 70 km du site, ce qui explique sur le dessin que les courbes d'isodéposition au sol soient brusquement très rapprochées les unes des autres.

Dans ce cas, la radioactivité de la Seine, due principalement au ruissellement, atteindrait l'usine de Morsang en 8 jours 1/2 en étiage et 4 jours 1/2 en période de débit moyen. Il suffirait de 3 jours 1/2 pour que la vague polluante atteigne l'usine d'Annet sur la Marne en période de débit moyen, et de 7 jours en étiage. Dans ce dernier cas, l'eau d'Annet resterait hautement contaminée durant près de 10 jours.

Pour compléter ce dispositif d'alerte, les distributeurs ont prévu trois "mouchards" supplémentaires, placés chacun à l'entrée d'une de leurs usines et chargés de détecter la radioactivité bêta. Le premier a été installé fin 85 à l'usine du Syndicat des eaux d'Ile-de-France de Choisy-le-Roi ; le second vient d'être posé à l'usine de Morsang, et le troisième fonctionnera prochainement à l'usine d'Orly, qui appartient à la Ville de Paris. Enfin, à cette même usine d'Orly, sera aménagé un laboratoire spécialisé qui mesurera, radioélement par radioélement, le degré de radioactivité de la Seine. Les travaux débiteront à la fin de cette année. Tandis que les distributeurs d'eau mettaient en place leurs dispositifs de secours et leur réseau de surveillance, l'Agence financière de bassin "Seine-Normandie" (qui gère les ressources en eau de toute cette zone hydrographique) lançait pour sa part, en 1983, une vaste étude destinée à mieux cerner les risques éventuels, surtout en cas d'accident majeur. Sa tâche n'a pas été facile, EDF et le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), qui détiennent la quasi-totalité de l'information, étant peu disposés à lui fournir les éléments dont elle avait besoin pour construire ses scénarios d'accident. L'Agence réussit malgré tout à achever son étude en janvier 1985. Ajoutons

pour l'anecdote qu'elle disparut alors de la circulation (était-elle tellement "dérangante" ?), et que les distributeurs d'eau, pourtant intéressés au premier chef, se virent refuser le droit de la consulter. Elle réapparut au printemps dernier après deux ans de clandestinité !

Les auteurs de l'étude en question ne contestent pas le niveau de sécurité exceptionnel acquis par la technologie nucléaire, mais estiment que l'importance du risque justifie que l'on envisage toutes les hypothèses, y compris celle de l'accident majeur.

Les experts de l'Agence de bassin ont donc voulu savoir ce qui se passerait dans le cas le plus grave, celui d'un accident dit "hors dimensionnement" (où tous les dispositifs de sécurité prévus se révèle-

raient dépassés ou inutiles). Ils ont volontairement écarté l'hypothèse d'un rejet liquide direct en provenance du circuit primaire, la jugeant trop peu réaliste (ce n'est pas l'avis d'Hélène Crie et Yves Lenoir !), pour retenir celle d'une rupture de canalisation primaire à l'intérieur du bâtiment réacteur, compliquée par la défaillance des systèmes de sûreté et entraînant la fusion d'une partie du cœur, avec, pour couronner le tout, une atteinte à l'intégrité du confinement, c'est-à-dire avec des rejets radioactifs gazeux dans l'atmosphère.

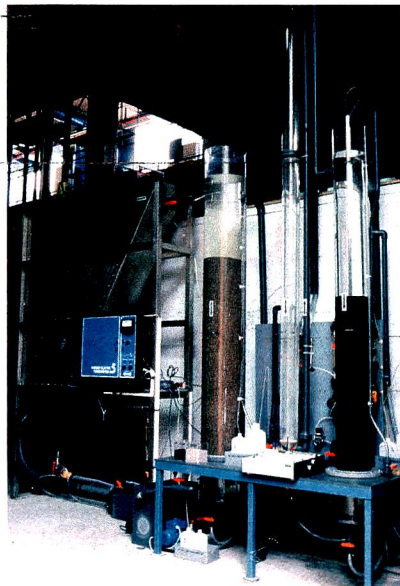
D'après les scénarios imaginés à partir de ce préalable, la Seine et quelques-uns de ses affluents seraient contaminés de deux façons : dépôt d'éléments radioactifs dispersés par le vent et, en cas de pluie, ruissellement des eaux chargées des radioéléments déposés sur les sols environnants. Ce qui distingue les scénarios, ce sont donc essentiellement les conditions météo régnant au moment de l'accident (la direction du vent, sa vitesse, la pluviosité) et le débit du fleuve.

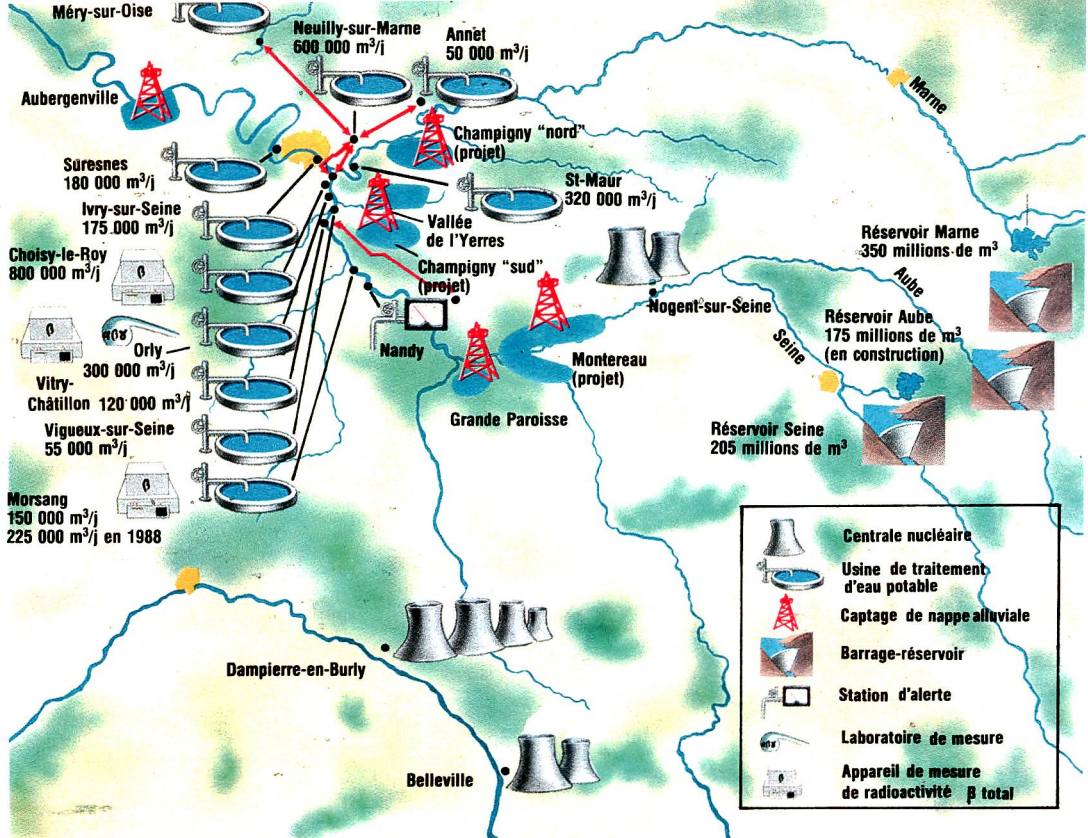
Evaluer la quantité de radioactivité qui serait rejetée dans l'atmosphère, ce que l'on appelle le "terme source", n'a pas été aisé, car les spécialistes du monde entier se querellent à ce sujet. Les auteurs de l'étude ont choisi les chiffres avancés

par les experts de l'Agence pour l'énergie nucléaire, chiffres très proches d'ailleurs de ceux des travaux américains similaires. Ils ont considéré que le "terme source" pouvait être estimé à 22 millions de curies (1) pour l'iode 131 et à 1,9 million pour le césium 134, ce qui n'a rien d'extravagant quand on sait que le réacteur de Tchernobyl a craché dans l'atmosphère quelque 70 millions de curies.

Bien entendu, ces chiffres ont été violemment contestés par EDF et l'Institut de protection et de sûreté nucléaire du CEA. Ce dernier a, ainsi, jugé "pénalisant" que l'on puisse supposer qu'il pleuve au moment de l'accident. Or, il pleut en moyenne 183 jours par an à Nogent, soit un jour sur deux ! On retiendra des scénarios proposés par l'Agence du bassin que :

Que se passerait-il si des radioéléments pénétraient dans la filière de traitement des eaux potables ? A Maisons-Laffite, dans le centre de recherche de la Compagnie générale des eaux, une véritable usine miniature s'emploie à le découvrir. Dans le sous-sol du centre, deux grosses cuves d'une contenance de 1 500 litres chacune alimentées en eau de la Seine, reçoivent une dose de radioactivité. L'eau ainsi dopée traverse une colonne de pré-ozonisation, un bac de décantation, puis un filtre à sable. Elle subit enfin une deuxième ozonisation et un filtrage sur charbon actif. Résultat des essais effectués : 50 à 80 % de la radioactivité serait piégée au cours du traitement.





COMMENT PROTÉGER L'EAU DE 10 MILLIONS DE PARISIENS ?

Tous les jours, 11 usines, dont 7 le long de la Seine en aval de la centrale de Nogent, "fabriquent" les 2 millions de m³ d'eau nécessaires à l'approvisionnement de la région parisienne. Mais leurs capacités de production (indiquées ici pour les réservoirs) sont supérieures.

Afin de pouvoir se dépanner en cas de pollutions chimiques accidentelles, les distributeurs d'eau ont mis en place tout un réseau d'interconnexions entre leurs usines (**flèches rouges sur la carte**) : entre, d'une part, Neuilly-sur-Marne et, d'autre part, Mery-sur-Oise (100 000 m³/jour), Annet-sur-Marne (40 000 m³/j.), et Choisy-le-Roi

(270 000 m³/j.). Mais avec la mise en service de la centrale nucléaire de Nogent, en décembre prochain, ce système ne suffit plus. C'est pourquoi une canalisation entre Neuilly-sur-Marne et Choisy-le-Roi, qui doublera celle qui existe déjà, est en cours de construction (200 000 m³/j.), avec une canalisation alimentée par la nappe phréatique de Melun (50 000 m³/j.). En cas d'importantes fuites radioactives ou d'accident nucléaire, les usines alimentées en eau de Seine pourraient ainsi fermer leurs vannes. Au cas où le nuage radioactif toucherait aussi la Marne, il suffirait hélas de 24 heures pour épuiser toutes les réserves ! Afin d'assurer un débit suffisant à la

Seine en période d'étiage (basses eaux), il a fallu construire d'immenses barrages-réservoirs. Parallèlement, les distributeurs d'eau se sont dotés d'un système de surveillance. A 5 km en amont de la première usine (Morsang), la station d'alerte de Nandy détectera la radioactivité bêta et gamma dans la Seine. Dans 3 usines (Morsang, Choisy-le-Roi et Orly), un appareil de détection bêta servira, lui, de "mouchard" tandis que des analyses plus fines pourront être effectuées au laboratoire de l'usine de traitement d'eau d'Orly. Malheureusement, la plupart de ces dispositifs ne seront opérationnels que plusieurs mois après le démarrage de la centrale de Nogent !

1° Statistiquement, ce n'est pas Paris qui est le plus menacé par le nuage radioactif, mais les eaux qui alimentent la capitale. Si le vent souffle vers l'est ou le sud-ouest, la Seine est contaminée ; s'il souffle vers le nord-est, la Marne est elle aussi souillée et ne peut plus servir de réservoir de secours (tout le système d'interconnexion devient inutile).

2° Selon le débit de la Seine et la direction du vent, la concentration d'iode 131 dans l'eau pourrait

atteindre 0,16 curie/m³, soit 160 000 fois la norme.

3° En cas de faible débit du fleuve, la pollution pourrait persister pendant une semaine ;

4° Enfin, si l'accident survenait en période de crue, la contamination, au lieu de 5 jours, parviendrait à la première usine de traitement en 48 heures.

Certes, tous ces scénarios sont fictifs, et l'accident majeur "hautement improbable". Il n'empêche que, si Paris valait bien une messe, les 10 millions d'habitants de l'agglomération parisienne valent bien que l'on se préoccupe un peu de leur eau...

Jacqueline Denis-Lempereur

(1) Si nous utilisons ici la curie au lieu du becquerel, c'est pour éviter d'employer des chiffres par trop monstrueux. Rappelons en effet, qu'une curie équivaut à 37 milliards de becquerels.



250

ESSAIS

Découvrez vite le N° **SPECIAL 250 ESSAIS** de **L'ACTION AUTOMOBILE**. Grâce à une toute nouvelle classification par catégorie, vous saurez immédiatement tout ce qu'il faut savoir sur les modèles qui vous intéressent et leurs concurrents: performance, rapport qualité/prix, consommation, confort, le pour et le contre, tout y est. Un numéro à ne pas manquer et à conserver.

L'ACTION
AUTOMOBILE
ET TOURISTIQUE

ECHOS DE L'INDUSTRIE

MINITEL

Mayabox : la guerre contre le "rose" est gagnée

Pour lutter contre l'utilisation abusive du Minitel, la première version du limiteur d'accès MAYA (voir Science & Vie n° 833) s'est avérée insuffisante. Le MAYABOX, lui, est parfaitement inviolable.

Même si le succès du Minitel n'est plus à prouver (selon la DGT, 2 600 000 appareils installés depuis son lancement en 1975), celui-ci a trop souffert d'une utilisation peu professionnelle. Un limiteur d'accès s'avérait donc nécessaire. Mais la première version, MAYA, n'était pas absolument inviolable car elle ne pouvait être adaptée à tous les modèles de Minitel. Ceux-ci devaient être munis d'une trappe à dos, à condition toutefois de la sceller, ce qui est contraire aux normes STUM de la DGT pour l'usage du Minitel.

D'autre part, le lancement des Minitel bi-standard a rendu l'utilisation de MAYA quasi-impossible. Il fallait donc trouver un système parfaitement adapté et inviolable. La solution était simple, il fallait protéger le limiteur non seulement sur le réseau téléphone mais aussi — et surtout — sur l'alimentation électrique. Pour ce faire, la prise de courant Minitel est branchée dans une trappe incorporée à MAYABOX (1) et fermée par un couvercle magnétique (2) commandé par un code secret. Impossible, désormais, de brancher le Minitel hors du limiteur (3) à moins de couper le cordon de l'alimentation ou bien de casser MA-

YABOX. Par ailleurs une sauvegarde de la mémoire (5 secondes pour l'horodateur et plusieurs mois pour les autres fonctions) est assurée par une pile de 9 volts.

Mais si MAYABOX limite, ses fonctions, en revanche, s'étendent sensiblement par rapport à son aîné. Le bloc-notes (4) qui n'était auparavant qu'un gadget devient un outil intéressant : une page préalablement enregistrée peut

être envoyée automatiquement à un ou plusieurs correspondants.

Par ailleurs, le

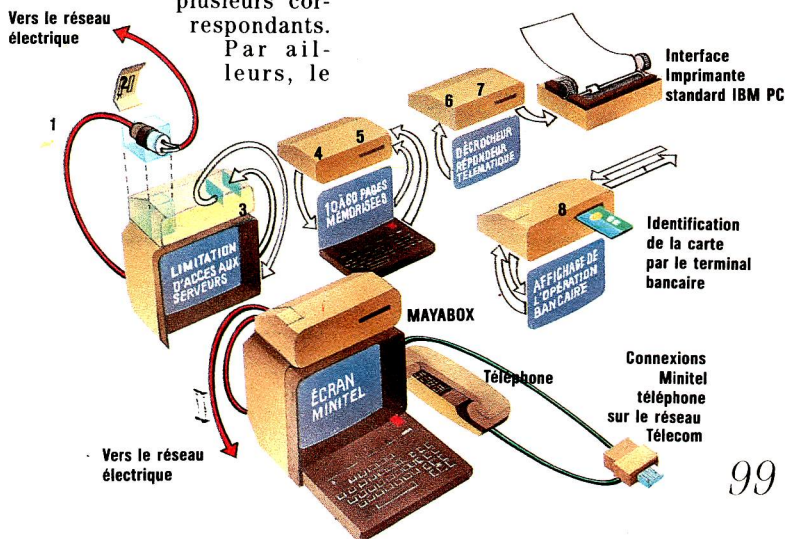
bloc-notes permettra la préparation et l'expédition de messages de "City-Paging" (Matra 36 24).

Par la suite, le répertoire téléphonique (5) permettra l'appel direct du numéro d'un correspondant choisi. Quant aux noms et numéros de téléphone sélectionnés dans l'annuaire téléphonique (11), ils pourront être directement intégrés à ce répertoire.

Toutes les informations affichées sur l'écran Minitel sont sauveées (6) selon les besoins et la mémoire du modèle MAYABOX (de 8 à 64 Ko) et peuvent être affichées sur une imprimante compatible IBM PC, ce qui permet une impression hors communication.

Autant de fonctions qui, si elles existaient déjà sur d'autres périphériques du Minitel, n'avaient jamais été regroupées jusqu'ici sur un seul appareil. Le "Mayabox-à-tout-faire" remplira aussi la fonction de répondeur-enregistreur téléphonique (7) en signalant auditivement et visuellement l'arrivée du message qu'il pourra éventuellement imprimer.

Enfin, dernier point très important pour ce nouveau périphéri-



que : le lecteur de cartes à mémoire. (8) Lorsque les cartes de crédit "à puce" seront généralisées, il permettra à tout commerçant équipé d'un Minitel de traiter les cartes de crédit sans aucun risque de sa part. Le prix de vente annoncé de MAYABOX est de 2 200 F TTC, celui-ci pouvant évoluer selon le nombre de services et la capacité de ses mémoires. (Alintel, 4 place du Marché-aux-Flours, 34000 Montpellier.)

ÉQUIPEMENT SPORTIF

Piscine à géométrie variable

Abaisser ou remonter le fond des piscines, voilà une idée curieuse qui ne manquera pourtant pas d'intéresser les fabricants de piscines scolaires pour l'entraînement des jeunes élèves. C'est la performance que permet une toute nouvelle innovation mise au point par un groupement d'entreprises japonaises.

Le système est constitué d'une multitude de plaques en plastique alignées au fond du bassin et qui se déplacent vers le haut ou le bas sous l'action de moteurs placés aux quatre coins de la piscine. Ces "plaques" sont gonflées à l'air ce qui, en les allégeant, facilite leur mouvement et permet une économie d'énergie. Lors de leur remontée dans l'eau, un dispositif original de cames réduit leur gauchissement. Ce système s'installe aisément et sans qu'il soit nécessaire de modifier le bassin existant. La pose s'effectue en trois jours.

Trophées des idées. Cet hiver, pour la 4^e année, les Trophées de l'Entreprise innovatrice seront remis à deux lauréats français. Ils récompenseront les entreprises qui remportent des succès commerciaux obtenus grâce à l'innovation et à sa protection par brevets. Date limite de dépôt des candidatures : 15 octobre. Pour tous renseignements : Fondation du brevet d'invention français, 9 av. Hoche, 75008 Paris, tél. (1) 45 63 96 85.

CONCOURS

Biocréateurs : à vos marques !

Voici un concours qui, à notre connaissance, est une première : "les biocréateurs". Il est organisé par Bioinvest, société spécialisée dans le conseil, la création et le financement d'entreprises exerçant dans le domaine des sciences et technologies du vivant (bio-industries, génie biologique et médical...).

Ce concours est ouvert à toute personne désirant créer ou développer une entreprise dont les activités se situent dans les domaines

mentionnés ci-dessus. Une dizaine de candidats seront retenus selon plusieurs critères : leur connaissance du marché, la rentabilité de leur projet à court et à moyen terme, la maîtrise technologique de leurs produits.

Ils recevront une assistance à leur plan d'action et également les compléments de financement qui seront nécessaires au démarrage de leur activité. Pour tout renseignement : Anne-Catherine Jouanneau, tél. 47 07 11 22.

POLLUTION

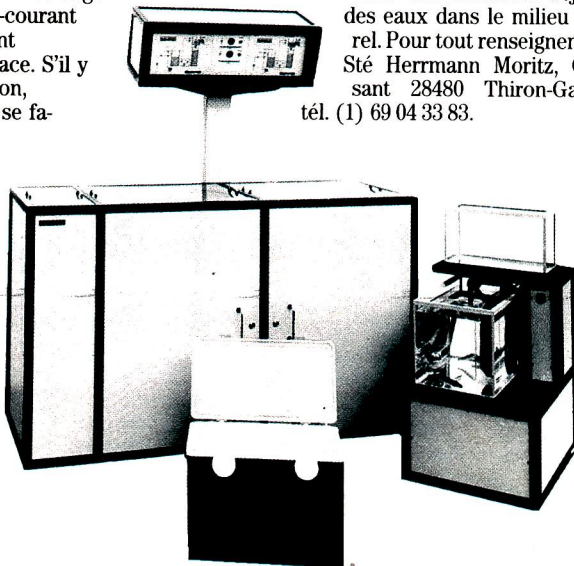
La truite donne l'alarme

On le savait déjà grâce à des travaux menés par l'Institut national de la recherche agronomique, et dont nous avons fait état : la truite est extrêmement sensible à la pollution. Au point qu'une société construit et commercialise aujourd'hui le "Truitotest", un dispositif dont le détecteur de pollution chimique accidentelle de l'eau est une jeune truite. Un appareil ultrasensible, fort simple, utilisable par des non spécialistes.

Le Truitotest est composé d'un entonnoir de 50 cm de diamètre qui reçoit l'eau où la jeune truite nage à contre-courant en restant à la surface. S'il y a pollution, la truite se fa-

tigue et meurt ; la circulation de l'eau l'entraîne vers le fond où elle obture l'évacuation. Une alarme se déclenche alors.

Originalité du Truitotest : tandis que les appareils traditionnels sont limités au contrôle d'un paramètre physique ou chimique, la truite réagit à l'accumulation instantanée de petites doses de polluants que ces appareils ne signaleraient pas comme dangereuses. Ce test biologique a sa place partout où la qualité de l'eau doit être contrôlée, notamment à la sortie des stations de traitement de l'eau potable et à celle des industries rejetant des eaux dans le milieu naturel. Pour tout renseignement : Sté Herrmann Moritz, Chassant 28480 Thiron-Gardas, tél. (1) 69 04 33 83.



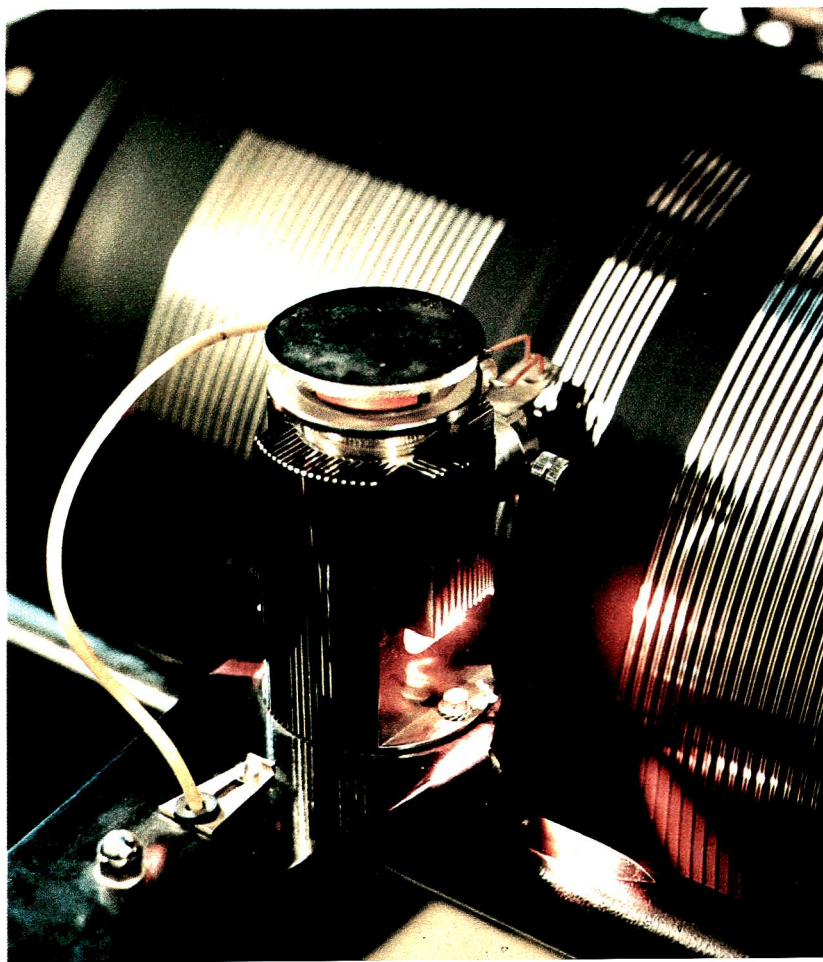
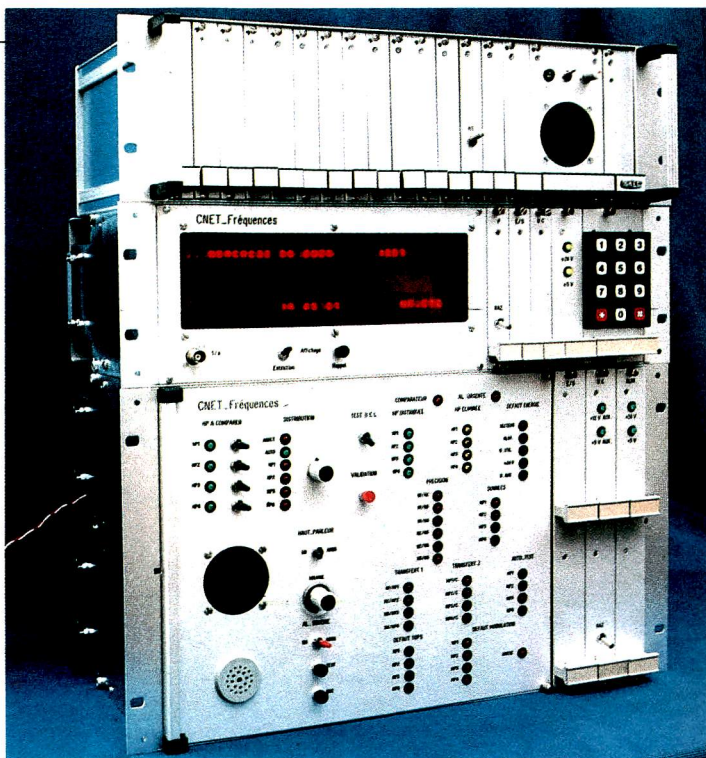
L'horloge parlante fait peau neuve

Appelée 12 millions de fois par mois au 36 99, notre horloge parlante nationale vieille de 30 ans (notre photo ci-dessous) était jugée peu pratique par l'Observatoire de Paris. La nouvelle, entièrement électronique, sera d'une exploitation beaucoup plus simple : tous les changements de l'échelle de temps, comme celui de l'heure saisonnière ou le réajustement du temps légal, seront automatiques. Le message, en outre, sera plus complet. Chaque minute à partir de la 43^e seconde, il indiquera aux étonnés, en plus de l'heure, le jour de la semaine, le quantième du mois et l'année.

Conçue par le CNET (Centre national d'études des télécommunications) l'horloge parlante rassemblera 4 horloges et 4 machines parlantes. Un comparateur sélectionnera l'horloge dont l'heure sera la plus exacte pour diffuser ses messages sur le réseau. La docte voix sera enregistrée en numérique dans 26 mémoires de 32 kilo-octets dans lesquelles seront puisés les différents mots nécessaires pour reconstituer chaque message diffusé.

L'horloge parlante métropolitaine est pour l'instant unique mais la nouvelle, qui devrait être terminée d'ici un an, équippa également les départements et territoires d'outre-mer. Notre photo illustre le prototype de ce que sera cette horloge et ses trois éléments principaux : en bas le comparateur, au milieu l'horloge proprement dite, en haut la machine parlante. Pour tout renseignement : CNET, 38-40 rue du Général-Leclerc, 92131 Issy-les-Moulineaux, tél. (1) 45 29 44 44.

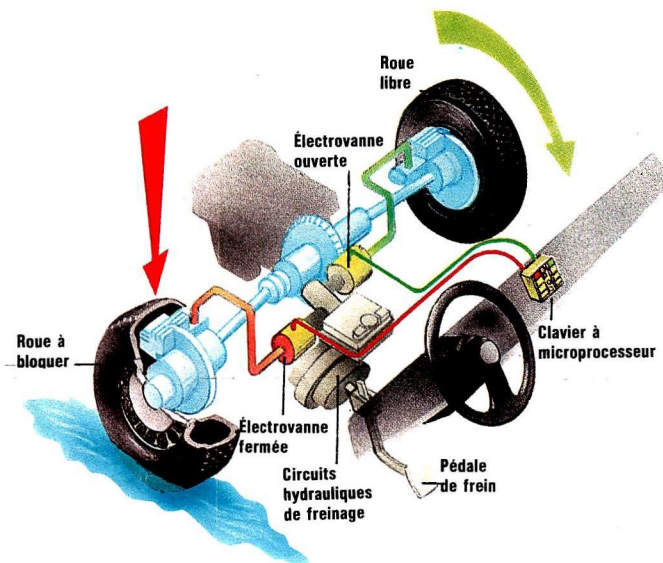
Record du monde de portée libre au stade de Poitiers avec la mise en œuvre, par la société Weisrock (rue Jean-Jaurès, 88580 Saulcy-sur-Meurthe), d'une structure de 127 mètres de portée.



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.

AUTOMOBILE : ANTIPATINAGE ET ANTIVOL



Quoi

Ce dispositif empêche le patinage en bloquant le différentiel grâce au système de freinage du véhicule. Ce blocage peut également servir d'antivol.

Comment

Contrôler la répartition du couple-moteur par le différentiel est particulièrement intéressant lors de démarrages sur terrains glissants, la force motrice ayant tendance à s'exercer sur la roue ayant le moins d'adhérence, ce qui provoque son patinage et immobilise le véhicule. D'où l'idée de ce dispositif, le "Lockwill", qui bloque cette roue au moment de la phase de démarrage et oblige ainsi la force motrice à agir uniquement sur la roue adhérente.

Les deux électrovannes du sys-

tème, commandées par un microprocesseur, se montent à la sortie du maître cylindre, sur les circuits hydrauliques des deux freins du train moteur. Elles sont commandées par un clavier fixé au tableau de bord, lequel permet de choisir le côté à bloquer. Le véhicule à l'arrêt, le conducteur appuie sur la pédale de frein pour mettre le circuit hydraulique sous pression. Il choisit le circuit à neutraliser et l'électrovanne le condamne en y maintenant la pression. Le conducteur relâche alors la pédale de frein et démarre normalement tandis que la puissance du moteur est transmise à la roue non bloquée. Une temporisation libère progressivement la pression sur le circuit neutralisé et la roue bloquée revient peu à peu à la normale.

Le deuxième usage du système, sa fonction antivol, se déduit aisément du premier : l'introduction d'un code sur le clavier permet de fermer les deux électrovannes et donc de bloquer les roues motrices. Le démarrage ne peut s'effectuer que par l'introduction du bon code qui libère le freinage. Si le code proposé est erroné, le microprocesseur déclenche l'avertisseur.

A noter que la consommation électrique est minime : elle n'intervient que lors de l'impulsion pour ouvrir ou fermer les électrovannes.

Marché

Le faible coût des pièces : 2 électrovannes, le câblage, un microprocesseur et un clavier, permet son montage d'origine sur le véhicule, lui apportant un avantage intéressant à peu de frais. Un kit peut également être monté sur les véhicules déjà construits.

Pour qui

L'inventeur cherche un constructeur automobile pour la première monte, et un fabricant pour la construction et la commercialisation du kit destiné aux véhicules déjà en circulation.

Comment passer dans cette rubrique

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

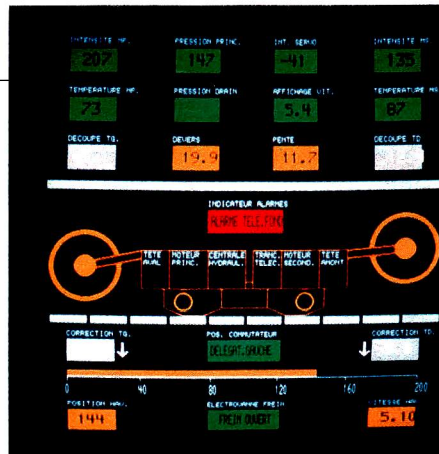
Bientôt plus de mineurs ?

Une machine minière d'abattage (une haveuse) exécutant sa tâche à 400 km de distance, 600 m de profondeur et commandée en temps réel par un système de pilotage assisté par ordinateur, c'est la première mondiale récemment réussie par le CERCHAR, le Centre études et recherches de charbonnages de France.

L'opération s'est déroulée entre Verneuil-en-Halatte (Oise) et une taille de la Houve en Lorraine. Elle repose sur la mise en œuvre du système de télé-transmission, télécommande et télécontrôle pour les machines minières mobiles "Telsafe C.A.". La transmission des informations entre le fond et le jour se fait d'abord par le câble

d'alimentation électrique de la machine, puis par des lignes téléphoniques. Ces informations sont codées numériquement et dotées d'un système de redondance garantissant l'intégrité des messages.

Elles sont ensuite transmises par le réseau téléphonique normal pour être traitées par un calculateur temps réel visualisant sur écran graphique couleur les évolutions de la machine dans le chantier. Le pilotage de cette dernière s'effectue à partir d'un pupitre. Toutes les conditions de sécurité et de fiabilité sont garanties : un opérateur de supervision situé en vue directe de la machine, peut toujours reprendre un contrôle



prioritaire à l'aide d'un émetteur de télécommande radio.

Cette démonstration spectaculaire avait simplement pour but de montrer que dans les années 1990/2000 il sera possible de gérer les mines depuis la surface (Cerchar, BP n° 2, 60550 Verneuil-en-Halatte, tél. (16) 44 55 35 00).

GADGET

Seringue de luxe

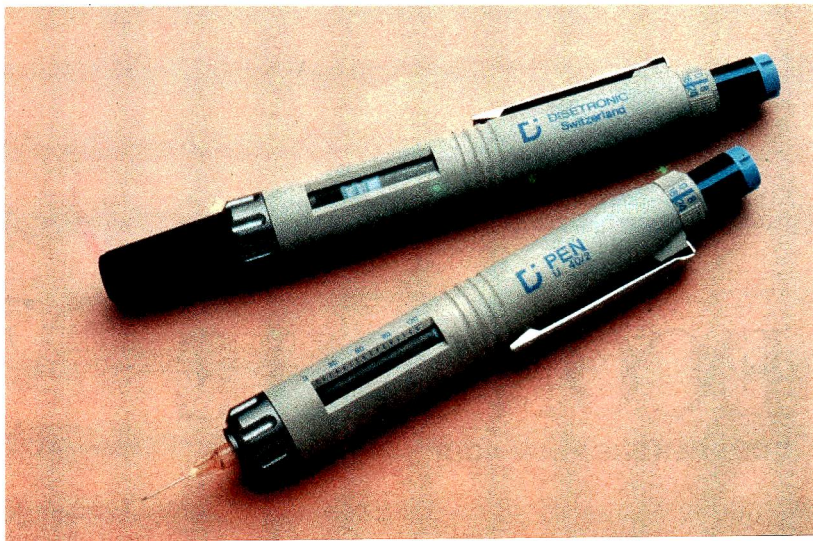
Depuis que le ministre de la Santé en a autorisé la vente libre, dans le cadre de la campagne de prévention du SIDA, tout le monde semble redécouvrir la seringue. Dans les pharmacies, les diabétiques et autres utilisateurs déboursent 2,70 F pour le modèle courant à usage unique.

Mais la manne n'était pas encore suffisante pour certains fabricants. Cette année, le "must" absolu pour les diabétiques de bon ton, c'est le "D-Pen", une seringue réutilisable réinventée par les soins de Disetronic, firme suisse spécialisée dans l'électronique, et distribuée en France par Biomedig. Elle se présente comme un stylo dont l'extrémité supérieure est remplacée par un sélecteur de dose, et dont la cartouche en verre est remplie d'insuline. Très chic pour les cocktails, mais ne pas confondre avec votre stylo : l'insuline écrit très mal... Coût de cette merveille, sans réserve d'insuline : 600 F. Tout se paye !

Nous ajouterons d'autres réticences plus graves : l'hygiène et la commodité. Les diabétiques qui connaissent bien leur mal vous le

diront eux-mêmes, ils risquent des lipodystrophies, sortes de cicatrices sous-cutanées dues aux injections répétées. Ce risque est multiplié en cas de mauvaise hygiène. On peut redouter que les manipulations diverses (remplissages, injections) accroissent ce danger et le doublent d'un risque infectieux. Les diabétiques sont en effet fragiles et particulièrement sensibles aux infections

qui aggravent leur mal. Or, épinglé à la poche du veston, le D-Pen a toutes les chances de récolter poussières et microbes. Enfin, il faudra toujours avoir sur soi du coton, de l'alcool, des aiguilles jetables et un flacon de recharge d'insuline. Un progrès décidément fort douteux pour un prix bien élevé (Biomedig, Z.I. rue Ampère, 95300 Pontoise ; tél. (1) 30 31 12 94).



Structure des taux
sur le marché français
Taux de rendement des valeurs du trésor
au 23 janvier 1987

Une hiérarchie des taux est toujours pas respectée

Avec tant de nouveaux produits boursiers, il n'est pas rare que des incohérences se manifestent. Ainsi au même moment, deux titres de même nature, pratiquement fongibles, peuvent coter différemment. Les arbitragistes sont là pour vendre les plus chers, acheter les moins chers, jusqu'à ce que l'équilibre se rétablisse.

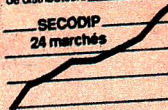
A l'abri
des quotas

DISTRIBUTION
La part des mai

AGRO-ALIMENTA

Evolution de la part des marques
de distributeurs

SECODIP
24 marchés



Jeumont-Schne
mise sur la commutation
publique rurale

En pourcentage
de la valeur faciale

Les premiers
accords de
joint venture

MONNAIES
Préparatifs
pour une réunion
du G5 ou du G7

le « source autorisée à W...
nce que David...
Sicav court terme :
l'encours remonte
à 329,3 milliards

La Consob pour
la suspension
de la décision
de la cotation
en continu

Les emprunts
d'Etat réglés
en 7 % Giscard

**LORSQUE
L'ECONOMIE
DEVIENT CLAIRE...**

L'économie, c'est votre affaire.
Vous en êtes un acteur dans votre vie quotidienne, comme consommateur, usager et contribuable, et aussi dans votre vie professionnelle, quelle que soit votre activité.
Votre intérêt : bien connaître les règles du grand jeu de l'économie.
Mais êtes-vous sûr de toujours tout comprendre ?
Si oui, bravo ! Sinon, rassurez-vous, vous n'êtes pas le seul.

Pour y voir clair, voici SCIENCE & VIE ECONOMIE...
Chaque mois, SCIENCE & VIE ECONOMIE vous explique l'économie avec des mots simples et justes. Chaque mois, SCIENCE & VIE ECONOMIE vous donne les clés pour comprendre. Les ficelles, le dessous des mots et des chiffres, tout est décodé. Avec SCIENCE & VIE ECONOMIE, vous découvrirez l'économie en clair. Vous allez être étonné.

Et puis, vous verrez, l'économie, c'est passionnant et ce n'est pas si compliqué quand c'est bien expliqué.

SCIENCE & VIE

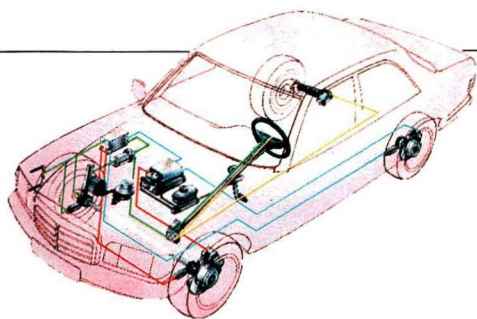
ECONOMIE

COMPRENDRE POUR AGIR

AU SOMMAIRE DU NUMERO DE SEPTEMBRE :

- La France est-elle un pays riche ?
Comment mesurer la richesse d'un pays.
- Tous les services boursiers sur Minitel au banc d'essai.
- Dossier : les transports maritimes.
- Quid du nouveau Plan Epargne Retraite.

LES ROUES QUI "PENSENT"



Après l'allumage, la carburation et la transmission automatique, l'électronique aide maintenant à gouverner les roues des voitures : une contribution déterminante à la sécurité et au confort.

L'électronique commande déjà les systèmes de freinage (voir *Science & Vie* n° 824, mai 1986) et prévient le blocage éventuel des roues. Le conducteur qui actionne sa pédale de freins ne pouvait moduler l'effort qu'il applique à chaque roue, selon qu'elle est délestée par un effet de roulis ou de tangage ou exposée à une chaussée correcte ou soudainement dégradée : plaque de gravillons, flaque d'eau ou bas-côté herbeux. En réglant la pression hydraulique appliquée au frein de chaque roue, en maintenant celle-ci à la limite du blocage, au seuil de décélération maximale, le système ABS garantit le ralentissement optimal et permet au conducteur de garder le contrôle de sa trajectoire pour éviter un obstacle, alors qu'un blocage des roues avant l'entraînerait tout droit, ou qu'un blocage des roues arrière le placerait en tête-à-queue.

C'est en 1978 que Bosch a présenté le premier système ABS électronique. Depuis, il a été imité par Honda, Teves, Lucas, Girling (système mécanique simplifié) et, tout récemment, par Bendix. 6 % des voitures européennes construites l'année dernière étaient équipées de systèmes ABS et, à l'horizon 1995, la proportion devrait s'élever à 35 % ! Apparu sur les modèles de luxe et de prestige, ce perfectionnement a gagné les gammes moyennes, bien qu'il soit facturé de 7 000 F à 12 000 F, malgré la concurrence et la simplification de ses composants (réduits de 140 à 70 en dix ans dans le boîtier de commande Bosch). Il est vrai que la course au prix de revient ne peut s'accommoder de sacrifice sur la sécurité : un système Bosch, dit économique, pour le bas de gamme (niveau VW Golf), ne coûte que 10 à 15 % moins cher qu'un système plus raffiné, alors que la production globale annuelle du producteur allemand d'équipements atteint le million d'exemplaires et qu'il entend toujours s'octroyer, à terme, 50 % du marché mondial.

Les composants du système ABS permettent

aussi de contrôler le patinage inutile des roues. Lors d'un démarrage en côte, par exemple, la voiture n'avancerait pas si une de ses roues motrices affrontait une plaque de verglas : sous l'effet du différentiel, elle patinerait désespérément, dilapiderait tout le couple moteur appliqué, et l'autre roue qui, elle, pourrait assurer la motricité ne tournerait pas. Les capteurs de l'ABS permettent, eux, de déceler la différence de vitesse de rotation des deux roues et le calculateur freine, en retour, la roue qui patine jusqu'à ce que le couple moteur se reporte sur l'autre. Même possibilité de contrôle en virage, quand une roue patine sous l'effet de la force centrifuge qui la déleste : la mise en action d'un frein, et d'un seul, rétablit l'équilibre mais, en plus, le calculateur intervient sur la commande des gaz au cas où le conducteur accélérerait trop violemment. Le calculateur ajuste au mieux le couple moteur à l'adhérence disponible en comparant constamment les vitesses respectives des roues motrices.

Engagée sur une trajectoire courbe très glissante, une voiture non équipée exigerait de son conducteur un subtil dosage de l'action sur le volant et sur l'accélérateur pour ne pas dérapier. Une voiture munie de l'ASR (*Anti-Skid-Regulation*) obéira fidèlement, elle, à l'action imprimée au volant, la puissance s'ajustant automatiquement en fonction de l'adhérence et du rayon du virage.

Dès cette année, Bosch propose l'ASR sur le haut de gamme Mercedes et BMW pour un prix légèrement inférieur à celui de l'ABS (dont il est un complément logique) sans précision plus affinée : « Nous ne pouvons trahir de secret en révélant le prix de cession de l'équipement au constructeur et nous n'intervenons pas davantage dans sa politique de facturation au client... ». On peut toutefois situer la fourchette entre 8 000 et 10 000 F.

Mercedes a poussé le développement du système jusqu'à la transmission intégrale à enclenchement

automatique : grâce aux capteurs, on compare non seulement la vitesse des roues motrices entre elles, mais aussi leur vitesse par rapport à celle des roues directrices : dès que les roues motrices tournent plus vite, c'est qu'elles patinent et le calculateur engage alors la transmission des roues avant.

Le système prend aussi en compte l'angle du volant puisqu'en virage aucune des quatre roues ne parcourt la même distance. Cette transmission "à la carte" évite l'usure et la dispersion de puissance d'une transmission intégrale permanente.

La qualité du comportement routier dépend aussi du contrôle de la cinématique des roues dans les mouvements de direction et de suspension. Quand une voiture s'écrase sur ses roues extérieures en virage, les liaisons élastiques des éléments qui les relient au châssis sont soumises à des contraintes et à des déformations telles que les roues arrière en arrivent même à prendre un léger angle de braquage inopportuniste, perturbant la précision et la rigueur de la trajectoire que veut observer le conducteur.

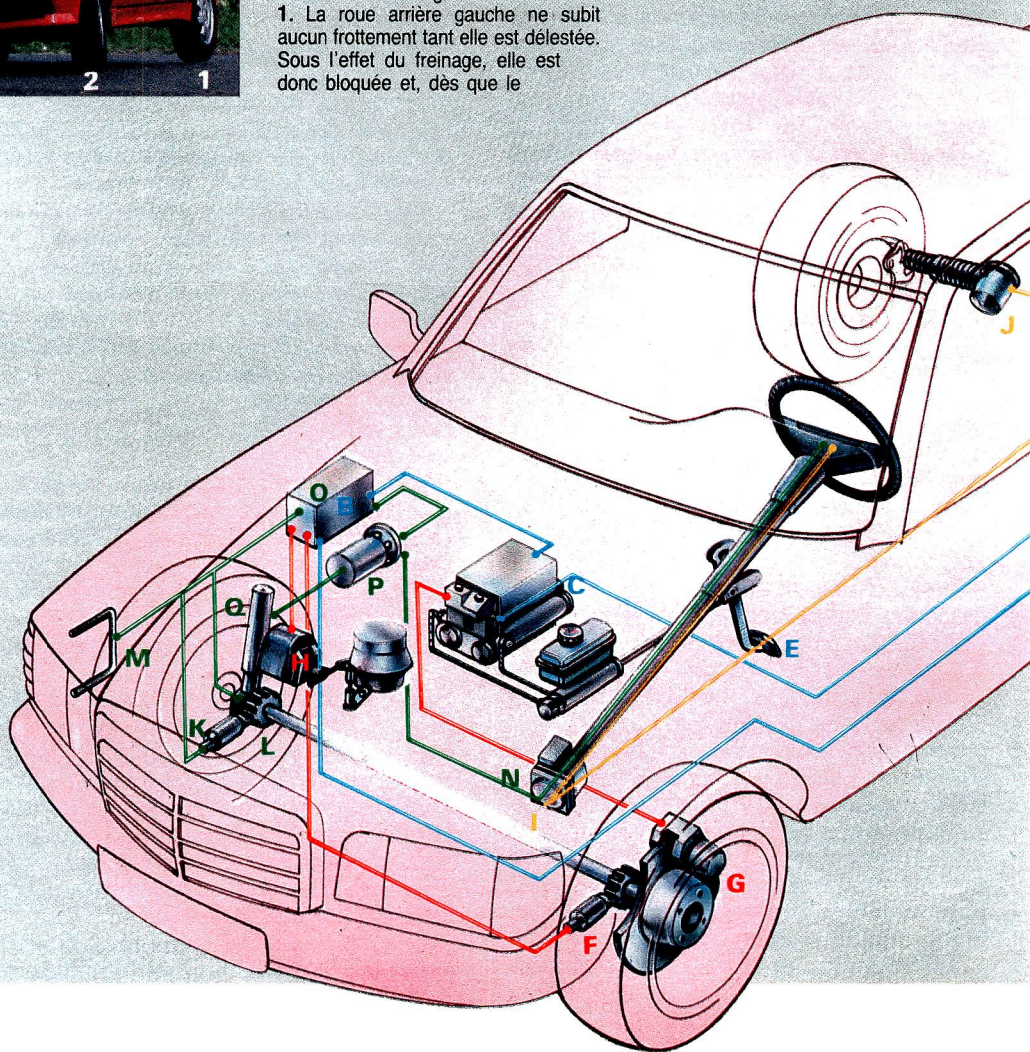


COMMENT L'ÉLECTRONIQUE INTERVIENT

S'il a présumé de ses aptitudes, de celles de sa voiture, ou du terrain, tout imprévu peut être fatal au conducteur. En virage à gauche par exemple, le véhicule est soumis au report de masse sur le train avant, au freinage et à l'effet de la force centrifuge.

1. La roue arrière gauche ne subit aucun frottement tant elle est délestée. Sous l'effet du freinage, elle est donc bloquée et, dès que le

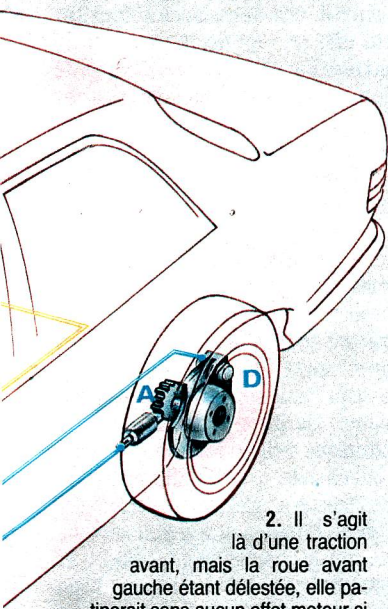
contact avec la chaussée se rétablit, elle tend à embarquer la voiture en dérapage, jusqu'au tête-à-queue dans le pire des cas, ôtant tout pouvoir de contrôle au conducteur qui persisterait néan-



De très nombreux constructeurs combattent ce phénomène parasite par une précaution purement mécanique : celle-ci réside dans le seul dessin de la géométrie de suspension et de sa variation en cours de débattement.

Mais les constructeurs japonais Mazda et Honda sont allés plus loin. Qui par un procédé électronique, qui par un procédé mécanique, ont mis au point un essieu arrière délibérément directeur. Honda a le mérite de le commercialiser sur sa Prélude, au prix, abordable, de 3 000 F. Il s'agit d'un

moins à vouloir ralentir. L'ASB, aujourd'hui répandu sur les modèles haut de gamme, décèlera les amorces de blocage pour une meilleure maîtrise de la décélération et de la trajectoire.



compensera, avec un train arrière "directeur", cette imprécision de trajectoire par un braquage arrière dans le même sens que celui du train avant.

4. Enfin, et surtout, la voiture s'écrase sur la roue avant droite. La suspension est sollicitée au maximum, ressort en butée, amortisseur en fin de course, à la merci d'une irrégularité éventuelle du revêtement, sur laquelle elle rebondirait sans efficacité. Un vérin hydraulique compensera le roulis (dû au virage) et la plongée due au freinage.

Voici, précisément comment l'électronique intervient.

1. Roue arrière gauche

Le capteur de vitesse de rotation (A) décèle l'amorce de blocage et en informe le calculateur (B) qui transmet à la centrale hydraulique (C) l'ordre de moduler la pression sur le frein (D) quelle que soit l'action exercée par le conducteur sur la pédale (E).

2. Roue avant gauche

Le capteur de vitesse (F) décèle le patinage et en informe le calculateur (B) qui transmet deux ordres : l'un à la centrale hydraulique (C) pour actionner le frein (G), l'autre pour moduler l'action sur la commande d'accélérateur (H).

3. Roue arrière droite

L'action de la direction sur le train avant (I) s'accompagne d'un braquage du train arrière (J) : dans le même sens à grande vitesse, mais avec un angle très restreint, pour améliorer la précision de la trajectoire ; en sens opposé à faible vitesse, pour accroître la maniabilité.

4. Roue avant droite

Les capteurs d'oscillations (K), de vitesse de rotation de roue (L), de vitesse absolue par tubes de Pitot (M) et de virage par angle du volant (N) informent le calculateur (O) qui transmet l'ordre à une pompe (P) d'agir en conséquence sur un vérin hydraulique (Q) gouvernant le mouvement de la roue.

système purement mécanique. Quand les roues avant braquent de 0 à 15°, les roues arrière braquent dans le même sens de façon croissante puis décroissante, en passant par une crête de 1,7 %. La voiture est donc soumise à un effet de translation qui diminue l'ampleur des mouvements au volant, accroît la précision et la vivacité des changements de cap à vitesse soutenue.

A vitesse réduite, donc quand le braquage est plus accentué, pour des manœuvres de stationnement ou de demi-tour, les roues arrière braquent

dans le sens opposé, comme les boggies d'un wagon sur un rail courbe. D'un braquage nul, quand les roues avant forment un angle de 15°, elles braquent jusqu'à - 5° quand celles-ci sont orientées à 35°. Elles augmentent alors la maniabilité, réduisant le diamètre de braquage d'un bon mètre.

Mais la révolution de l'année concerne la suspension. Malgré les progrès qu'il a accomplis, l'amortisseur traditionnel n'est toujours qu'un compromis. A faible vitesse, sur un revêtement de pavés disjoints, il doit laisser agir les ressorts le plus librement possible pour que les passagers ne soient pas secoués comme des sacs de noix. A 130 km/h, sur le billard d'une autoroute, il doit contrôler plus fermement les mouvements de la suspension pour que la voiture ne file pas dans le rail de sécurité à l'abord de la première courbe venue.

Le concepteur s'efforce de proposer le juste milieu entre le comportement "péniche" à l'américaine qui fait se dandiner la voiture à la moindre irrégularité du terrain, et le "tape-cul" résolument sportif. Mais une fois cette option décidée, plus question de modifier le caractère du modèle

concerné. Contrainte de choix d'autant plus gênante que l'amortisseur est un élément de sécurité avant d'être un élément de confort.

Déjà, les amortisseurs télescopiques "bitubes" ont séparé les deux fonctions, détente et compression et certains fabricants ont tenté de proposer un choix entre usage "normal" et usage sportif : le conducteur sélectionne pour cela la mise en œuvre d'une dérivation. Dérivation ouverte, le passage de l'huile d'un compartiment à l'autre de l'amortisseur est plus libre, la suspension est assouplie. Dérivation fermée, ledit passage est étranglé, la suspension est durcie.

Boge, producteur allemand d'équipements, va désormais plus loin ; il substitue à cette simple dérivation deux soupapes électromagnétiques agissant de la manière suivante :

- toutes soupapes fermées, la suspension est au plus raide pour un usage ultra-sportif ;
- soupape n° 1 ouverte, elle est un peu assouplie pour un usage, disons, "viril" ;
- soupape n° 1 fermée, soupape n° 2 ouverte (leur calibre est différent), le comportement devient confortable ;
- toutes soupapes ouvertes, c'est la suspension "berceau".

Ainsi sont définies quatre lignes de comportement. Reste à en piloter la sélection en fonction des besoins. C'est le rôle assigné à un calculateur, par le relais des actionneurs, à partir des informations fournies par des capteurs en temps réel : roulis, cabrage, charge du véhicule, fréquence des sollicitations, course de débattement, accélérations verticales (autant de données disponibles à partir d'une "jauge" liée à l'amortisseur lui-même), mais aussi température de fonctionnement (conditionnant la fluidité de l'huile), vitesse de la voiture, accélérations horizontales, angle du volant pour déceler le rayon des virages, sollicitation des freins, etc.

Quatre lignes de fonctionnement gouvernées par quatre paramètres, issus de capteurs, c'est déjà seize lois d'amortissement. Dix paramètres, c'est quarante lois, autant dire un amortissement adapté à chaque condition d'usage ou de terrain. Fini le compromis.

Avec une vitesse de réaction de l'ordre de 12 millisecondes, Boge estime le prix d'un tel équipement à quelque 10 000 F mais avec un inconvénient de taille : contrairement à l'ABS, à l'ASR ou à la direction sur les quatre roues, l'amortisseur à assistance électronique demeure une pièce d'usure qu'il faut remplacer tous les 40 000 km au minimum. Mais verra-t-il jamais le jour ?

Il risque d'être supplanté par un système déjà beaucoup plus sophistiqué : la "suspension électronique active", telle qu'elle équipe la Lotus Honda de Formule 1 pilotée par Ayrton Senna. "Electro-

nique", parce qu'il n'y a plus ni ressorts, ni amortisseurs : ils sont remplacés par quatre vérins hydrauliques qui absorbent ou déploient les débattements nécessaires avec l'amplitude et la vitesse voulue. "Active", parce que la suspension réagit en fonction des inégalités de revêtement qu'elle rencontre ou des reports de masses qui s'appliquent à chaque roue, sans transmettre de mouvement à la carrosserie.

Observez un skieur qui franchit des bosses : ses jambes absorbent toutes les inégalités du terrain mais sa tête reste sur une trajectoire rectiligne. La suspension électronique active agit de même : la voiture est munie d'un capteur de vitesse (tubes de Pitot) et le mouvement de chaque roue est analysé par des accéléromètres qui décelent les contraintes ou les irrégularités du revêtement. Un calculateur intègre ces informations et actionne les vérins pilotant chaque roue par l'intermédiaire d'un fluide sous haute pression, *via* une pompe entraînée par le moteur.

Le principe a été emprunté à la technique aéronautique. Quand un avion de chasse est lancé à Mach 2 et que le pilote veut effectuer un demi-tour selon le rayon le plus court possible, il ne s'embarrasse pas de calculs : il force le manche dans la direction désirée et l'ordinateur de bord détermine l'incidence des gouvernes compatibles avec la vitesse.

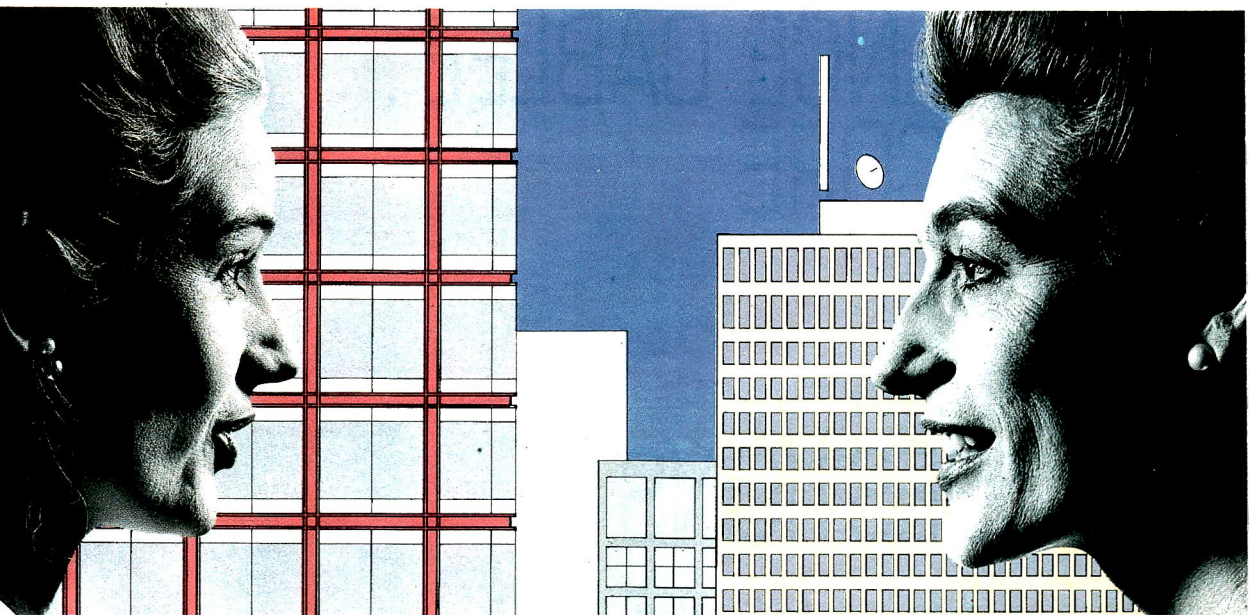
La suspension électronique active permet ainsi de maintenir une assiette et une garde au sol optimales. La Lotus F1 s'est ainsi accommodée des bosses des circuits de Monaco et de Détroit en conservant sa garde au sol de 4 cm alors que ses concurrents devaient être considérablement rehaussés au détriment de leurs qualités dynamiques et aérodynamiques. Senna conduisait sur un tapis volant alors que ses rivaux s'épuisaient à bord de machines beaucoup plus inconfortables. Enfin, la suspension électronique active assure un contact permanent des pneus avec le sol, s'affranchissant des rebonds et de l'inertie d'un système mécanique.

Le principe conserve toutes ses vertus sur une voiture de série, alliant parfaitement confort et efficacité routière quel que soit le terrain : ainsi peut-on concevoir une garde au sol rehaussée et une suspension souple sur les mauvais chemins à faible vitesse ; une suspension plus ferme, une garde au sol abaissée et une assiette constante, dépourvue de mouvements de roulis, de cabrage ou de pompage à grande vitesse.

Le système développé par Lotus Cars retient l'attention particulière de General Motors : le numéro un mondial est propriétaire de la firme britannique ! Mais on touche là au secteur de la recherche très avancée, appliquée pour l'heure à une activité où les budgets sont plus que confortables. Et le prix de la suspension électronique active n'est pas encore chiffrable.

Luc Augier

LE MONDE, POINT DE RENCONTRE DES GRANDES AMBITIONS.



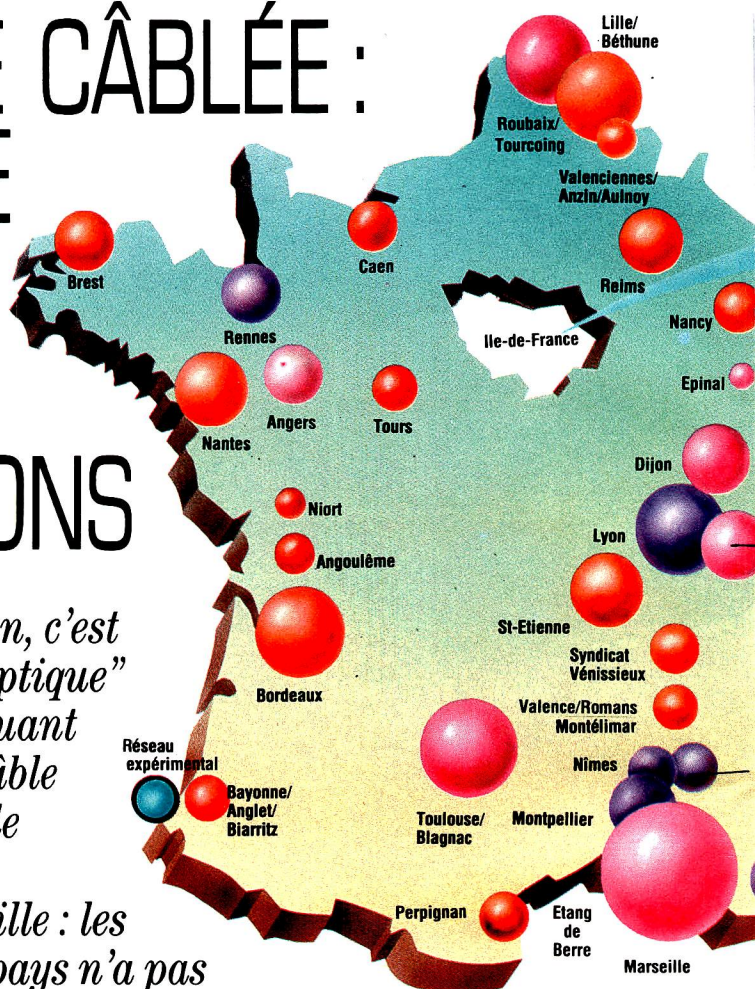
Aujourd'hui plus que jamais, c'est l'efficacité qui prime. Il ne suffit plus d'être bon. Il faut être le meilleur. Pour sortir de l'ombre et réaliser ses ambitions, l'entreprise doit savoir choisir ses cadres : dynamiques, efficaces, disponibles, en un mot, performants. Quand il n'y a pas de temps à perdre, que le défi est quotidien, le plus court chemin d'une entreprise compétitive à un homme de talent passe par Le Monde. C'est parce que Le Monde est le point de rencontre des grandes ambitions, qu'il est le premier journal d'offres d'emploi encadrées.

**PREMIER JOURNAL D'OFFRES
D'EMPLOI DES CADRES**

Le Monde

FRANCE CÂBLÉE : ENCORE BIEN DES QUESTIONS

Le réseau hertzien, c'est limité ; le "tout-optique" c'est trop cher. Quant au compromis câble optique plus câble coaxial, il a un concurrent de taille : les satellites. Notre pays n'a pas encore trouvé son équilibre, parmi les différentes techniques qu'impose la télédistribution, entre les désirs du public et les intérêts des promoteurs.



Ah, que les choses étaient simples au temps où les liaisons hertziennes seules acheminaient les programmes de télévision ! Un scénario tout à fait clair : des faisceaux hyperfréquence très concentrés, très directionnels, sont émis par une antenne parabolique et dirigés vers le lieu de réception. Là, ils sont captés par une antenne locale — un relais hertzien — et convertis en ondes qui arrosent largement la région, de façon à être reçues par toutes les installations individuelles ou collectives des usagers des alentours. Mais certains de ces usagers exigent aujourd'hui de pouvoir capter sur leur poste un nombre de chaînes de plus en plus grand.

Où peut-être sont-ce les promoteurs qui dictent au public ce désir ? Toujours est-il que beaucoup de professionnels, dans l'industrie et les médias, sont prêts à l'exploiter, ce désir. D'où cette fièvre de projets et une rivalité meurtrière entre des techniques diverses.

La liaison hertzienne — celle des ondes électromagnétiques utilisées traditionnellement en télécommunications sans fil — connaîtra son seuil de saturation quand il lui faudra faire passer une dizaine de programmes différents par un même faisceau.

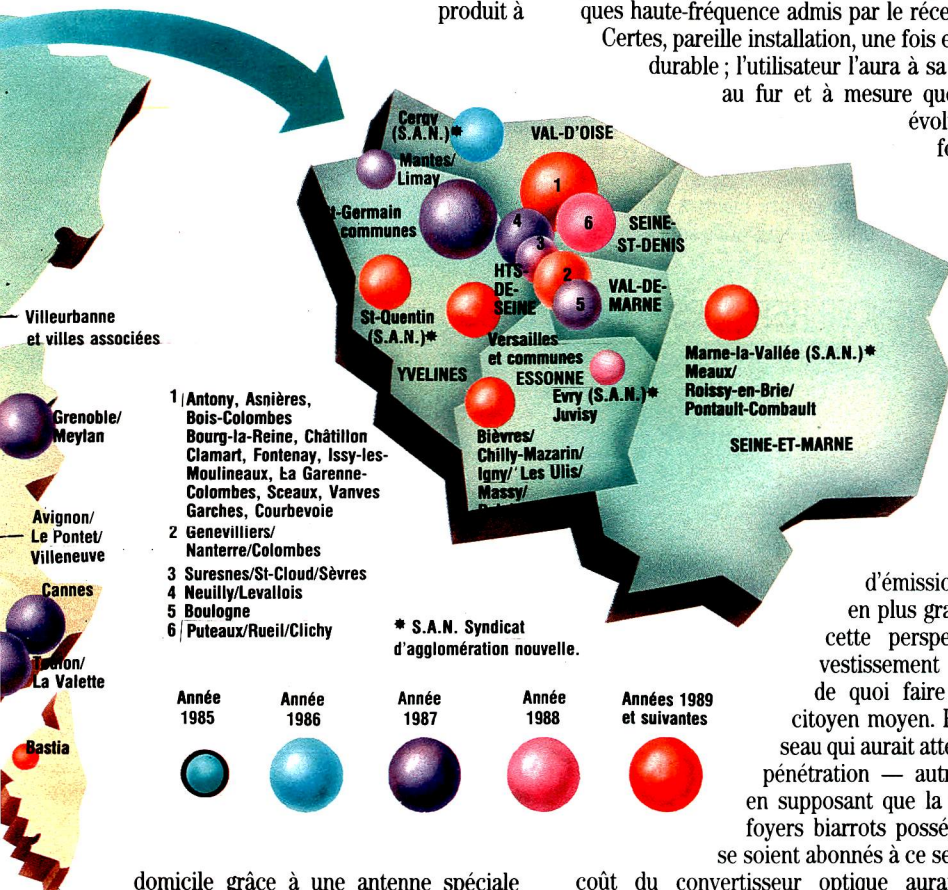
C'est un problème physique de largeur de bande passante sur la fréquence porteuse. On ne peut

étendre les harmoniques à l'infini, et la limite des possibilités sera alors rédhitoire.

Restent deux moyens d'absorber le surcroît de charge qu'on veut imposer au réseau de transmission : le câble d'une part, et, de l'autre, la diffusion directe par satellite — la livraison du produit à

rain, elle souffre encore d'un gros inconvénient : son prix. A Biarritz, la fibre débouchait directement chez le particulier, impliquant pour chaque utilisateur l'installation à sa charge d'une "prise d'abonné", c'est-à-dire d'un démodulateur optique capable de rendre les signaux lumineux, envoyés par la fibre, compatibles avec les signaux électriques haute-fréquence admis par le récepteur TV.

Certes, pareille installation, une fois en place, est durable ; l'utilisateur l'aura à sa disposition au fur et à mesure que le réseau évoluera et lui fournira un choix



domicile grâce à une antenne spéciale installée chez le particulier. Deux techniques concurrentes, du moins en ce qui concerne le nombre de programmes qu'elles peuvent véhiculer simultanément.

Le câble, cela peut être soit le traditionnel coaxial métallique des lignes de télécommunications, soit la toute jeune fibre optique. Les deux se valent au plan de la densité du débit.

Le câble a perdu un peu de son prestige, injustement d'ailleurs, depuis l'échec commercial du réseau expérimental de Biarritz. Echec lié au choix du tout optique pour cet essai à l'échelle d'une ville moyenne. On avait opté pour une formule moderne, mais trop chère. Au laboratoire, la fibre optique a démontré qu'elle peut transporter une certaine d'émissions télévisées d'un seul coup, en respectant la qualité de l'information transmise. Mais dans les conditions d'une exploitation pratique sur le ter-

rain, elle souffre encore d'un gros inconvénient : son prix. A Biarritz, la fibre débouchait directement chez le particulier, impliquant pour chaque utilisateur l'installation à sa charge d'une "prise d'abonné", c'est-à-dire d'un démodulateur optique capable de rendre les signaux lumineux, envoyés par la fibre, compatibles avec les signaux électriques haute-fréquence admis par le récepteur TV.

Certes, pareille installation, une fois en place, est durable ; l'utilisateur l'aura à sa disposition au fur et à mesure que le réseau évoluera et lui fournira un choix

d'émissions de plus en plus grand. Malgré cette perspective, l'investissement de base a de quoi faire hésiter le citoyen moyen. Pour un réseau qui aurait atteint 50 % de pénétration — autrement dit, en supposant que la moitié des foyers biarrots possédant la TV se soient abonnés à ce service —, le coût du convertisseur optique aurait dépassé 15 000 F hors taxes par installation. Il faut tenir compte en outre des travaux de génie civil — terrassement, canalisation —, du câble optique lui-même, de sa pose et des dispositifs d'émission et de réception : la diode laser au départ, le détecteur photo-optique à l'arrivée. Ces deux éléments, pour l'instant, sont loin d'être bon marché, bien qu'on mise à terme sur une diminution des coûts dans ce domaine.

Dès 1984, des recherches, dont l'objet est de casser les prix d'infrastructures de la télédistribution par des améliorations techniques, sont engagées par deux établissements publics. D'un côté, la Délégation générale des télécommunications (DGT) qui, régnant sur le téléphone, est spécialisée dans l'aspect câble du problème. De l'autre, Télédiffusion de France (TDF), compétente dans les relais hertziens et qui contrôle l'ensemble du plan de

fréquences dans le pays ; c'est l'organisme technique de la radiodiffusion et de la télédiffusion françaises.

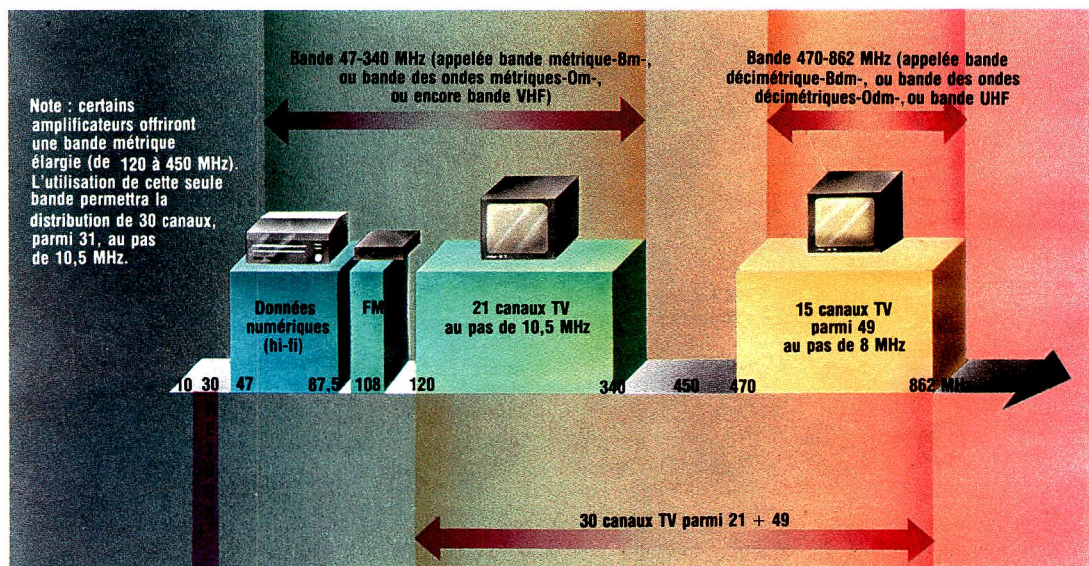
Pour bien comprendre les diverses solutions envisagées, il importe de connaître les principales pièces constitutives de cette structure complexe qu'est un réseau câblé, et les moyens par lesquels on peut les relier entre elles.

Le point de départ — la tête de réseau (voir **dessin page de droite**) — est l'endroit où sont collectées, par une station de réception hertzienne, toutes les informations en provenance de sources diverses : chaînes de télévision nationales, centre de traitement des images de satellites, studios de productions locales, où encore chaînes périphériques où étrangères dont les émissions sont achemi-

des centres de distribution. Ceux-ci prennent en charge la connexion de chaque abonné, ou groupe d'abonnés. Ils font fonction d'avertisseur quand survient un problème technique, en alertant le centre de supervision, responsable de la bonne marche du réseau.

La connexion de l'abonné peut fonctionner en mode interactif. Il lui est possible alors de communiquer directement avec le réseau, par l'intermédiaire d'un clavier du genre Minitel. Le centre de distribution joue ici un rôle important de pré-tri ; il identifie le correspondant par un numéro de code et aiguille l'appel vers le service idoine, selon qu'il s'agit d'une demande de renseignement, d'une déclaration de panne, d'une réponse à un sondage, éventuellement d'une participation en direct à un

PLAN DES FRÉQUENCES RETENUES POUR LE CÂBLE...



Gros avantage du réseau, son interactivité : les différents programmes seront distribués, dans les bandes 47-340 MHz et 470-862 MHz, vers les usagers qui se verront eux-mêmes réserver la bande 10-30 MHz pour intervenir.

nées par voie terrestre — c'est-à-dire directement, sans l'intervention d'un relais satellisé.

La vocation d'une telle installation est essentiellement d'assurer la bonne qualité technique des émissions que diffusera le réseau.

D'ici, les programmes sont envoyés à un centre de supervision qui forme un ensemble informatisé chargé de la gestion totale du système. Dans son rôle administratif, il contrôle les abonnements et traite les réclamations d'usagers. Dans sa capacité technique, il effectue sur le réseau toutes les mesures qui garantissent une bonne qualité de diffusion des programmes.

En aval du centre de supervision sont installés

débat radiodiffusé ou télévisé.

La configuration interactive peut également être utilisée pour le paiement à la carte : l'abonné annonce son choix de programmes et ne sera débité que pour les émissions qu'il aura effectivement regardées. Fini le régime du forfait global. On consommera la TV, non plus au menu, mais à la carte. Le clavier Minitel fera place, plus tard, à un boîtier spécial, conçu tout exprès pour la communication interactive avec le réseau de télédistribution. Une possibilité un peu plus lointaine encore : la télésurveillance, le contrôle anti-cambriolage grâce à une liaison directe avec un centre de surveillance.

Les fiches de raccordement individuel des utiliza-

teurs sont un élément technique important dans ce problème d'ensemble, vu sous l'inévitable angle économique.

Si l'on veut populariser la télédistribution en France et la répandre dans le plus grand nombre de foyers, il faut que ces boîtes de jonction soient aussi bon marché que possible, et par conséquent d'une conception aussi simple que possible. C'est le but des ingénieurs qui travaillent en ce moment sur la question.

Biarritz a été un prototype de réseau entièrement basé sur la transmission par fibre optique. Un coup d'essai intéressant, mais finalement raté. Personne n'envisage plus de projet semblable. Le tout optique, pour notre génération du moins, est bel et bien abandonné.

Les études ont vite amené à la conclusion que le câble coaxial constitue encore la liaison la plus rentable entre les centres de distribution et les fiches de raccordement des particuliers. Ces centres sont en effet relativement nombreux dans une ville — un par quartier environ — et géographiquement proches des utilisateurs, si bien qu'on évite le recours à des répéteurs, ces coûteux appareils amplificateurs qu'il faut insérer sur un câble pour relever le niveau des signaux affaiblis par la distance. Leur espacement sur une ligne est un facteur très important du prix de revient d'une liaison.

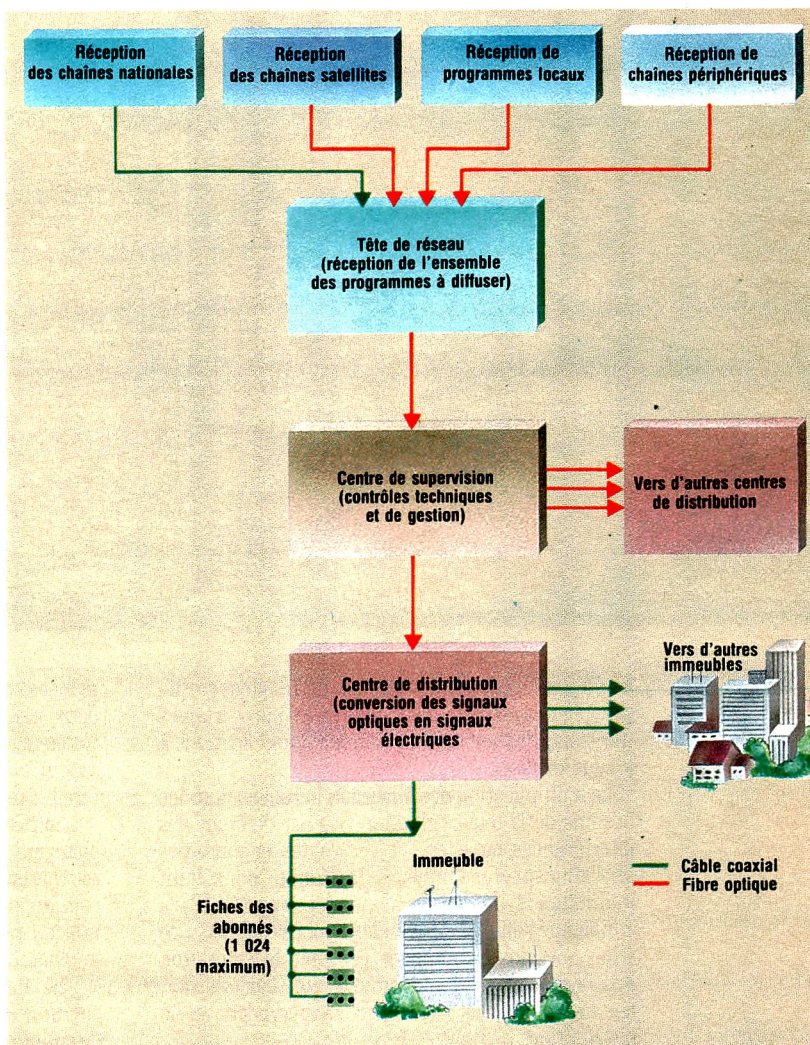
Avec les câbles coaxiaux souterrains, il varie généralement entre 2 et 6 km, alors que le "pas d'amplification" pour la fibre optique peut atteindre 50 km. Il est donc intéressant d'utiliser le coaxial plutôt que la fibre chaque fois que de très petites distances sont concernées, comme c'est le cas ici, étant donné son moindre prix à l'achat.

Le câble coaxial a de surcroît l'avantage sur la fibre de véhiculer des signaux directement assimilables par la fiche antenne d'un téléviseur ou d'un récepteur en modulation de fréquence de chaîne haute-fidélité. Il permet donc de placer chez les abonnés des fiches de raccordement à très bas prix, puisque pratiquement identiques, sur le plan électronique, aux fiches utilisées de longue date pour les antennes collectives. Rien n'interdit non plus de créer un

réseau interactif sur un câble coaxial. Et sa pose dans le sol, par rapport à la mise en place d'une fibre optique, ne soulève aucune difficulté spéciale.

La liaison des centres de distribution avec le centre de supervision est une autre affaire, où s'affrontent plusieurs procédés. Pendant longtemps, TDF, champion attiré des télécommunications par rayonnement électromagnétique, a préconisé pour cet usage les faisceaux hertziens, sa technique de prédilection. En admettant ce cas de figure, le centre de supervision dresserait sur son toit toute une série d'antennes paraboliques, chacune orientée vers un centre de distribution ; celui-ci recevrait, à partir de cette source, les programmes télévisés à l'aide de sa propre parabole tournée en direction du centre de supervision.

...ET SCHÉMA D'UN RÉSEAU



Solution assez séduisante côté coût : il n'y a pas de kilomètres de câbles à acheter et à poser. D'où un faible budget d'installation, les équipements d'émission et de réception par voie hertzienne étant relativement bon marché.

Malheureusement, une pareille architecture de réseau n'est pas entièrement satisfaisante d'un point de vue opérationnel. Pour deux raisons. D'abord, ce procédé de transmission est difficilement compatible avec la réalisation d'un système interactif, la communication étant ici mono-directionnelle puisqu'elle ne comporte pas de voie de retour. Pour qu'un tel réseau devienne interactif, il faudrait que chacun des centres de distribution soit lui-même doté de son propre émetteur, qui dialoguerait avec celui du centre de supervision. Voilà qui alourdirait considérablement l'infrastructure.

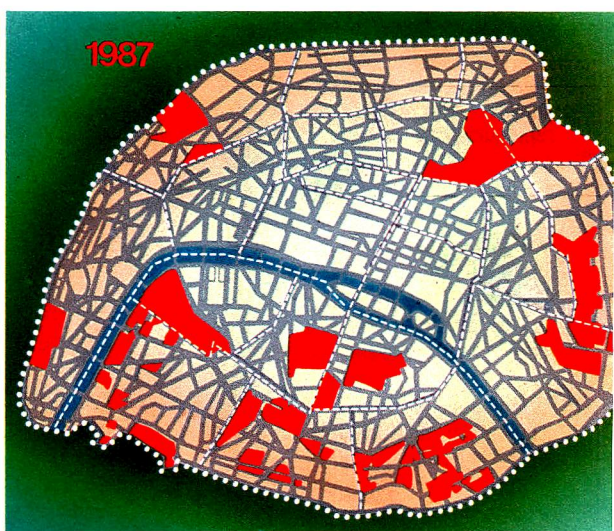
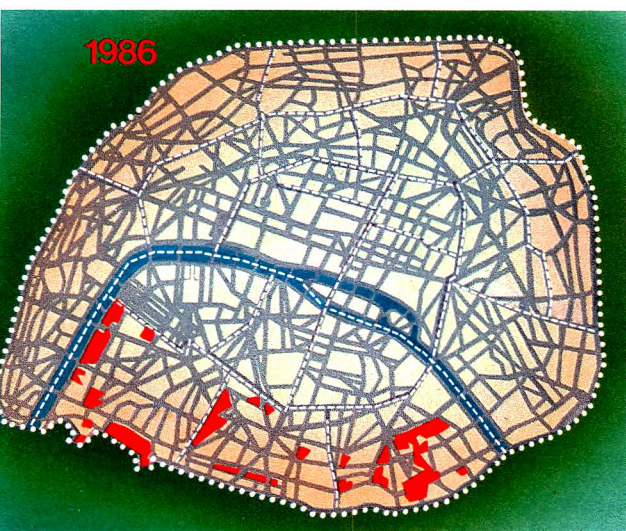
D'autre part, les liaisons hyperfréquence qui sont

L'idée vint alors de tout construire en coaxial. Formule qui résout aussi bien le problème de l'interactivité que celui du brouillage : il n'y a jamais, dans un câble, superposition d'une émission à une autre qui rende les signaux inintelligibles.

Mais deux raisons ont fait abandonner ce projet, sauf peut-être dans le cas de petites localités. La première tient au flot d'information, très inférieur à celui d'une fibre optique, que le coaxial est à même de transporter.

Pourtant, nous disions tout à l'heure que les deux se valent quant à la densité du débit. Contradiction ? En apparence seulement. La fibre optique véhicule effectivement beaucoup plus d'information que le coaxial, mais elle est aujourd'hui encore pénalisée, aux points de départ et d'arrivée de la ligne, par les dispositifs de modulation et de réception qui, eux, réduisent sa capacité. On peut donc espérer que, tôt ou tard, on améliorera les perfor-

LE TOUT-PARIS...



ici en jeu, occupent des bandes de fréquence utilisées également par les satellites et par certaines transmissions terrestres des télécommunications à longue distance.

La multiplication des faisceaux hertziens pour les besoins de la télédistribution risquait de créer des interférences néfastes sur ces routes encombrées de l'atmosphère. D'ailleurs, le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) a condamné l'emploi des bandes hyperfréquence à de telles fins, justement pour prévenir la saturation des ondes. On a donc renoncé aux liaisons hertziennes entre les centres de supervision et de distribution.

mances des convertisseurs électro-optiques aux deux extrémités de la fibre, et que celle-ci fonctionnera, sinon à son plein débit théorique, du moins avec une meilleure rentabilité qu'elle ne le ferait à présent.

L'infrastructure, telle qu'elle aura été établie, ne changera pas. Grâce aux progrès attendus et qui toucheront l'électronique d'émission et de réception, on aura donc obtenu une meilleure utilisation du réseau, sans transformation majeure des implantations.

Une deuxième considération a fait écarter la solution du coaxial pour le segment supervision-distribution du réseau : les "pertes de ligne", l'affai-

blissement du signal utile par kilomètre de câble, évoqué plus haut.

Là encore, nous l'avons vu, la fibre optique fait beaucoup mieux. Or la distance qui relie le centre de supervision aux stations de distribution est plus longue que celle qui sépare ces dernières de leurs abonnés urbains. Le coaxial exigerait la pose, à intervalles rapprochés, de répéteurs. Une dépense qu'on préfère éviter.

La transmission par conducteur de lumière modulée a donc été retenue comme moyen de liaison entre le centre de supervision et les différents centres de distribution qui en dépendent.

Nous voilà maintenant en présence d'un réseau hybride, mi-optique, mi-coaxial. Optique entre la supervision et la distribution. Coaxial entre la distribution et l'abonné.

C'est un pari national sur l'avenir. Tous les choix techniques de la France, dans le passé, n'ont pas été

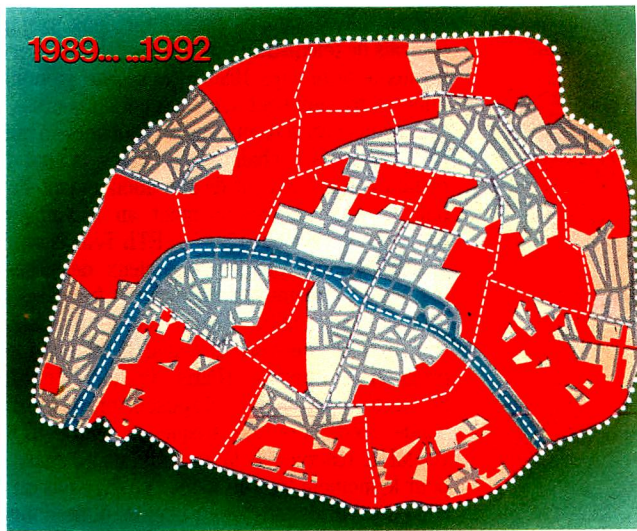
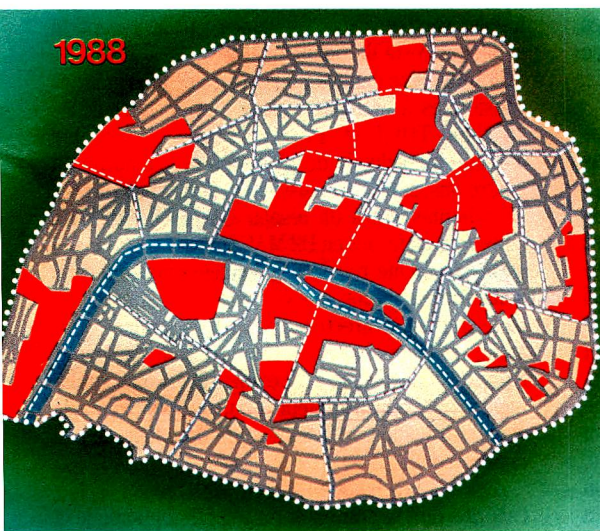
l'échec commercial du système. Comment réagira-t-il ? Mettons-nous à la place d'un abonné et voyons quels services lui sont fournis, et à quel prix ?

La fiche de raccordement par laquelle son poste est individuellement connecté au réseau ressemble tout à fait à celle d'une antenne collective. Elle comporte trois plots, correspondant aux trois types d'informations qui se partagent la bande de fréquences acheminée par le réseau : données numériques, ondes radio, émissions télévisées (**voir dessin page 112**).

Pour les données numériques, il est prévu d'attribuer une bande de fréquences au "retour", c'est-à-dire aux informations que l'utilisateur introduit lui-même dans le réseau.

Il s'agit d'une plage entre 20 et 30 MHz qui assurera l'interactivité du système. En principe tout au moins, car il n'existe pour l'instant aucun dispositif capable de remplir la fonction "conversation-

...CÂBLÉ EN SIX ANS



brillants. La filière nucléaire uranium naturel-graphite-gaz, une faillite. La définition 819 lignes en télévision, personne à l'étranger n'en veut. Le procédé de couleuvre Secam, nous sommes les seuls à l'exploiter, hormis une poignée de pays du Tiers-monde qui l'ont accepté par raison politique. Le paquebot *France*, vendu à l'Amérique au prix de la ferraille. Le supersonique *Concorde*, un gouffre de déficit qui chatouille notre orgueil cocardier mais qu'aucune ligne aérienne du monde n'a la moindre envie d'acheter.

Aurons-nous plus de chance avec notre technique maison de télédistribution ? C'est l'utilisateur qui en fin de compte décidera du succès ou de

nelle" de manière fiable.

Toujours dans les fréquences allouées aux données numériques, une bande — de 47 à 87,5 MHz — est réservée à la transmission sonore de très haute qualité, comparable à celle des disques lasers.

Dans la bande des ondes radio MF, de 87,5 à 100,5 MHz, les transmissions sont parfaitement compatibles avec la fiche antenne d'un récepteur à modulation de fréquence. Ainsi, le second plot de la fiche de raccordement pourra être directement relié au tuner d'une chaîne haute-fidélité.

Restent deux bandes télévision, fournies par le troisième plot et correspondant respectivement aux VHF (*Very High Frequencies*, de 30 à 300 MHz,

dans le domaine des ondes métriques) et aux UHF (*Ultra High Frequencies*, entre 300 et 3 000 MHz, dans le domaine des ondes décimétriques). Ces signaux seront captés directement par la fiche antenne du téléviseur, lequel pourra recevoir une trentaine d'émissions différentes. Tous les programmes, quelle que soit leur origine, seront diffusés selon le système français de télévision en couleurs Secam.

Nul besoin, donc, de disposer d'un poste bi-standard accessible également aux émissions réalisées par le procédé PAL; ou d'un poste multistandard, si l'on veut en outre recevoir les émissions aux normes américaines NTSC. C'est un avantage mais qui surprend un peu, étant donné que seuls les postes récepteurs de type le plus récent permettent de choisir entre trente programmes, et que ces modèles sont presque tous multistandard. Les téléviseurs d'une génération plus ancienne pourront être équipés d'un "sélecteur" de location, branché entre l'appareil et la prise de raccordement; on changera de programme à volonté grâce à une télécommande.

Il est intéressant de considérer deux exemples français de télédistribution: Paris-Câble, en service depuis le printemps 1986, et le réseau grenoblois, dont les travaux sont actuellement en cours.

Certains Parisiens ont aujourd'hui accès à quinze canaux: les six chaînes nationales (Canal Plus restant codé et le coût de son abonnement s'ajoutant à celui de l'abonnement au réseau), cinq chaînes européennes (BBC 1, RTL Télévision, RAI 1, TMC et Sky Channel, ces deux dernières se partageant le même canal), la chaîne française TV 5 diffusée par satellite, deux chaînes thématiques (Cable News Network et Canal J), et enfin deux programmes locaux (Paris Première et Info-Services). Ces abonnés disposent en outre d'une bande modulation de fréquence, entre 87,8 et 108 MHz, réservée à la radiodiffusion, mais qui, pour le moment tout au moins, ne livre pas un son d'une qualité de très haute fidélité, ni ne donne la possibilité d'une interactivité réelle. Pour converser avec le réseau, les usagers doivent passer par le Minitel.

Le prix de l'abonnement, après 200 F de frais de raccordement, s'élève à 140 F par mois. A quoi s'ajoutent 30 F de location mensuelle d'un sélecteur si le poste est un modèle âgé incapable de recevoir les quinze programmes proposés.

Un coût élevé, semble-t-il, par rapport aux prestations offertes, puisque 4 800 foyers parisiens seulement se sont jusqu'ici laissés tenter par l'aventure du câble.

A Grenoble, les premières fibres optiques ont été installées en septembre 1986 et les premiers raccordements effectués au début de cette année. Le réseau devrait commencer à diffuser l'ensemble de

ses programmes en novembre prochain.

Les programmes sont à peu près comparables à ceux de Paris-Câble. Le prix de l'abonnement est le même. La bande MF n'apporte pas non plus de son numérique, dans un premier temps du moins. Deux réseaux bien ressemblants, donc, sauf en ce qui concerne l'interactivité. Au départ, il est vrai, les abonnés ne disposeront pas d'un clavier spécialisé, mais l'infrastructure du réseau est conçue en fonction d'un tel service. Les centres de distribution, notamment, sont équipés d'amplificateurs bidirectionnels: ils peuvent faire transiter des données dans les deux sens. Le réseau, une fois achevé en 1990, sera en mesure de desservir 90 000 foyers. Une large surcapacité, à notre avis, à moins qu'entre temps les Français ne décident de venir en masse à la télévision câblée.

En matière de télédistribution, les prévisions semblent partout exagérément optimistes: à la fin de cette année, 440 000 foyers seront raccordables à un réseau câblé. Une clientèle potentielle qui paraît nettement surestimée pour un service qui, de toute évidence, ne soulève pas l'enthousiasme des foules, surtout dans les zones où la réception collective reste de bonne qualité.

D'autant que demain nous offrira de plus grandes possibilités à moindre frais. En effet, lorsque les satellites TDF 1 et TV SAT seront lancés, une antenne individuelle de réception sera amortie en quatre ans, si on compare son prix d'achat au coût de l'abonnement à un réseau câblé. En outre, les émissions se feront en D2 MAC/Paquet, procédé qui assure la même résolution d'image que le Secam, mais une résolution des couleurs bien supérieure. La télédiffusion directe par satellite à domicile offre aussi, par rapport à la télédistribution par câble, l'avantage du son stéréo et des émissions multilingues: le téléspectateur pourra opter pour la version originale ou la langue de doublage de son choix.

Avec la technique Secam du réseau câblé, l'abonné doit se contenter du son monophonique et de la langue choisie par le centre de supervision.

La seule supériorité éventuelle du réseau: une interactivité totale. Elle est d'ailleurs à l'étude, avec le paiement à la carte pour objectif prioritaire. Beaucoup de téléspectateurs pourraient être séduits, en effet, par la possibilité de payer uniquement ce qu'ils regardent, au lieu de déboursier chaque mois le prix d'un abonnement global. Nous n'en sommes pas encore là et rien ne laisse présumer un envol commercial spectaculaire des réseaux câblés.

Comment, alors, n'être pas surpris par le nombre de projets mis en chantier et par les sommes engagées: 2,2 milliards en 1985, 1,9 milliard en 1986, 3,3 milliards en 1987!

Henri-Pierre Penel

La Société
des Philatélistes
vous offre
**EN
CADEAU**

200 TIMBRES du monde entier

(plus de 100 F de cote
au catalogue Yvert et Tellier)

La Société des Philatélistes vous offre en cadeau ces beaux timbres pour faire connaissance avec vous. C'est tout. Aucune obligation d'achat. Aucun engagement.

200 timbres de plus de 20 pays, c'est un cadeau à ne pas laisser passer surtout quand c'est la Société des Philatélistes qui vous les offre: l'Inde, l'URSS, l'Ouganda, l'Espagne, la Hongrie, le Bangladesh, l'Argentine, la Corée, l'Italie, les USA...: voilà quelques-uns des pays dont vous trouverez les timbres dans cette pochette.

Avec ces 200 timbres, vous recevrez une documentation sur notre collection vedette: les Séries Complètes thématiques de timbres du monde entier et une offre pour recevoir gratuitement tout un ensemble de collectionneur d'une valeur de 120 F: album, pages préimprimées, loupe, pince, charnières, etc. Vous pourrez ainsi bénéficier de tous les avantages de la Société des Philatélistes. Renvoyez vite le bon ci-dessous pour être sûr de recevoir vos 200 timbres.

La Société des Philatélistes/Sogécór - 21048 DIJON Cedex

**OFFRE GARANTIE
10 JOURS SEULEMENT**

BON CADEAU POUR 200 TIMBRES DU MONDE ENTIER
à renvoyer d'urgence à la Société des Philatélistes/Sogécór - 21048 DIJON Cedex

OUI, veuillez m'envoyer en cadeau par retour du courrier les 200 timbres du monde entier que vous me proposez (cote: plus de 100 F). Vous joindrez la documentation sur votre collection de séries complètes thématiques et vous m'indiquerez comment recevoir gratuitement l'ensemble de collectionneur d'une valeur de 120 F. Bien entendu, je ne m'engage à aucun achat. Je joins 3 timbres à 2,20 F pour frais d'envoi.

Nom _____
Prénom _____
Adresse _____
Code postal _____
Bureau distributeur _____

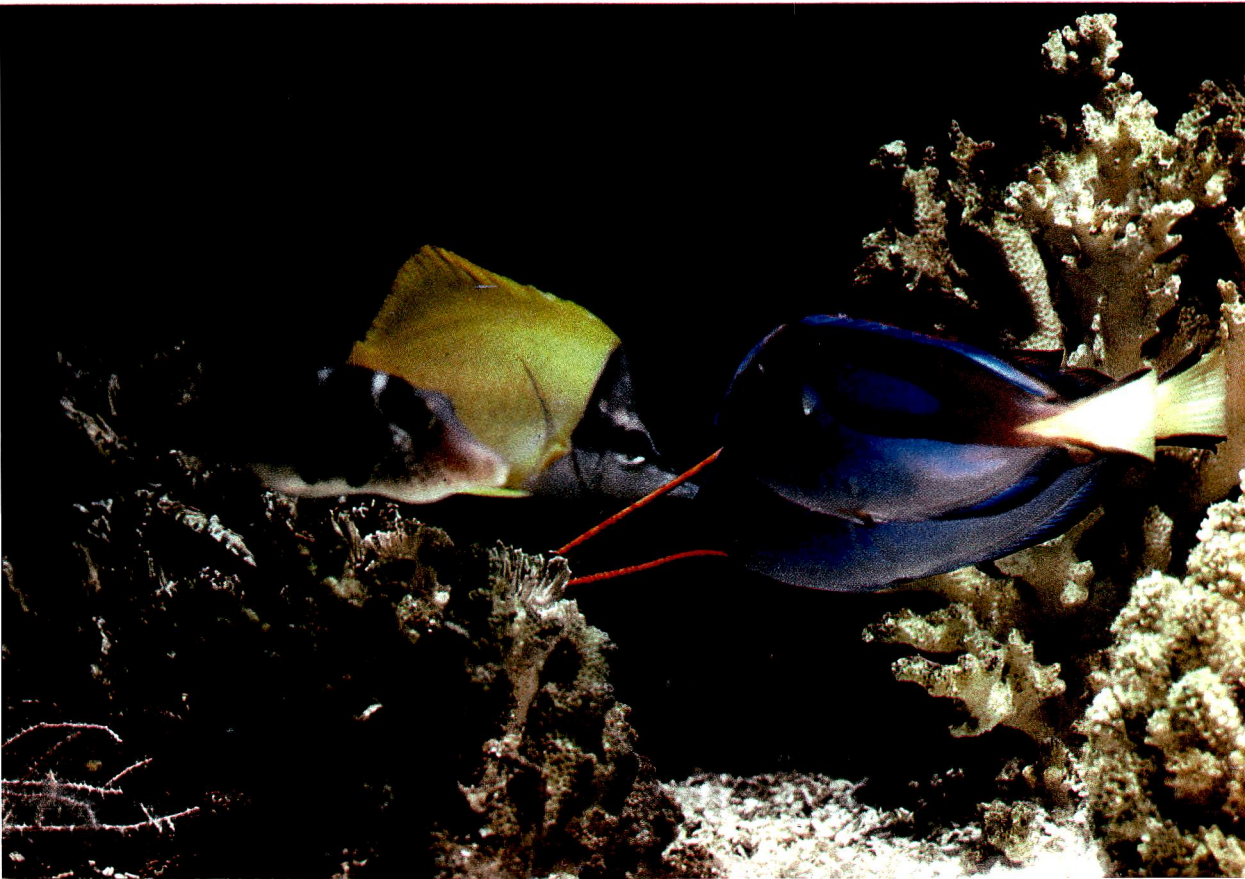
UNE VITRINE POUR APPRENDRE LA MER

Pour tous ceux, et ils sont nombreux, que fascine le monde aquatique, voici comment construire un aquarium d'eau de mer.

A la fois élevage, hobby poétique, et laboratoire de biologie, un aquarium est aussi un remarquable outil d'approche de la biochimie. Il est constitué d'une cuve ayant au moins une paroi vitrée, d'un système d'épuration, d'oxygénation et d'éclairage, d'eau de mer (naturelle ou de synthèse) et, bien entendu, de sa population d'êtres vivants.

La cuve et la filtration. L'activité biochimique est intense dans un aquarium d'eau de mer en circuit

fermé. Différents éléments interactifs, que nous verrons en analysant l'eau de mer, tendent à conserver un équilibre spontané. Aussi est-il difficile de garder "en bonne santé" un aquarium trop petit, le moindre déséquilibre ne pouvant alors être absorbé par l'inertie de la trop faible masse d'eau. Plus l'aquarium est petit, plus l'aquarioculture est délicate. Il importe, par conséquent, d'utiliser une cuve d'au moins 250 à 300 litres. Le commerce spécialisé en propose, mais il est également facile



de la fabriquer soi-même. Les colles au silicone conviennent pour ce travail car elles adhèrent très bien au verre. Différents ouvrages indiquent clairement la marche à suivre et les précautions à prendre (notamment le *Manuel d'aquariologie* de D. Terver).

Outre le gain financier (1) (environ 1/3 moins cher qu'un aquarium "tout fait"), l'aquariophile pourra ainsi intégrer, à sa convenance, dans la cuve le système d'épuration mécanique (supprimer les déchets en suspension dans l'eau) et une épuration biologique (cultiver de bonnes bactéries qui contribuent à l'accomplissement harmonieux du cycle de l'azote). Ces deux niveaux de filtration peuvent être associés — comme dans les filtres sous fond de sable (**dessin 1**), les filtres utilisant de la mousse de polyester (**dessin 2**) — ou partiellement dissociés — par exemple, filtre rapide à cartouche et filtre gouttière (**dessin 3 page 120**). Dans le cas de filtres rapides, le débit horaire de la pompe qui règle le passage de l'eau ne sera pas inférieur au volume de l'aquarium. Ce débit sera proportionnellement d'autant plus grand que l'aquarium est petit : pour un volume de 300 litres, 450 litres/heure n'est pas excessif. La densité de population est également un facteur déterminant : beaucoup de poissons donnent beaucoup de déchets, donc un risque élevé de pollution, ce qui exige un grand débit de filtration. Pour les filtres biologiques, c'est la surface qui règle l'efficacité et le passage de l'eau sera toujours lent.

On peut compléter ce système d'épuration avec deux éléments : d'une part, un écumeur (**dessin 4, page 120**) qui recueillera les particules colloïdales que le filtre aurait laissé passer ; d'autre part, une rampe d'ultraviolets (**dessin 5, page 120**) qui stérilisera l'eau avant son retour dans l'aquarium.

Mais il faut savoir que l'écumeur, très utile quand il n'y a que des poissons, piège aussi le plancton, ce qui est nuisible aux êtres planctophages (madrépores, coraux, invertébrés). Quand à la stérilisation, elle est de plus en plus employée et semble presque toujours bénéfique : l'essentiel des bactéries est alors situé dans le filtre, tandis que l'eau qui retourne dans l'aquarium en est très appauvrie. Entre autres avantages, ceci évite le développement de bactéries anaérobies (très nuisibles) dans une zone du bassin où la circulation d'air et d'eau pourrait être accidentellement insuffisante. L'eau étant ainsi "nettoyée", il reste encore à assurer la température convenant au milieu vivant, un éclairage suffisant, et une oxygénation efficace.

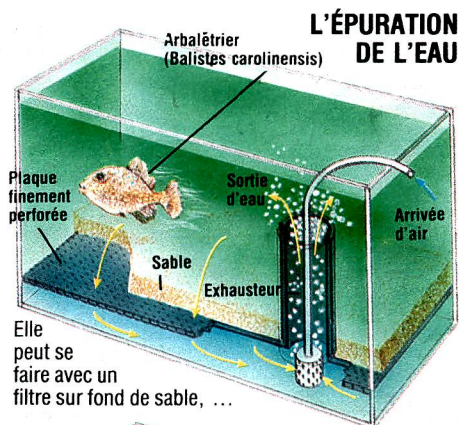
La température de l'eau. Selon la population de

l'aquarium, il faudra refroidir l'eau ou bien au contraire la réchauffer. Dans tous les cas, l'appareillage sera équipé d'un ou deux thermostats ; le deuxième étant placé sur le circuit, en sécurité avec un réglage décalé. La défaillance accidentelle d'un thermostat, entraînant un excès de chaleur ou de froid, tuerait en effet à coup sûr toute la population.

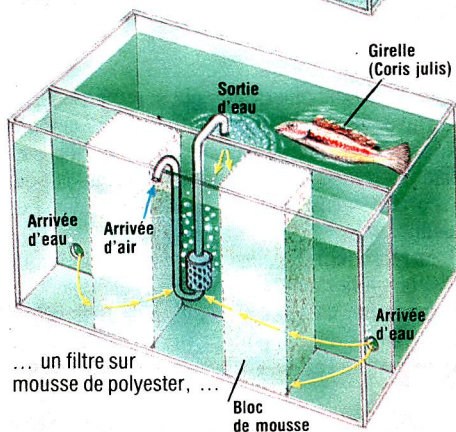
La lumière. Elle est indispensable à la vie du phytoplancton et des algues, notamment à la fonction chlorophyllienne des plantes, qui contribue à l'équilibre biochimique de l'eau. Dans la mer, la composition spectrale et l'intensité de la lumière dépendent de la profondeur. Ainsi à - 10 mètres il ne reste que 10 % de l'intensité mesurée à la surface ; toutes les radiations rouges et infrarouges sont absorbées, ainsi que la plus grande partie des ultraviolets. On ajustera donc l'éclairage en fonction de la population. Citons deux extrêmes : la pénombre quelques heures par jour pour un nautilaire (céphalopode des grandes profondeurs) et douze heures par jour d'éclairage intense pour les madrépores des récifs tropicaux.

Dans la pratique, on s'arrange bien des tubes fluo "horticoles" (genre Groslux). Ces tubes émettent des radiations sur deux plages spectrales — autour

(1) Pour un aquarium "tout fait" de 300 litres avec son équipement, compter environ 8 000 F.



Elle peut se faire avec un filtre sur fond de sable, ...

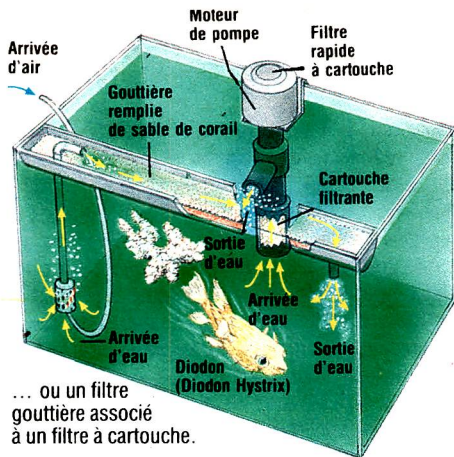


... un filtre sur mousse de polyester, ...

Bloc de mousse

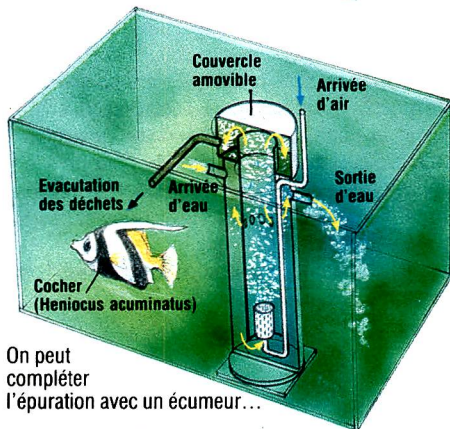
Pourquoi ne pas reconstituer un biotope corallien avec ce *Forcipiger longirostris* (au fond), ce *Canthigaster valentini* (devant) et ces *Paracanthurus hepatus* (à droite).

3



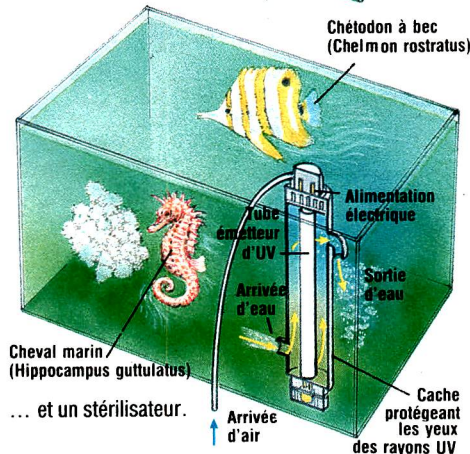
... ou un filtre gouttière associé à un filtre à cartouche.

4



On peut compléter l'épuration avec un écumeur...

5



... et un stérilisateur.

de 450 et 750 nanomètres — qui sont particulièrement favorables à la photosynthèse. Des compléments avec des lampes à incandescence (riches en radiations rouges) peuvent être souhaitables pour les coraux, mais attention au dégagement de chaleur.

Pour reproduire régulièrement le cycle jour/nuit, un contact à horloge commandera l'éclairage.

L'oxygénation de l'eau. L'aération de l'eau est un bon moyen d'y apporter principalement de l'oxygène et de l'azote. Cette aération sera réalisée

par un compresseur et un diffuseur assurant un bon échange air/eau. Plus les bulles produites par le passage de l'air dans le diffuseur sont fines, plus le rendement de l'échange est élevé. Le brassage de l'eau induit par la remontée des bulles a aussi un effet très favorable sur la vie de l'aquarium, en évitant les zones d'eau stagnantes et en débarrassant l'eau des gaz solubles indésirables (chlore...) par la saturation en oxygène et azote.

Constituant de toutes les réactions chimiques indispensables à la vie, l'oxygène éloigne aussi les risques de pollution en favorisant la vie des organismes dits "aérobies" (consommateurs d'oxygène) au détriment des organismes dits "anaérobies" (bactéries se développant sans oxygène), qui sont responsables de divers inconvénients, et notamment des accidents dus à la production d'hydrogène sulfuré (H_2S). En effet, des bactéries aérobies spécialisées assurent la dégradation des matières organiques (excréments des poissons, cadavres, débris végétaux, etc...) pour les transformer essentiellement en acides aminés, en composés ammoniacaux (NH_3), et en gaz carbonique (CO_2). Ce processus extrêmement complexe amène dans un premier temps des produits toxiques pour la vie : composés ammoniacaux (NH_3), puis nitrites (NO_2). Pris en charge par des bactéries spécialisées, ces nitrites seront à leur tour transformés en nitrates (NO_3), qui seront eux-mêmes absorbés ensuite partiellement par les végétaux. Ces végétaux constituent enfin, directement ou non, la source nutritionnelle des animaux supérieurs, qui en produisent des déchets... et ainsi de suite (voir **encadré ci-contre**).

Ce cycle de l'azote, ici très sommairement résumé, est d'une importance capitale pour comprendre l'activité biochimique d'un aquarium. On voit donc que les bactéries anaérobies, responsables du blocage du processus au niveau hautement toxique "ammonium/ammoniac — nitrites", sont un ennemi mortel dans un aquarium.

Cependant, divers éléments physiques et chimiques de l'eau de mer ont une incidence importante sur les processus que nous venons de décrire.

L'eau de mer. Dans la nature, les caractéristiques biochimiques de l'eau de mer sont infiniment variées. Richesse en plancton, densité, température, ne sont pas les mêmes, en mer Rouge ou dans l'Antarctique, dans la ceinture tropicale ou dans les régions tempérées : l'ensemble des caractéristiques d'un milieu marin et les êtres vivants qui l'habitent constituent un biotope.

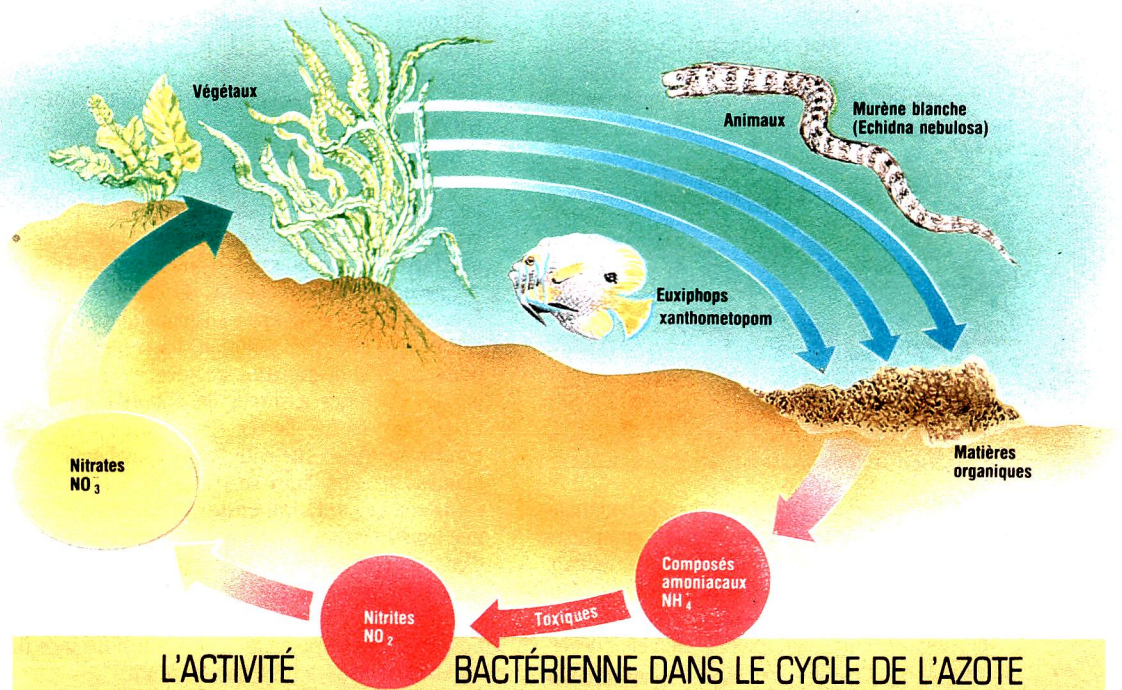
Tous les mécanismes interactifs qui régissent la pérennité de la vie dans ces biotopes ne nous sont pas encore entièrement connus : par exemple, la découverte récente de la vie intense près des résurgences chaudes de la dorsale atlantique, par 3 500 m de profondeur, c'est-à-dire en l'absence

totale de lumière. Ceci pour souligner que, en aquarium, on s'attachera à reconstituer un biotope bien défini en recopiant minutieusement tous ses éléments observés dans la nature : caractéristiques de l'eau, éclairement, topologie, courant, population, etc...

Eau de mer naturelle ou de synthèse. L'eau de mer naturelle présente évidemment tous les avantages : composition à coup sûr équilibrée, richesse bactérienne et planctonique déjà satisfaisante. Cependant, le risque de pollution est aujourd'hui, hélas, très important. Sauf à disposer d'un lieu d'approvisionnement privilégié (lagon d'un atoll inhabité, par exemple !) ou d'installations de pompage et de stérilisation sophistiquées (comme à l'aquarium de Monaco), il est presque toujours préférable d'utiliser pour un aquarium de l'eau de mer de synthèse. La pollution par des germes

pathogènes, si on s'en est aperçu avant l'entrée de l'eau dans l'aquarium, est aisément contournable par la stérilisation (par exemple, avec des UV). Par contre, les pollutions d'origine industrielle qui se traduisent le plus souvent par la présence de métaux lourds (plomb, mercure, etc.) ou de composés polychlorés, sont des nuisances mortelles dont il est très difficile de se protéger avec de l'eau de mer naturelle.

On a vu que, dans la nature, la concentration des éléments constitutifs de l'eau de mer est variable. Cependant, les proportions des divers éléments qui la composent restent toujours constantes. De ceci, il découle que, d'une part, en analysant la quantité présente d'un seul élément, on peut déduire la quantité présente d'un seul élément on peut déduire la quantité de tous les autres et que, d'autre part, on peut préparer chimiquement un mélange qui sera



L'ACTIVITÉ BACTÉRIENNE DANS LE CYCLE DE L'AZOTE

Le rôle des bactéries est primordial dans le cycle de l'azote. Ainsi, les bactéries du groupe nitrosomas assurent la transformation des composés ammoniacaux (NH_4) en acide nitreux (HNO_2) qui formeront, en rencontrant des bases (sodium, potassium, calcium), les nitrites (NO_2) de sodium, potassium, calcium... : cette oxydation de l'ammoniac prend le nom de nitrosation.

Simultanément, les bactéries du groupe nitrobacter agissent pour

oxyder, à nouveau, l'acide nitreux et les nitrites en acide nitrique, qui formera, encore avec des bases, des nitrates (NO_3) : c'est la nitrification.

Mais les bactéries anaérobies dites "dénitrifiantes" ramènent les nitrates à l'état de nitrites (puis d'azote gazeux libéré dans l'atmosphère).

Dans la nature, cette fonction est logique pour éviter l'accumulation des nitrates mais, dans le milieu confiné d'un aquarium, cette transformation représente un risque grave d'accumulation

de NO_2 . Il vaut donc mieux éviter la prolifération des bactéries anaérobies en saturant l'eau d'oxygène, et prendre soi-même en charge leur rôle régulateur du taux de nitrate par un renouvellement périodique de l'eau.

Ceci implique de disposer d'une cuve (environ 1/3 du volume de l'aquarium) munie d'une pompe rapide à filtre incorporé pour préparer l'eau de renouvellement au moins 2 ou 3 jours à l'avance. Un renouvellement de 1/3 par mois est une moyenne généralement acceptable.

adapté à tous les biotopes en réglant seulement la quantité de sels dissous.

L'eau de mer contient surtout des sels minéraux dont un premier groupe, connu depuis longtemps, représente 99,99 % des sels dissous. Comme l'indique **le tableau ci-dessous** ⁽²⁾, dans ce groupe, le chlore (sous sa forme anionique Cl^-) et le sodium sont nettement majoritaires.

		Quantité en g/kg
Chlore	(Cl^-)	19,344
Soufre	(SO_4^{2-})	2,712
Carbone	(HCO_3^-)	0,142
Brome	(Br^-)	0,0688
Fluor	(F^-)	0,0011
Bore	$(\text{B}(\text{O})_3^{3-})$	0,0038
Sodium	(Na^+)	10,773
Magnésium	(Mg^{2+})	1,294
Calcium	(Ca^{2+})	0,412
Potassium	(K^+)	0,399
Strontium	(Sr^+)	0,008

Cependant, un autre groupe communément appelé oligo-éléments, bien que représentant seulement 0,01 % de la composition chimique de l'eau de mer, ne peut en aucun cas être négligé. Voici les principaux oligo-éléments contenus dans l'eau de mer ⁽²⁾.

	Concentration en mg par mètre cube
Silicium	3 000
Azote total	450
Lithium	180
Iode	60
Phosphore	60
Molybdène	10
Zinc	5
Aluminium	2
Vanadium	2
Fer	2
Cuivre	0,5
Manganèse	0,2
Cobalt	0,05

Ces oligo-éléments sont à l'origine de combinaisons avec des composés organiques (les complexes organominéraux), qui jouent un rôle essentiel dans les cycles biologiques constitutifs de la vie.

Pratiquement, on trouve dans le commerce des sachets de sels contenant tous les éléments nécessaires à la reconstitution d'eau de mer acceptable pour les êtres marins. En les dissolvant dans l'eau du robinet à la proportion moyenne de 34 g/litre on obtient la densité idoine (environ 1,022/1,024). La quantité de sels varie légèrement, à densité constante, avec la température de l'eau.

Lors de la mise en eau d'un nouvel aquarium, il faudra préparer l'eau longtemps à l'avance (au moins 8 jours), la filtrer et l'aérer activement, et puis peupler progressivement le bassin. Grâce aux sels dissous et à ces divers traitements, l'eau arrivera spontanément à un Ph et à une dureté

globale satisfaisants. En voici les raisons :

La dureté, exprimée en degrés, est une donnée qui représente essentiellement la concentration en sels minéraux. Très importante pour les aquariums d'eau douce, cette notion nous intéresse peu pour l'eau de mer dont la dureté est évidemment très élevée. Disons seulement qu'une eau reconnue potable sera, sur le plan de la dureté, toujours valable pour fabriquer de l'eau de mer de synthèse. En d'autres termes, une eau dont la concentration en sels minéraux ne serait pas négligeable pour faire de l'eau de mer serait une eau dont la dureté la rendrait absolument imbuvable !

Le Ph est par contre une notion très importante. Caractère chimique de l'eau, c'est aussi une indication sûre concernant l'équilibre général des processus biochimiques. On appelle "potentiel hydrogène" — ou Ph — la mesure de la quantité d'ions acides H_3O^+ dans l'eau. On l'indique par un chiffre qui est le logarithme inversé de la quantité d'ions exprimée en grammes/litre. L'eau dite "neutre" a un Ph de 7 ($\text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$). En dessous de Ph 7, l'eau est dite acide ($\text{OH}^- < \text{H}_3\text{O}^+$). Au dessus de Ph 7, l'eau est dite "basique" ou "alcaline" ($\text{OH}^- > \text{H}_3\text{O}^+$).

Le Ph a une influence directe sur les équilibres biologiques et chimiques de l'eau ; son effondrement ou son augmentation brutale est un signe de graves dysfonctionnements. On admet que l'eau de mer favorable aux poissons a un Ph entre 7,8 et 8,3.

Une des causes fréquentes de l'acidification de l'eau (donc baisse du Ph) est l'augmentation du gaz carbonique (CO_2) en solution. La respiration des poissons et la dégradation des déchets organiques par les bactéries assurent un apport continu de CO_2 . Une partie de ce gaz carbonique sera consommé par l'activité chlorophyllienne des plantes ; et une autre partie sera rejetée dans l'atmosphère par l'aération artificielle de l'eau. Mais une troisième part, en se combinant aux molécules d'eau, va donner de l'acide carbonique (H_2CO^*) et faire ainsi baisser le Ph : $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}^*$. On voit donc dans cet exemple qu'une mauvaise aération avec une surpopulation et une insuffisance de végétaux tendent à faire baisser le Ph.

A l'inverse, une eau trop pauvre en gaz carbonique (par exemple, du fait d'un excès d'algues et de végétaux) verra son Ph augmenter anormalement. Et ce Ph élevé aura le grave inconvénient de créer un milieu favorable à la transformation des ions ammonium (NH_4^+) en ammoniac (NH_3) qui est hautement toxique : $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$. Ainsi un Ph élevé favorise la dissociation des sels d'ammonium en ammoniac (NH_3).

Les variations du Ph sont donc véritablement le révélateur des équilibres chimiques et organiques de l'aquarium. Sa stabilité est du reste si essentielle à la vie qu'un certain nombre d'interactions sponta-

(2) Cf. *L'eau de mer et l'aquariologie marine*, M. Lequan, Institut océanographique, Paris.

nées tendent à le maintenir constant. C'est ce qu'on appelle un "milieu tamponné".

Dans l'exemple de l'acide carbonique, on a vu que la quantité de CO_2 qui n'a pas été absorbée ou libérée dans l'atmosphère va former, avec le milieu aqueux, de l'acide carbonique (H_2CO_3). Mais l'eau de mer est riche en sels minéraux (calcium, magnésium, etc.) qui, en se combinant, au carbone du gaz carbonique dissous dans l'eau, formeront les carbonates. Ainsi, le squelette externe de tous les madrépores est essentiellement formé de carbonate de calcium (CaCO_3). Ces carbonates, combinés aux acides, formeront des bicarbonates : l'acide carbonique (H_2CO_3) rencontrant des molécules de calcaire (CaCO_3) va former du bicarbonate de calcium : $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Par ce processus, la baisse du Ph due à la production d'acide carbonique dans l'eau sera spontanément régulée par les composants même de l'eau de mer qui, en associant l'acide carbonique au calcaire, produiront du bicarbonate de calcium, et neutraliseront l'acide. Un milieu acide ayant cette capacité d'autoréguler naturellement son Ph est appelé un "milieu tamponné".

Par conséquent, un aquarium subissant un quelconque déséquilibre biochimique verra son Ph augmenter ou baisser très progressivement. Mais si on ne faisait

rien pour trouver la cause — et y remédier — de cette évolution lente, le Ph sauterait un jour brutalement, une fois épuisées toutes les ressources contribuant à l'effet tampon. Tous les équilibres biologiques en seraient mortellement perturbés.

C'est pourquoi un petit aquarium d'eau de mer est plus difficile à maintenir en "bonne santé" qu'un grand, et un aquarium nouvellement mis en eau nécessite beaucoup de précautions et une occupation très progressive par les poissons. Avant que tous les équilibres biochimiques ne se fassent et, que le Ph ne se stabilise, le milieu passera par tous les stades que nous venons de décrire avant de parvenir à l'accomplissement harmonieux des cycles de la vie macro et microscopique.

Le peuplement. Le premier choix sera celui du

POUR EN SAVOIR PLUS

Voici quelques ouvrages qui, d'une part, traitent spécifiquement de l'aquarium marin, et d'autre part, présentent une documentation à la fois sérieuse et accessible au néophyte.

- *L'aquarium marin tropical et Encyclopédie des poissons d'aquarium marin*, F. de Graaf, Ed. Bordas, 140 F chaque.

- *L'aquarium marin du débutant*, Craig S. Baker, Ed. Drecq, 56 F.

- *Poissons exotiques d'eau de mer*, Drs H.R. Axelrod et C.W. Emmens, Ed. Drecq, 228 F.

- *Guide Marabout de l'aquarium marin*, H. Favre, Ed. Marabout, 29 F.

- *L'eau de mer et l'aquariologie marine*, M. Lequan, Institut océanographique, 195 rue St-Jacques, 75005 Paris. Remarquable étude de l'eau de mer en aquarium.

- *L'aquarium d'eau douce et d'eau de mer*, Denis Terver, Ed. Réalisations pédagogiques éditoriales, 160 F. Bien que traitant également de l'eau douce, cet ouvrage est considéré comme une référence par tous les spécialistes. Très technique. Disponible également auprès de l'Aquarium tropical de Nancy.

Parmi les revues, citons :

- *Aquarama* : bimestriel, 3 rue St-Pierre-le-Jeune, 67000 Strasbourg.

- *Aquarium magazine* : mensuel, 134 av. Malakoff, 75016 Paris.

- *Revue française d'aquariologie, herpétologie* : trimestriel. Chaque numéro comporte, en outre, 6 fiches aquariologiques dont 4 consacrées à la faune des récifs, chacune présentant une espèce de façon très détaillée. 34 rue Ste-Catherine, 54000 Nancy.

Quelques adresses utiles aussi :

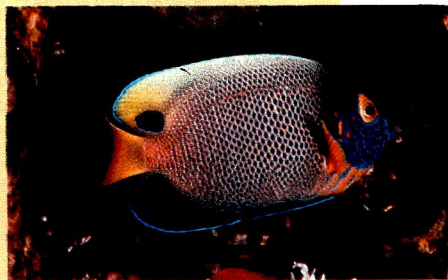
- **Aquario** : vente de matériels et de poissons. Un commerçant aquariophile dont la passion pour son art est une mine d'informations. 3 rue de Budapest, 75009 Paris.

- **Europrix** : vente par correspondance de matériel d'aquariologie. Prix très compétitifs, mais services pour ceux qui savent déjà bien quoi acheter et dans quel but. B.P. 249, 62305 Lens Cedex.

- **Countant SA** : matériels professionnels de haut de gamme. Particulièrement expérimenté pour les aquariums d'eau froide. 54 rue Léon-Frot, 75011 Paris.

- **G. Favé** : importateur spécialisé dans les poissons d'eau de mer tropicaux. Pionnier de l'aquariologie marine, collaborateur de grands aquariums publics comme celui de Nancy, s'est spécialisé dans la faune des récifs tropicaux.

Enfin, la visite d'un aquarium est toujours riche d'enseignements : l'aquarium du musée des Arts africains et océaniques de Paris, l'aquarium tropical de Nancy et celui de Monaco sont les plus remarquables.



biotope que l'on veut reproduire. La plus grande facilité que l'on a à réchauffer l'eau plutôt qu'à la refroidir, ainsi que les couleurs chatoyantes des poissons tropicaux, font qu'un biotope corallien est généralement choisi. En second lieu, il faudra savoir quelle communauté on souhaite constituer. Inutile, par exemple, d'installer une belle plantation d'algues *Caulerpes* avec des *Acanthurus* : ces brouteurs intrépides auront vite dévoré le jardin ! Tout comme certains grands carnivores se nourriront des anémones de mer... Schématiquement, on peut dire qu'un aquarium contenant des invertébrés et quelques plantes supérieures aura très peu de poissons ; et un aquarium riche en diverses espèces de poissons n'aura pas d'invertébrés. Ce clivage est dû à d'éventuelles incompatibilités comporte-

UN "MICRO" POUR LES ÉTOILES

Les astronomes amateurs vont pouvoir regarder le ciel profond assistés par un ordinateur. Celui-ci leur permettra même de traiter et de voir en fausses couleurs sur leur téléviseur les images des objets célestes, parfois mieux encore qu'à l'œil.

Depuis des décennies, les mêmes matériels équipent les Galilée en herbe : lunettes et télescopes, trépieds et montures équatoriales (pour compenser le mouvement de rotation de la Terre), parfois motorisées, enfin, un appareil photographique. Jusqu'ici, ça suffisait, l'électronique ne tentant guère ceux occupés surtout à observer la voûte étoilée.

Mais voilà qu'après 1980, cette électronique fait une apparition timide pour faciliter le guidage équatorial. Ainsi apparut sur le marché français le Skysensor, boîtier de commande programmable qui peut recevoir les coordonnées de l'astre à observer et les éléments nécessaires au pointage. Après quoi, l'instrument commande le moteur, et dirige automatiquement la lunette ou le télescope sur le sujet.

A cette fonction, le Skysensor en ajoute bien d'autres : il mémorise les positions et magnitudes de plusieurs centaines d'objets célestes et de nébuleuses, signale les astres inobservables, se branche sur un ordinateur familial pour traiter certaines informations et permet de contrôler l'obturateur d'un appareil photo adapté sur un télescope. Seul inconvénient : son prix élevé (près de 5 000 F, seul, et près de 9 000 F avec une monture équatoriale Vixen).

Aujourd'hui, la société Perl lance à son tour un

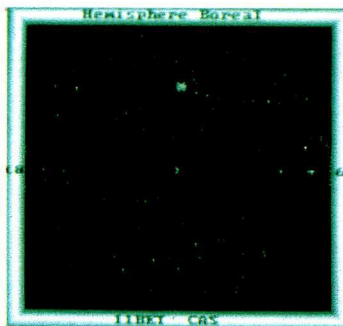
équipement électronique, le Synaps 90, qui permet de capter, de traiter et de reproduire sur un écran vidéo les images du ciel.

Le Synaps 90 est un véritable micro-ordinateur, compatible IBM PC, doté d'un capteur constitué d'un écran à transfert de charge (DTC) pour l'analyse de l'image. Ce capteur se fixe simplement sur la lunette ou sur le télescope, comme un oculaire. Il prend ainsi la place de la rétine de l'œil et reçoit l'image. Sa surface sensible, qui mesure 6,6 × 8,8 mm, est constituée de 288 × 384 cellules divisant l'image en 11 592 points. Ainsi, la mosaïque de cellules est constituée de minuscules carrés de 23 micromètres de côté, sensibles à la lumière.

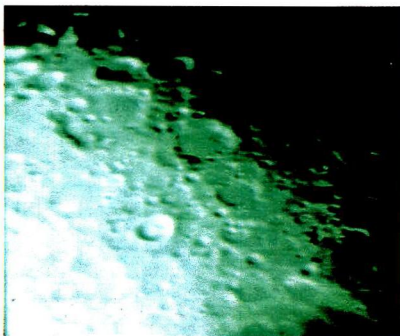
Or le ciel est très sombre. Toute l'originalité du Synaps 90 réside dans une "astuce" technique pour résoudre ce problème, identique d'ailleurs à celle utilisée en astrophotographie, mais avec de meilleures performances.

Pour améliorer la sensibilité du capteur d'images, on le refroidit. Pour cela, des cellules à effet Peltier, véritables pompes à chaleur électroniques, abaissent la température de la puce au voisinage de - 40 °C. A cette température, la sensibilité grandement accrue permet d'atteindre des temps de pose relativement courts ; 20 minutes pour un cliché du ciel profond contre plus d'une heure en pho-

Deux logiciels pour le micro-astronome : ATLAS, qui possède en mémoire une carte détaillée du ciel...



... et LEXP, qui permet de traiter l'image (zoom, réglage du contraste, extraction de contours, etc.).



tographie classique. Elle peut même être réduite au 1/50 de seconde pour des prises de vues de planètes ou lorsque le télescope est utilisé comme lunette terrestre.

Le couple capteur-cellules à effet Peltier est assemblé dans un boîtier de petites dimensions (130 mm × 70 mm × 38 mm) venant s'adapter, nous l'avons vu, sur l'oculaire du télescope. Un câble de 10 mètres le relie au télescope établissant ainsi la liaison avec les cartes de saisie et de traitement d'image dans l'ordinateur.

La firme Perl fournit elle-même un ordinateur portable compatible IBM PC doté d'un écran monochrome à 128 niveaux de gris. Ses caractéristiques générales sont donc identiques à celles de la plupart des modèles compatibles. Deux cartes électroniques complémentaires sont cependant intégrées afin d'assurer le traitement des données provenant du capteur.

La première est une mémoire d'image. C'est elle qui reçoit les signaux électriques émis par le détecteur à transfert de charges et les traite pour l'ordinateur. La seconde contrôle essentiellement l'écran. Elle fournit donc une image à 128 niveaux de gris ou, éventuellement, en fausses couleurs. Dans ce cas, sa palette comporte 16 teintes de base qui couvrent chacune 8 niveaux de gris.

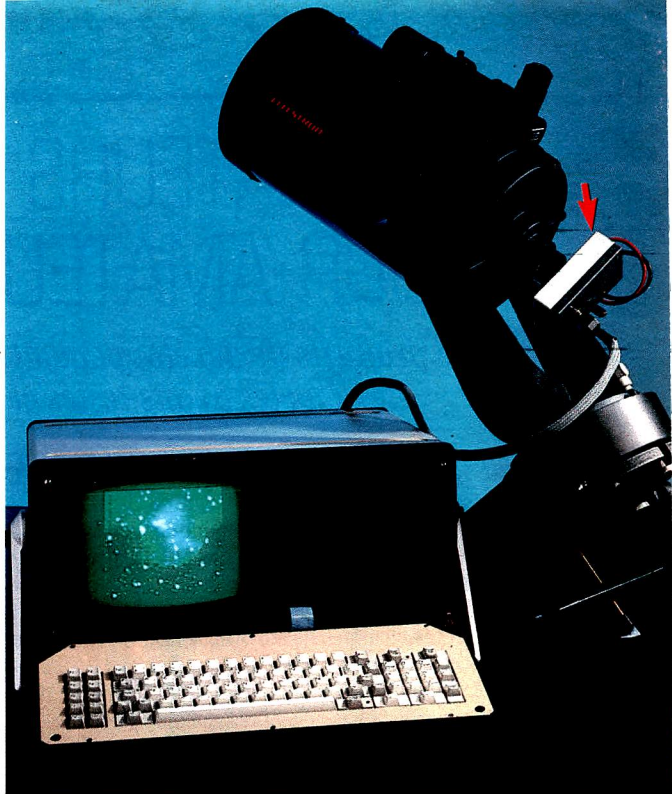
Pour bénéficier de l'image en couleurs, il faut relier l'ordinateur à un téléviseur couleurs ordinaire équipé d'une fiche péritel. Ce traitement en fausses couleurs fait ressortir les détails d'un ciel faiblement contrasté ou comportant des dégradés subtils.

Ajoutons encore qu'un ordinateur ne saurait être de grande utilité sans logiciel. Deux logiciels, LEXP et ATLAS, sont donc proposés par le fabricant, ainsi qu'un programme utilitaire (AIDE).

LEXP prend surtout en charge le traitement de l'image. C'est donc par son intermédiaire qu'en utilisant le clavier de l'ordinateur, on sélectionne le temps de pose, les données de l'image et d'autres fonctions comme l'affichage en temps réel. Le traitement numérique de l'image ainsi obtenu est également modifiable avec le logiciel. On peut ainsi extraire des contours, rehausser le contraste ou encore inverser le sens de l'image.

Ce qui n'est pas une fantaisie gratuite ; les astronomes, ne l'oublions pas, ont l'habitude d'observer le ciel au moyen de télescopes. Or, ces derniers inversent l'image par rapport au ciel réel. Si les professionnels sont habitués à cette façon d'observer, elle reste, par contre, très troublante pour les débutants. Notons enfin que ce logiciel permet encore de mémoriser les images sur la disquette, et éventuellement d'en agrandir une partie.

Le second logiciel, ATLAS, possède en mémoire une carte du ciel très détaillée. Il permet donc de repérer rapidement la zone du ciel qu'on souhaite



Le Synaps 90 (flèche), entre autres nombreuses fonctions, analyse l'image du ciel captée par le télescope et la transforme en 11 592 points affichés par l'écran de l'ordinateur.

observer. Les coordonnées des principaux objets célestes sont mémorisées et peuvent être affichées sur l'écran. De même, le graphisme des constellations est disponible pour être superposé à une image. Bien d'autres données utiles sont mémorisées pour les spécialistes.

Le programme d'assistance AIDE est, pour sa part, un lexique des ordres que connaît l'ordinateur. Son utilisation est extrêmement simple. Si l'utilisateur hésite sur une instruction, il lui suffit de la taper au clavier et des commentaires la concernant s'inscrivent alors sur l'écran accompagnés d'un exemple.

Actuellement le système Synaps 90 est commercialisé en deux versions. La première s'adresse aux amateurs ne possédant pas de micro-ordinateur compatible IBM PC. L'ensemble ordinateur, cartes de traitement d'image, boîtier, capteur et logiciels est alors fourni prêt à l'emploi. Dans ce cas, le coût de l'équipement complet atteint 41 482 francs. La seconde intéresse les astronomes possédant déjà un micro-ordinateur compatible IBM PC. Elle comporte simplement un kit d'adaptation comprenant les deux cartes de traitement d'image, le capteur optique et les logiciels. Dans ce cas, le prix n'est plus que de 23 374 F. Les cartes seront simplement glissées dans les connecteurs de l'ordinateur prévus à cet effet et le matériel sera prêt à être utilisé.

Henri-Pierre Penel

RÉVÉLATEURS COULEUR POUR AMATEURS

Les photographes amateurs disposent enfin de produits de développement couleurs pratiques et bien conçus. Nous les avons testés et voici notre banc d'essai des bains.

Une petite firme française, PC-Photochimie, vient de lancer sur le marché amateur une gamme de bains de développement pour les films et les papiers photographiques en couleur. Présentés en kit, ces produits sont conçus pour faciliter les traitements de petites quantités de surfaces sensibles, quelles que soient leurs marques.

Un premier kit, le PC-color-41 N, permet de développer les films négatifs (Agfacolor, Fujicolor, Ilfo-color, Kodacolor, Konica-color, Scotch color print et Turacolor). Chaque dose convient pour 8 cartouches de 36 vues et coûte un peu moins de 100 F, mettant le prix du développement d'une pellicule à 12 F.

D'autre part, pour le traitement des épreuves en couleur tirées d'après négatif, deux kits sont proposés :

- Le PC-color-2 LT, dosé pour développer 80 feuilles 18 × 24 cm. Son prix est d'environ 95 F.
- Le PC-Color-2 RP, adapté au traitement des épreuves dans les petites machines automatiques ou semi-automatiques d'amateur. Il est nettement plus cher, puisqu'il coûte environ 210 F.

PC-COLOR-41 N POUR NÉGATIFS

Les fabricants de films, rappelons-le, ont standardisé leurs modes de traitement et leurs produits en s'alignant sur ceux de Kodak. Ainsi, tous les négatifs en couleur peuvent se développer dans une même série de bains, appelée C-41 chez Kodak et AP-70 chez Agfa-Gevaert. Généralement, ces bains sont employés à une température de 38 °C, ce qui permet de raccourcir le temps de traitement à une douzaine de minutes. Les bains PC-color-41 N sont bien entendu utilisables à cette température, et le sont, en outre, à 30 et 24 °C. Si cette dernière température est plus facile à obtenir par des amateurs, nous conseillons cependant de l'éviter car elle augmente fortement le temps de traitement en le portant à une demi-heure. Au surplus, dans ce cas, elle ne donne pas des résultats optimaux. On observe, en effet, une certaine perte de saturation des couleurs.

Le PC-color-41 N comprend deux doses de révélateur chromogène concentré (pour le développe-

ment couleur), chacune permettant la préparation de 300 ml de bain, ce qui est la quantité requise pour le traitement d'un à 4 films 24 × 36 de 36 poses dans la plupart des petites cuves amateur. Deux autres bains, le blanchiment-fixage et le stabilisant, servent en fin de traitement pour fixer et stabiliser l'image. Une fois dilués, ils sont de meilleure conservation que le révélateur chromogène : six semaines au lieu d'une semaine. Aussi, peut-on les mélanger en une seule fois à la quantité d'eau requise pour faire 600 ml de solution.

Nos essais de ces bains ont été faits dans des conditions de travail spécifiquement amateur : une casserole d'eau chaude pour porter les bains à 38 °C et de l'eau à 40 °C pour tremper le film avant développement (température de la pièce : 20 °C). Cette technique à la portée de tout un chacun a donné des résultats satisfaisants avec les films Fujicolor et Kodacolor, qui ont ensuite été tirés sans difficulté sur papier couleur, sur lesquels ils ont donné d'excellentes images.

Par contre, les résultats avec le film Agfacolor XR 100i sont médiocres, manquant de contraste, ce qui a influé par la suite sur la qualité des tirages. Il est donc préférable de traiter ce film dans les produits Agfa AP 70. A l'inverse, les résultats avec une pellicule Konica color Print SR 100 sont excellents. Ce film japonais, moins connu des amateurs que ceux d'Agfa-Gevaert, de Fuji ou de Kodak, est surtout vendu dans les grandes surfaces et les grands magasins.

PC-COLOR-2 LT POUR ÉPREUVES EN COULEUR

Ces produits de traitement sont particulièrement recommandés aux amateurs car ils permettent le développement des papiers à des températures comprises entre 20 °C et 30 °C en cuvette ou en tambour.

Les deux liquides concentrés contenus dans le kit, le révélateur chromogène et le blanchiment-fixage, sont prévus pour faire 1,2 litre de bain. Chaque dose de révélateur concentré peut être fractionnée afin de ne préparer que la quantité nécessaire à une séance de tirage. Une solution diluée — utilisée ou non — sera à jeter au bout de quatre jours, alors qu'un concentré en flacon en-

tamé conservera sa totale efficacité pendant deux mois. La durée de conservation du blanchiment-fixage est de deux à quatre fois supérieure à celle du révélateur.

Le principal avantage de ces bains est de pouvoir être utilisés entre 20 °C et 30 °C sans que la qualité des résultats en soit affectée. Ainsi, il n'est pas besoin d'avoir un équipement spécial pour le maintien de la température si l'on décide de travailler à 24 °C lorsque le local dans lequel on opère est à une température voisine. Les choses sont moins simples à 30 °C. Dans ce cas, l'amateur ne disposant pas de système de régulation de température, devra utiliser un bain-marie et maintenir sa température à un niveau constant au moyen d'un thermoplongeur d'aquarium (environ 150 F). Quoique encombrant, cet équipement est avantageux car il permet de gagner du temps : de 9,15 minutes pour un traitement à 20 °C, la durée du développement tombera à 4 minutes avec les bains à 30 °C. Le mode d'emploi comporte un diagramme temps/température permettant de déterminer les durées de développement à appliquer pour des températures intermédiaires.

Le traitement peut se faire en cuvette comme pour les papiers noir et blanc, ou en tambour (type Jobodrum). Dans le premier cas, il faut opérer dans l'obscurité jusqu'à la fin du blanchiment-fixage. Dans le second cas, toutes les opérations se font en lumière ambiante, mais le tambour devra être très soigneusement rincé après chaque traitement pour éviter que la moindre trace de blanchiment-fixage ne vienne polluer le révélateur, et de ce fait, le rendre inutilisable. Il est possible de concilier les deux méthodes pour conserver les avantages de chacune d'elle : faire le développement dans le tambour et le blanchiment-fixage dans la cuvette ; ainsi sera éliminé tout risque de contamination du révélateur chromogène.

Nous avons fait nos essais sur papier Kodak Ektacolor plus et sur Tura Color papier 11, ceci afin de mettre en parallèle les tirages sur un papier de référence, l'Ektacolor, dont la réputation n'est plus à faire, et sur le papier Tura qui, sans être un nouveau venu, est nettement moins connu que le précédent.

Le choix de ce papier était dicté par deux autres motifs : d'une part, il est distribué par la société PC-Photochimie qui l'a utilisé pour la mise au point de ses bains ; d'autre part, il est environ 30 % moins cher que l'Ektacolor. Ce dernier point est important pour bon nombre d'amateurs, d'autant que les tirages sur l'un et l'autre de ces papiers ne présentent aucune différence détectable visuellement.

Tout négatif, de quelque marque que ce soit, peut être tiré sur papier positif Tura, mais certains films donneront de meilleurs résultats que d'autres. Ainsi le Fujicolor super HR donne-t-il des tirages aux

couleurs bien saturées et aux blancs aussi purs que les Kodacolor. Le film SR 100 de Konica s'est avéré être le plus facile à tirer dans les conditions qui sont celles de l'amateur ne disposant que d'un équipement minimum. Comparées aux tirages d'après ces négatifs, les épreuves réalisées à partir des négatifs XR 100i d'Agfa pèchent par un manque de brillance des couleurs et une absence de pureté dans les blancs. Il est donc préférable, pour tirer le meilleur parti des émulsions Agfa, d'utiliser les produits spécialement conçus pour le fabricant.

PC-Photochimie indique que les bains PC-color-2 LT sont très résistants à l'épuisement et qu'avec une dose de 1,2 litre de révélateur, on peut traiter au moins 80 feuilles 18 × 24 cm. Nous avons dépassé les 100 feuilles en recourant à la technique professionnelle consistant à maintenir constante l'activité du révélateur en renouvelant 10 ml de solution par épreuve 18 × 24 traitée. Mais il faut remplacer le bain dès que les parties noires de l'image deviennent bleutées.

PC-COLOR-2 RP POUR PAPIERS TRAITÉS EN MACHINE

Egalement destinés au traitement des papiers positifs d'après films négatifs, ces produits conviennent, nous l'avons vu, au développement dans les machines amateur du type Durst RCP et dans les tambours rotatifs du type Jobo CPP. Ils améliorent le rendement en évitant la détérioration du révélateur par oxydation.

Le conditionnement du RP 2 est différent du LT 2 : le révélateur et le blanchiment-fixage sont vendus en doses séparées. Avec le premier, il est possible de préparer deux fois 2,5 litres de bain, et avec le second, une fois cette même quantité (ce bain s'épuisant moins vite). On peut donc acquérir les produits en fonction des volumes nécessaires à la machine employée ou en fonction du type d'utilisation : bain perdu (jeté après chaque développement) ou entretien des solutions d'un développement à l'autre (en ajoutant une certaine quantité de bain frais après un nombre déterminé de tirages). Ces produits peuvent être fractionnés pour préparer la quantité de bain nécessaire à une séance de travail. Cette opération est un peu plus longue que la préparation des bains LT 2 car il y a 4 liquides à mélanger au lieu de 3.

Le traitement s'effectue à 33 ou à 38 °C et dure respectivement six ou cinq minutes, lavage final non compris.

La capacité de traitement peut être augmentée de 80 % environ en utilisant une solution d'entretien préparée avec les mêmes produits en modifiant leur dilution.

Utilisés correctement, les bains PC-Color-RP 2 sont tout aussi satisfaisants que les PC-Color-2 LT. Dommage que leurs prix soient si élevés.

Alex Kovaleff

Le moteur à fluide

PHYSIQUE AMUSANTE

Depuis maintenant dix ans qu'existe cette rubrique, nous avons proposé bien des moteurs, qu'ils soient électriques, à bougie, à lumière ou à air comprimé. Il y manquait toutefois un moteur à fluide, non pas au sens où l'entend la mécanique des fluides, ce qui n'aurait rien d'original ici, mais au sens où l'utilisent magnétiseurs, spirites, mages et gourous...

C'est ce fluide qui permet, paraît-il, de tordre à distance des cuillers enfermées dans une bouteille. Une cuiller en bon acier inoxydable n'étant pas très commode à courber, nous avons pensé qu'il y avait là une force à exploiter.

Bien entendu, nous nous sommes dispensés de tout le cérémonial parapsychologique qui entoure en général ce genre d'expériences, et celle que nous proposons aujourd'hui est très facile à réaliser. C'est un lecteur d'Asnières, M. Cazenave, qui nous l'a proposée et, d'emblée, elle nous a séduit par son exemplarité. En effet, elle illustre parfaitement les difficultés d'interprétation que peut rencontrer un chercheur lorsqu'un phénomène inattendu se manifeste et semble remettre en cause des lois depuis longtemps acquises. Cette manipulation a été également présentée à l'émission Droit de réponse de Michel Polak le samedi 20 juin, sans que personne ne lui trouve d'explication. Il

a même été ajouté que *Science & Vie* allait publier le montage, mais n'était pas non plus en mesure d'apporter une interprétation satisfaisante. Pour être juste, le meneur de l'émission s'est un peu avancé ce soir-là, car il y a bien sûr une description logique des processus mis en cause.

Le moteur à fluide, tel que les téléspectateurs ont pu le voir, et tel qu'il figure sur nos illustrations, se présente sous la forme d'un cylindre en papier monté sur un pivot. Cette sorte d'abat-jour très léger est extrêmement sensible et oscille ou tourne à la moindre sollicitation. Si on place ce moteur sur la table devant soi et qu'on approche la main droite comme si on voulait le prendre, mais sans toucher le cylindre (voir **photo**) au bout de quelques instants, il se met à tourner dans un sens ; lentement, certes, mais indubitablement. Si, après l'avoir arrêté, on recommence l'opération avec la main gauche, il se met à tourner dans l'autre sens. Tout le monde peut

faire l'expérience, elle est indiscutable ; le cylindre tourne plus ou moins vite, plus ou moins longtemps, mais il tourne.

Or, il n'y a ni moteur, ni piles, ni courant, ni champ magnétique, ni carburant ; pour tout observateur et même pour l'expérimentateur, il y a là quelque chose de magique. Or, disait Goethe : « *Denn, da wo die Begriffe fehlen, stellt ein Wort zur richtigen Zeit sich ein* » ; en français : « Là où fait défaut la compréhension un mot se présente au bon moment. » Ici ce mot c'est "fluide".

Comme on ne saisit pas ce qui peut bien faire tourner le cylindre, on met un nom sur la cause, ce qui résout le problème — notons que ce procédé est permanent, même en physique de haut niveau. Qu'est-ce qui fait tourner le cylindre ? Le fluide ; qu'est-ce que le fluide ? Ce qui fait tourner le dispositif. C'est un cercle vicieux, et si on pousse un peu les adeptes de ce type d'interprétation, on apprendra que le fluide est une émanation immatérielle capable d'agir à distance (selon quelle loi, on ne le dit pas) et qui émane de toute personne, surtout de celles dites réceptives. Pour notre part nous aurions plutôt dit émettrices que réceptives, mais les adeptes de la télékinésie et des tables tournantes expliquent alors que le fluide ne fait que transiter par les récepteurs et vient d'une énergie vitalo-spirito-cosmique qui nous dépasse tous. Le procédé qui consiste à mettre un mot pour "expliquer" ce que justement on ne comprend pas ne nous convenant guère, nous avons cherché quelles causes logiques pouvaient bien rendre compte de ce mouvement en apparence bien mystérieux.

Mais avant d'étudier ces causes, nous conseillons de faire le montage qui est très simple, et d'expérimenter soi-même. Tous ceux de nos lecteurs qui sont ingénieurs ou techniciens chercheront immédiatement à comprendre le phénomène, et ils pourront sans doute apporter de nouveaux éléments d'interprétation.

Le matériel nécessaire à la construction est des plus réduit :

- papier à lettre ;
- planchette de bois ou polystyrène-choc de 2 mm ;
- règle en bois ou tube composé

de matière plastique ;

- pièce de 5 ou 10 centimes ;
- épingle à tête de verre coloré ;
- colle, ciseaux, cutter.

Le socle, **figure 1**, est fait à partir d'une planchette, d'un morceau de contreplaqué ou d'une chute de polystyrène, épaisseur 2 mm. On commence par tracer, marquer et découper un carré de 110 mm de côté qui servira de base à notre moteur. Au centre de ce carré, on collera verticalement, soit un morceau de règle, soit une courte tige de bois, soit un tube en plastique de 10 mm de diamètre (il existe des aiguilles à tricoter en plastique de ce diamètre). Quelle que soit la matière, la longueur du tronçon doit être d'environ 100 mm. Au sommet de cette colonne on collera une pièce de monnaie (5 centimes, ou autre, peu importe) : selon la matière utilisée, il faudra prendre, soit une colle ordinaire avec le bois, soit une colle cyano-crylate pour une colonne en plastique. Ceci fait, le socle sur lequel repose le cylindre est terminé.

Pour que la rotation soit aussi libre que possible, le cylindre reposera sur la pièce de monnaie par l'intermédiaire d'une épingle. Ce type de pivot, courant en horlogerie, ne peut supporter aucune charge sans être très vite détérioré ; par contre les frottements sont vraiment négligeables, et pour ce genre de montage même un roulement à billes serait inférieur. En revanche, il pourrait être très légèrement amélioré avec un pivot en acier usiné puis cimenté, et une butée en corindon au lieu de la pièce de 5 centimes.

En raison de l'abaissement de son centre de gravité, le cylindre est en équilibre stable sur sa pointe d'épingle. Il doit être léger, et le papier à lettre de bonne qualité convient très bien ; on pourrait prendre du papier plus banal genre copie d'écolier, mais des papiers trop minces sont délicats à mettre en forme bien nette. De toute manière, le profil cylindrique est assuré par deux couronnes circulaires. Celles-ci seront découpées dans du bristol léger ou du papier à dessin Canson en se reportant à la **figure 2**. Toutes deux comportent 32 pattes de collage que l'on tracera soigneusement avec un rapporteur et que l'on découpera aux ciseaux. Un très léger trait de

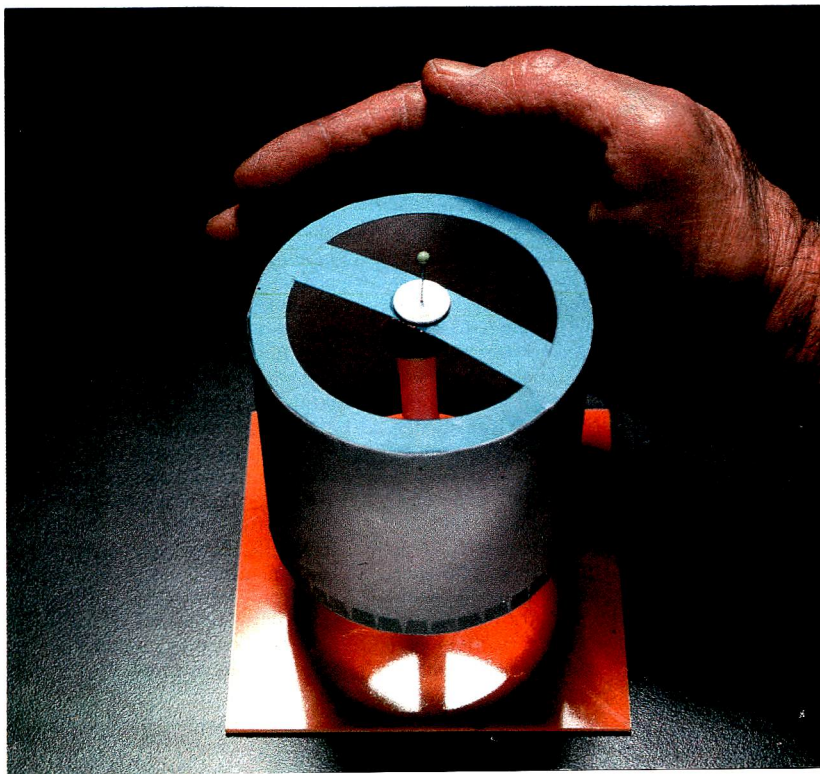
cutter sur le recto facilitera leur pliage à 90°. Elles sont destinées en effet à être collées sur un rectangle de papier à lettres d'un format de 270 × 80 mm à 270 × 100 mm. Remarquons au passage que si ces deux couronnes ont le même diamètre, celle inférieure ne comporte pas de barre diamétrale. En revanche, au centre de la barre de la couronne supérieure, on collera un disque de carton dur ou de polystyrène ayant 14 mm de diamètre, comme illustré **figure 3**. Le centre de ce disque sera traversé par l'épingle (enfoncée à chaud dans le cas du polystyrène) qui servira de pivot vertical.

Après avoir formé le cylindre en collant bord à bord le rectangle de papier avec un morceau de ruban adhésif, **figure 4**, on collera la couronne supérieure qui doit juste y pénétrer, pattes de collage à l'intérieur. On s'aidera d'une règle quelconque pour faire affleurer la couronne avant que la colle qui enduit les pattes ne sèche complètement. La même opération sera répétée pour coller la couronne inférieure — si, posé sur le socle, le cylindre n'est pas tout à fait vertical, il suffit de l'équilibrer en collant au bon endroit des petits morceaux de

bristol. Jusque-là, aucun mystère ; celui-ci apparaît avec la mise en œuvre du montage : on commence par s'asseoir devant une table, en s'en rapprochant le plus possible, la chemise ou la veste venant en contact avec le bord du meuble. L'avant-bras gauche sera posé à plat de telle façon que le coude se trouve à l'aplomb du rebord ; la position de la main gauche, ouverte verticalement et légèrement repliée en arc de cercle donnera l'emplacement du cylindre que l'on placera de telle façon que cette main l'entoure à 1 cm environ sans le toucher. Il est important de rester immobile, de ne pas parler et de fixer la couronne supérieure (rien de spirité là-dedans). Il ne restera plus qu'à attendre que le cylindre se mette à tourner, ce qui finit presque toujours par se produire ; au besoin, on change de main, ou de position, ou même d'expérimentateur (nous verrons pourquoi).

Toujours est-il que le cylindre, au départ immobile, se met à tourner. La rotation, lente au début, devient plus rapide et en général elle se poursuit tant que la main reste dans cette position. Préci-sons quand même que la vitesse

A l'approche de la main, le cylindre de papier se mettra à tourner doucement.



de rotation ne dépasse guère 1 tour en 2 secondes, et plutôt 1 tour en 3 ou 4 secondes le reste du temps. Pour inverser le sens de rotation, il suffira en général de changer de main.

Parfois, mais rarement, il peut arriver que rien ne se passe : on a alors intérêt, en enfouissant ou en retirant l'aiguille qui sert de pivot, à élever ou abaisser le cylindre par rapport au plan de la table ; en jouant aussi sur la position de la main, sur son éloignement par rapport au bord de la table, on finit toujours par arriver au résultat : bien qu'aucun contact matériel n'ait été établi, le cylindre se met à tourner.

Savoir quelle force l'entraîne n'est pas simple à découvrir, car il est possible que plusieurs processus interviennent simultanément. L'appareil étant en bois et papier, ne comportant ni aimants, ni métaux ou alliages ferromagnétiques, nous avons éliminé l'intervention de forces attractives ou répulsives basées sur le magnétisme. Restaient les forces de nature électrostatique. Ces forces, on le sait, sont d'intensité extrêmement faibles et tout juste capables de déplacer quelques brins de soie, des écheveaux de fils très fins comme des cheveux ou des fibres de verre, ou des tissus très légers. Dans notre numéro de décembre 1984 nous avons proposé une expérience de lévitation électrostatique qui permettrait de faire flotter une auréole de plastique-mousse à 40 cm au-dessus d'une tige isolante.

Or notre montage est assez léger, mais surtout très mobile : le frottement de l'air sur le papier constituant le cylindre a beau être négligeable, il reste supérieur au couple de frottement dû à l'aiguille sur la pièce de monnaie. C'est en ce sens un détecteur très sensible qu'une force minuscule peut mettre en rotation. Il en découle que les forces électrostatiques pourraient expliquer son mouvement.

Pierre Courbier, qui a dessiné notre version du cylindre magique, a constaté qu'il était sensible à l'approche d'une règle en plastique frottée sur de la laine et donc électrisée. Le cylindre bascule un peu vers la règle, et ce très léger mouvement suffit à déclencher

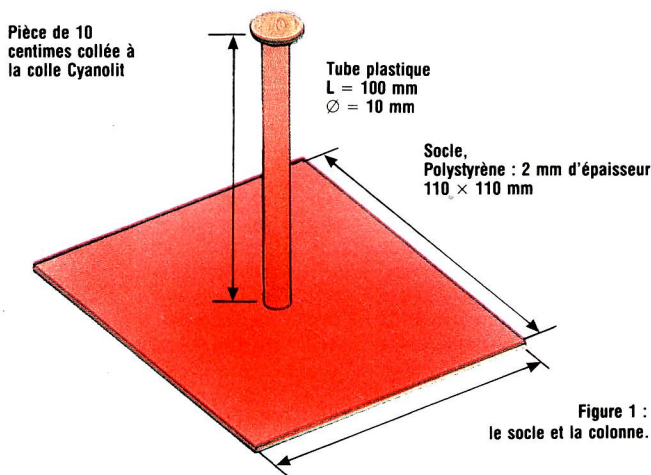


Figure 1 : le socle et la colonne.

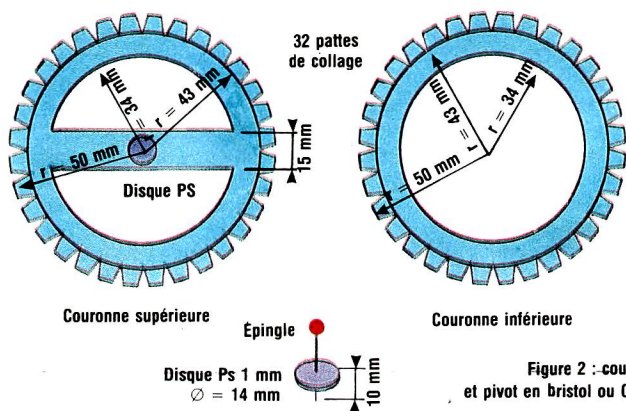


Figure 2 : couronnes et pivot en bristol ou Canson

une faible amorce de rotation. Mais le mouvement s'arrête dès que les zones de signe contraire sont à la plus petite distance possible. Pour que la rotation se poursuive, il faudrait, comme on le fait avec le champ magnétique dans les moteurs asynchrones, que le champ électromagnétique soit alternatif. Or celui d'une baguette frottée ne l'est pas, et nous doutons fort que celui de la main offre cette intéressante propriété. Toutefois, il n'est pas exclu que le champ électrique de la paume, qui existe et qui est mesurable, intervienne au départ du mouvement.

Reste, nous venons de le voir, que le frottement de l'air sur la feuille de papier est supérieur au frottement du pivot : il en découle que le moindre courant d'air passant plutôt d'un côté du cylindre que de l'autre, va le mettre en rotation. A ce moment, c'est bien le

“fluide” qui explique le mouvement, mais il s'agit d'un fluide gazeux bien matériel et très bien expliqué par la mécanique des fluides.

L'air est en effet constitué de molécules qui accrochent les aspérités de toute surface, même si elle paraît très lisse — ce qui n'est d'ailleurs pas le cas du papier. Un fluide gazeux (ou liquide) en mouvement par rapport à un support quelconque se trouve ralenti au voisinage de la surface, ce ralentissement se traduisant par une force d'entraînement qui tend à faire avancer cette surface dans le même sens que le fluide.

L'écoulement des fluides visqueux, et l'air en est un, n'a rien de supranaturel et il est régi par les lois de l'hydrodynamique et de l'aérodynamique. Or, comme on peut le vérifier, la respiration joue déjà un rôle important dans la rotation

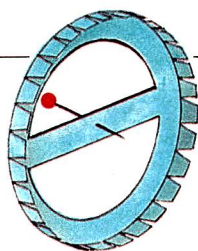


Figure 3 : détail couronne supérieure

Feuille de papier à
lettre format 270 × 80 mm,
collée bord à bord avec
un morceau de ruban adhésif

Socle

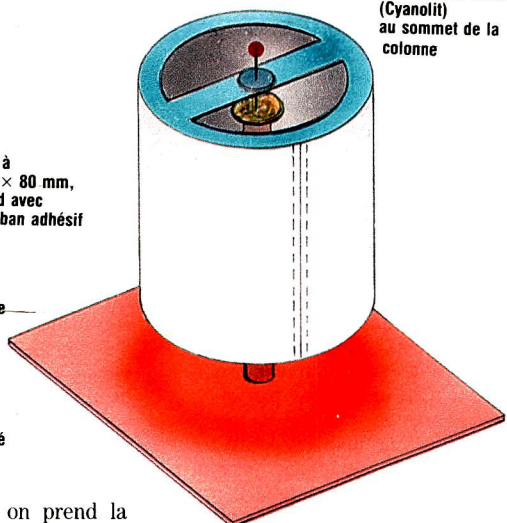


Figure 4 : montage terminé

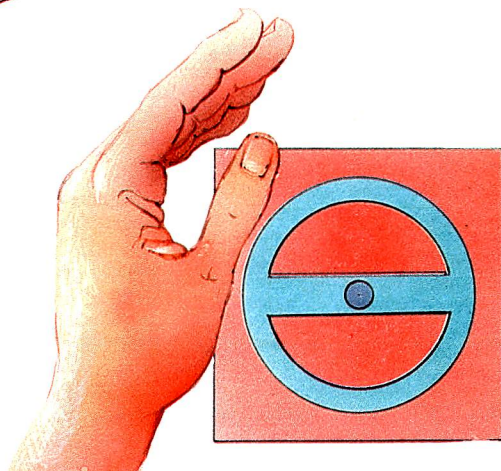
du cylindre. Quand on prend la position décrite plus haut devant une table, le souffle que l'on expire par le nez heurte le plan de cette table et poursuit son chemin horizontalement vers le cylindre. Normalement, s'il n'y avait pas la main, il passerait à même vitesse de chaque côté et les deux forces de frottement qui en résultent étant opposées il n'y aurait aucun mouvement. Mais la présence de la main rétrécit le passage et l'équation de continuité ($VS = V'S'$) montre que si la section offerte au fluide diminue, la vitesse de celui-ci augmente. C'est une conséquence du théorème de Bernoulli qui est étudié classiquement en mécanique des fluides. Cette accélération d'une veine gazeuse dans un tube dont le diamètre se réduit progressivement en entonnoir est aussi appelée phénomène de Venturi. Dans notre expérience, il n'y a pas réellement de tube convergent, mais la main forme avec le cylindre un canal dont les parois, vues de dessus, se referment ; ceci explique l'effet Venturi qui s'y manifeste.

On comprend alors les raisons qui justifient la position du corps près de la table, la tête tournée vers l'appareil, le bras oblique faisant une sorte de mur qui guide l'air expiré par le nez vers le cylindre : tous ces facteurs favorisent la rotation par effet Venturi. Bien se concentrer sur l'appareil, c'est

Pivot reposant
sur une pièce
de monnaie collée
(Cyanolite)
au sommet de la
colonne

qui relève de la thermodynamique ; l'air s'échauffe au contact de la paume, donc se dilate, devient plus léger et monte. Mais il ne monte pas à la verticale car, telle qu'on place la main autour du cylindre, la base du pouce et le pouce lui-même forment une rampe oblique qui canalise vers l'avant le flux montant. Celui-ci part donc en spirale et entraîne le cylindre. Ce processus auquel nous avons songé nous a été également signalé par notre collègue Henri-Pierre Penel, qui tient la rubrique d'électronique amusante, et par un lecteur de Cergy-Village, M. Juge, qui voit en plus un effet de température accentuer le mouvement, la paume étant plus chaude que l'extrémité des doigts. De toute manière, l'effet sera d'autant plus ac-

Figure 5 :
position de la main



avoir une respiration calme et assurer un flux intermittent mais régulier qui va entretenir le mouvement.

Précisons qu'on ne gagne rien à souffler fort : à ce moment le dispositif qui est très sensible se met à osciller sans tourner mieux pour autant. Cela dit, le souffle n'est pas seul en cause puisque la contre-expérience, qui consiste à s'éloigner de la table et à tourner la tête à 90° n'est pas toujours probante ; en général, le moteur à fluide ne tourne plus, mais il arrive pourtant que, partant de l'immobilité, il se mette à tourner très lentement quand même.

Cette fois, c'est encore l'air qui est en jeu, mais par un processus

centué que la main est chaude et l'air ambiant froid.

Le processus respiratoire est cependant plus efficace, car si on le maîtrise bien on fait tourner le cylindre à chaque fois. Il n'en reste pas moins que cette expérience est pleine d'enseignement. Elle montre à quel point il faut se méfier des explications irrationnelles. Les processus qui sont à l'origine du phénomène sont si subtils qu'ils ne nécessitent aucune préparation comme c'est le cas des tours pratiqués par les illusionnistes. Ici, on peut même faire exécuter l'expérience par quelqu'un qui n'est au courant de rien : il sera d'autant plus étonné qu'il pourra obtenir l'effet sans le connaître, ce qui peut

lui faire croire qu'il possède du "fluide".

Du point de vue scientifique, ce cylindre illustre surtout les problèmes que peuvent poser des expériences où les forces mises en jeu sont infimes. C'est ainsi que notre excellent ami Pierre Courbier prépare depuis plusieurs mois un montage destiné à mettre en évidence la force de gravitation; mais cette force, qui maintient les planètes en orbite, est d'une intensité dérisoire quand les masses mises en jeu ne dépassent pas quelques kilogrammes.

L'Anglais Cavendish construisit une balance de torsion capable de mesurer une force inférieure à 5 millièmes de millionième de Newton. Quand M. Courbier reprit le modèle, et malgré les simplifications considérables qu'il lui apporta, il se trouva disposer d'un

À NOS LECTEURS

Rappelons que 24 des expériences les plus marquantes de notre rubrique ont été regroupées dans un livre *La Physique amusante*, Edition Science & Vie-Pierron. On y trouvera également les principes de bases de la méthode "hobbystyrène" qui est utilisée dans tous nos montages. En vente à nos bureaux et chez Pierron Entreprise, BP 609, 57206 Sarreguemines cedex, au prix de 75 F.

engin que tout faisait bouger: le mouvement de l'air provoqué en approchant la main tout doucement, le transfert de charges électrostatiques en posant le doigt sur le bouton de réglage, le magnétisme rémanent d'un axe en acier, etc.

A chaque fois on aurait pu croire au "fluide" de l'expérimentateur, alors qu'il fallait au contraire chercher la cause réelle et en éliminer les effets. Avec notre cylindre en papier, on est devant le même phénomène: il est si sensible que le frôlement d'un duvet suffirait à le lancer. Mais, comme nous l'avons vu, il ne faut pas confondre sensibilité parapsychique telle que l'entendent les magnétiseurs, et sensibilité d'un dispositif au sens où le comprennent les physiciens.

Renaud de La Taille

Le monde géant de Jupiter

JOURNAL DE L'ASTRONOME

« Les astronomes se sont mobilisés pour profiter d'une circonstance exceptionnelle. Cette année, nous serons au plus près de la troisième planète du système solaire: une occasion rêvée pour mieux observer cet astre qui ne s'écarte guère plus de 12 degrés du Soleil et qu'on n'aperçoit que le matin ou le soir.

Les observations seront difficiles, en raison des quatre "lunes" qui sillonnent constamment le ciel, et seront de courte durée, puisque les nuits ne dépassent pas quelques heures. »

Voilà ce que pourrait écrire un "confrère" hypothétique installé sur Jupiter en parlant de la Terre. Vue depuis cette planète, notre Terre est un astre aussi difficile à observer que Mercure depuis notre globe. Mais l'inverse n'est pas vrai.

Jupiter est la planète préférée des amateurs. Cela est dû à ses dimensions car, avec Jupiter, nous entrons dans le gigantisme: 142 796 kilomètres de diamètre à l'équateur, soit 11,2 fois celui de notre planète et 1317 fois son volume.

Côté masse, le rapport est encore plus impressionnant puisque la masse de Jupiter représente deux fois et demi celle de toutes les planètes et comètes réunies.

La planète décrit une orbite située en moyenne à 778 340 000 kilomètres du Soleil, qu'elle parcourt en presque 12 ans, très exactement 11 ans et 314 jours. Par rapport à nous, Jupiter se retrouve en opposition au Soleil chaque année; ce sera le cas le 18 octobre prochain.

Fait intéressant pour les observateurs, l'opposition de l'année 87 marquera également la plus courte distance entre la planète et la Terre, soit 592 millions de kilomètres. Il faudra attendre 1999 pour retrouver des circonstances aussi favorables!

Pour les amateurs d'astronomie, c'est une aubaine car cela signifie que Jupiter atteindra cette année son diamètre apparent maximal et, donc, que les détails n'en seront que mieux visibles à sa surface..

Une planète connue depuis toujours

Jupiter est la planète la plus brillante du système solaire après Vénus. Sa magnitude varie de -1,7 quand elle est au plus loin de nous jusqu'à -2,5 à l'époque de l'opposition. Les Anciens avaient donc facilement repéré cet astre brillant se déplaçant avec une lenteur majestueuse parmi les constellations. Aussi loin qu'on remonte dans les chroniques, elle y est toujours mentionnée, ainsi que Mercure, Vénus, Mars et Saturne, contrairement à Uranus, Neptune et Pluton qui ne furent découvertes qu'avec des instruments. On peut dire que Jupiter fut toujours connue des observateurs attentifs de la voûte céleste.

Les Chinois, dont les premières observations, remontent à 3 250 avant notre ère, appelaient Jupiter "planète de l'année". On pense que cela est dû au fait que la planète met 12 de nos années pour accomplir un tour du ciel et que notre année comprend 12 mois; à moins que cela vienne du fait que Jupiter est visible chaque année pendant plusieurs mois. Les Babyloniens la nommaient "la planète de l'écliptique" car ils avaient remarqué que son orbite coïncide presque avec l'écliptique.

Les Egyptiens en avaient fait "le maître de la sphère", céleste sans doute. Il faut rechercher chez les Hindous l'origine du nom actuel; ils nommèrent cette planète brillante *Wrishaspati*, c'est-à-dire astre éclatant, appellation qui sera reprise par les Grecs, avec Zeus, dont les romains feront Jupiter. Il est curieux tout de même que le Dieu de Lumière ait été attribué à une planète et non pas au Soleil ou à une autre planète plus brillante, comme Vénus. Mais cette dernière a un éclat très variable et n'est pas visible régulièrement; quant au Soleil, les Anciens y voyaient seulement un instrument de la puissance divine.

Premier contact.

Il suffit d'une simple paire de jumelles grossissant une dizaine de fois pour éprouver, à son tour,

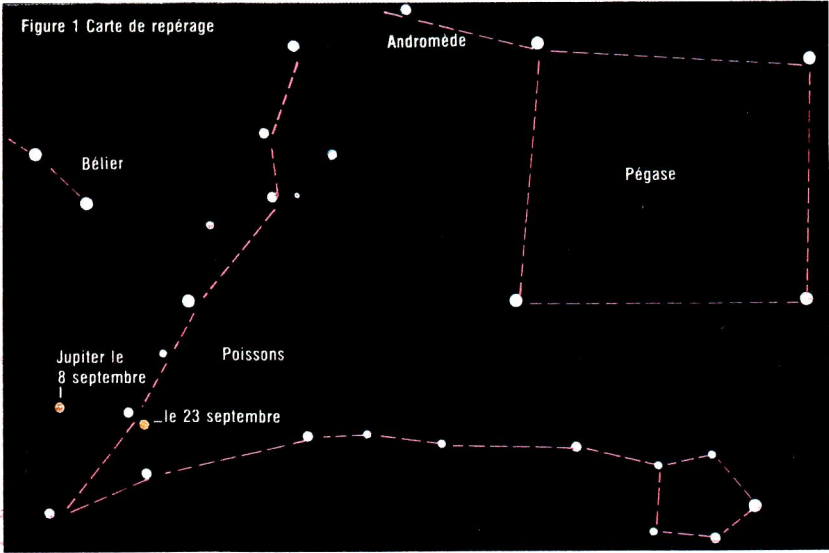
l'émotion que ressentit Galilée en 1610 lorsque, pour la première fois dans l'histoire de l'astronomie, il braqua une lunette vers la planète géante.

Aucun doute possible, il s'agit bien d'une planète, un petit disque est visible. Ce qui étonne le plus lorsqu'il s'agit d'une première observation, c'est de constater que le disque est aplati. Ce n'est pas une illusion d'optique ou un défaut de l'instrument, mais provient bien de l'aplatissement réel de la planète, le plus important de tout le système solaire : 1/16 ! Près de 9 000 kilomètres d'écart entre le diamètre polaire et le diamètre équatorial.

Cet aplatissement intriga les premiers observateurs. On sait maintenant qu'il est la conséquence de la nature gazeuse de Jupiter et de sa vitesse de rotation.

Cette vitesse de rotation de la planète sur elle-même autour d'un axe quasiment perpendiculaire au plan de l'orbite fut aussi un grand étonnement. D'ailleurs, cette découverte ne fut pas immédiate.

Galilée utilisait des lunettes de



qualité et de puissance insuffisantes pour apercevoir des détails à la surface du globe ; sans détail pouvant servir de repère, impossible de déterminer une période de rotation. Il fallut attendre un demi-siècle, 1665 exactement, pour que

Cassini, alors en Italie, découvrit une tache qui semblait lier une bande située près de l'équateur de la planète. Il entreprit une série de mesures grâce auxquelles il conclut à une vitesse de rotation de 9 h 56 mn. Le résultat n'était pas si inexact que cela puisque, après trois siècles de mesures et l'envoi de sondes spatiales, le chiffre retenu est aujourd'hui de 9 h 49 mn.

La planète géante du système solaire est aussi la plus rapide en rotation ! Décidément, nous sommes dans le monde des extrêmes. Comme nous le verrons plus loin en détail, Jupiter est essentiellement constituée de gaz liquides ; sous l'effet de cette grande vitesse de rotation, le globe s'est donc aplati. En effet, à l'équateur, le sommet de l'atmosphère tourne à la vitesse de 45 600 km/h !

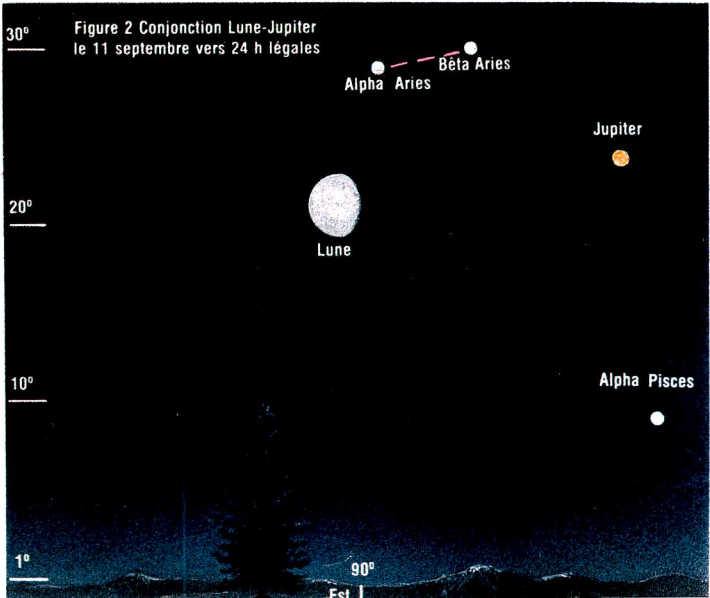
Exploration de Jupiter

Grâce aux observations de ces dernières années et en particulier aux sondes Pioneer et Voyager, il est maintenant possible de décrire avec précision la structure de la planète.

Partons du centre du globe. Nous y trouvons un tout petit noyau de fer et de silicate. Tout autour, voici de l'hydrogène solide ; la température est de l'ordre de 20 000 degrés et la pression atteint 45 millions d'atmosphères. Cette sphère d'hydrogène solide mesure environ 45 000 km de diamètre. Puis la pression dé-

1 — LEVER DE JUPITER (HEURE LÉGALE)

	8 Septembre	18 Septembre	28 Septembre
PARIS	21 h 43	21 h 02	19 h 20
BREST	22 h 10	21 h 29	19 h 48
MARSEILLE	21 h 39	20 h 57	19 h 16
LILLE	21 h 36	20 h 55	19 h 14



croît, la température s'abaisse à 10 000 degrés au fur et à mesure que nous montons vers la surface et nous nous trouvons alors dans un mélange de 90 % d'hydrogène et de 10 % d'hélium sous forme moléculaire liquide.

L'épaisseur moyenne de cette couche est de 25 000 km. Au dessus de cet océan huileux pres-

bations, responsables de l'aspect tourmenté de la planète telle que nous la voyons au télescope.

Car même un télescope d'amateur permet de se rendre compte de cet univers cyclonique. Des nuages, rouges ou orange, se mêlent à d'autres, blancs et jaunes. L'ensemble est étiré en larges bandes parallèles à l'équateur de la

invariablement à une vingtaine de degrés au sud, par contre elle oscille en longitude autour d'une position moyenne. Les mesures les plus précises montrent qu'elle diminue de 90 km par an; existera-t-elle dans quelques siècles? Le mystère est entier.

Jusqu'en 1979, on se contentait de l'observer, sans véritablement apporter d'explications valables sur son origine. Cette année-là, les sondes Voyager passèrent suffisamment près pour nous fournir des photographies détaillées et des mesures précises.

La tache rouge est un phénomène atmosphérique, sorte de gigantesque cyclone permanent. Cette "cheminée" traverse toute l'atmosphère jovienne et débouche à une quinzaine de kilomètres au dessus. En réalité, la couleur de la tache serait celle de la matière profonde de l'atmosphère, peut-être du phosphore rouge, aspiré et projeté par cet immense tourbillon.

Ce monde infernal méritait bien le nom de Zeus, maître de la foudre!

L'observation de Jupiter

Bien que Jupiter soit très brillante et facile à reconnaître dans un instrument modeste, le débutant peut être embarrassé pour la repérer la première fois. Ceux qui ont une carte mobile l'identifieront sans peine dans la constellation des Poissons, un peu en dessous du Bélier. Sinon, on s'aidera de la carte publiée dans cet article (fig. 1). On pourra également remarquer la planète à côté de la Lune, avec laquelle elle sera en conjonction le 11 septembre, en soirée (fig. 2).

Pendant le mois de septembre, Jupiter se lève en milieu de soirée; le **tableau 1** donne, en temps légal, les heures de lever pour différentes villes de France. Elle passe au méridien (plein sud) vers 3 à 4 heures du matin et est donc bien visible toute la nuit. Fin septembre début octobre, après le changement d'heure, les conditions s'améliorent encore puisqu'elle est observable dès la fin du crépuscule.

Comme toujours pour l'observation des surfaces planétaires, on attendra que la planète soit haute dans le ciel pour faire des observations de qualité. Si elle est trop

que sans vague, le mélange devient gazeux et conducteur de l'électricité. Des éclairs titanesques s'y produisent en permanence, leur puissance est telle qu'un seul d'entre eux détruirait l'une de nos villes. La température est de mille degrés.

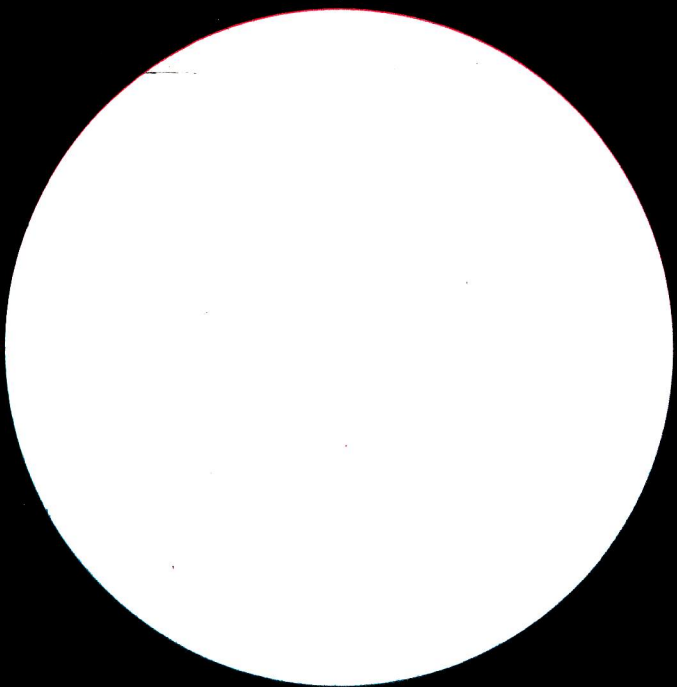
Enfin, nous arrivons à la couche atmosphérique proprement dite. Elle est complexe. On y trouve des flocons d'ammoniac, des cristaux d'eau et d'hydrosulfite d'ammoniac, du soufre et de l'hydrogène sulfuré. Cette complexité, la circulation atmosphérique aux différentes latitudes, les courants en profondeur, provoquent de formidables pertur-

planète. Ça et là, des nodules plus clairs sont visibles, tandis que les bords des bandes nuageuses se découpent en vastes tourbillons.

La tache rouge.

Mais la configuration la plus remarquable est certainement la tache rouge. Signalée pour la première fois par Hooke en 1664, elle est, depuis lors, toujours restée visible. Gigantesque œil de cyclope, cet énorme ovale dont la couleur varie au fil des lustres, du rouge au jaunâtre, mesure 13 000 km sur 39 500 km. Deux Terres s'y trouveraient à l'aise! Si en latitude cette formation se situe

Figure 3 Gabarit pour dessiner Jupiter



2 — COMPORTEMENT DES SATELLITES

Ce tableau ne donne qu'un extrait des nombreux phénomènes qui se produisent tous les jours. Sont sélectionnés les plus facilement observables et à des heures pratiques. Les heures sont en temps légal.

Date	Heure	Satellite	Phénomène
5	0 h 03	1	Oc
5	1 h 04	1	Pc
5	2 h 13	1	Of
5	3 h 12	1	Pf
5	23 h 04	3	Oc
6	0 h 33	1	Em
6	1 h 36	3	Of
6	3 h 23	3	Pc
12	1 h 56	1	Oc
12	2 h 50	1	Pc
12	4 h 07	1	Of
12	4 h 58	1	Pf
15	23 h 15	2	Ec
16	3 h 12	2	Em
20	22 h 19	1	Oc
20	23 h 02	1	Pc
21	0 h 30	1	Of
21	1 h 10	1	Pf
23	21 h 04	3	Ec
23	23 h 35	3	Ef
23	23 h 55	3	Im
24	1 h 52	3	Em

Voir *Science & Vie* de septembre 1986 pour la lecture de ce tableau.

basse sur l'horizon, la turbulence due aux couches les plus perturbées de l'atmosphère terrestre brouilleront l'image et empêcheront de voir les fins détails.

Avec une paire de jumelles, fixée sur un trépied pour avoir une bonne stabilité, on reconnaîtra le disque aplati du globe jovien, mais les principales configurations de surface ne seront pas visibles. Par contre, on pourra déjà observer quelques-uns des phénomènes des quatre principaux satellites (cf. *Science & Vie* de septembre 1986).

Une petite lunette ou un petit télescope de 60 à 90 millimètres de diamètre montrera les deux principales bandes équatoriales.

C'est avec un instrument de 100 à 150 mm de diamètre et plus que commence une véritable étude de détails de l'atmosphère jovienne. On utilisera un grossissement de 200 à 300 fois, si les conditions de turbulence le permettent pour saisir les fins détails des bandes. Mais attention, l'observation planétaire requiert de la patience ; il faut



que l'œil s'habitue à percevoir d'infimes détails dans une image qui reste de toute façon petite. Ce n'est qu'au fil des séances d'observation que l'on verra de plus en plus de détails.

Pour remarquer les progrès, on aura intérêt à réaliser des dessins lors de chaque observation. A cet effet, on utilisera un gabarit qui reproduira le contour aplati de Jupiter (fig. 3). On emploiera une lampe rouge pour s'éclairer sans s'éblouir et un crayon à mine tendre pour tracer les principales configurations observées. Le dessin sera effectué rapidement, en une vingtaine de minutes au

maximum, sans quoi, en raison de la rotation rapide de Jupiter, certains détails auront subi un déplacement sensible en longitude, ce qui fausserait l'exactitude du travail.

On commencera en premier lieu par positionner les grandes configurations puis, dans un deuxième temps, on terminera en traçant les contours et les différences d'intensité. Dessin après dessin, vous serez surpris par l'amélioration progressive de vos observations. Ceux que la technique du dessin planétaire intéresse se référeront au livre : *L'observation du ciel* (éditions Atlas), qui donne toutes les indications détaillées à ce sujet (1).

L'actualité du mois

Le tableau 2 indique les principaux phénomènes des satellites de Jupiter facilement observables dans un instrument d'amateur. Les heures sont indiquées en temps légal.

- Le 11 septembre, conjonction Lune Jupiter en soirée.
- Le 23, éclipse annulaire de Soleil. Malheureusement invisible en France mais que pourront observer ceux qui auront la chance, à

cette date, de se trouver en Chine, Indonésie, Malaisie ou une partie de l'Australie.

- Le 25, conjonction de la Lune en fin croissant avec Mercure, Vénus et Spica de la Vierge. Observation difficile à réaliser vers 20 heures au dessus de l'horizon ouest (fig. 4).

- Enfin, c'est dans la nuit du 27 au 28 septembre que nous abandonnerons l'heure d'été. Il faudra donc retarder les montres et pendules d'une heure.

Yves Delaye

(1) *L'observation du ciel*, en vente à La maison de l'astronomie, 33 rue de Rivoli 75004 Paris, 198 F + 20 F de port.

Un détecteur de déplacement (suite)

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Le mois dernier, nous vous avons proposé de réaliser l'émetteur et le récepteur de notre détecteur de déplacement à ultrasons. Ce mois-ci, nous allons réaliser le comparateur de phase. Comme nous l'avons dit, sa fonction sera de détecter toute variation rapide de l'écart de phase entre le signal émis et le signal reçu. Ce comparateur comportera donc deux entrées : la première connectée à l'émetteur, la seconde au récepteur. Voyons à présent les grandes lignes du principe de fonctionnement de ce comparateur.

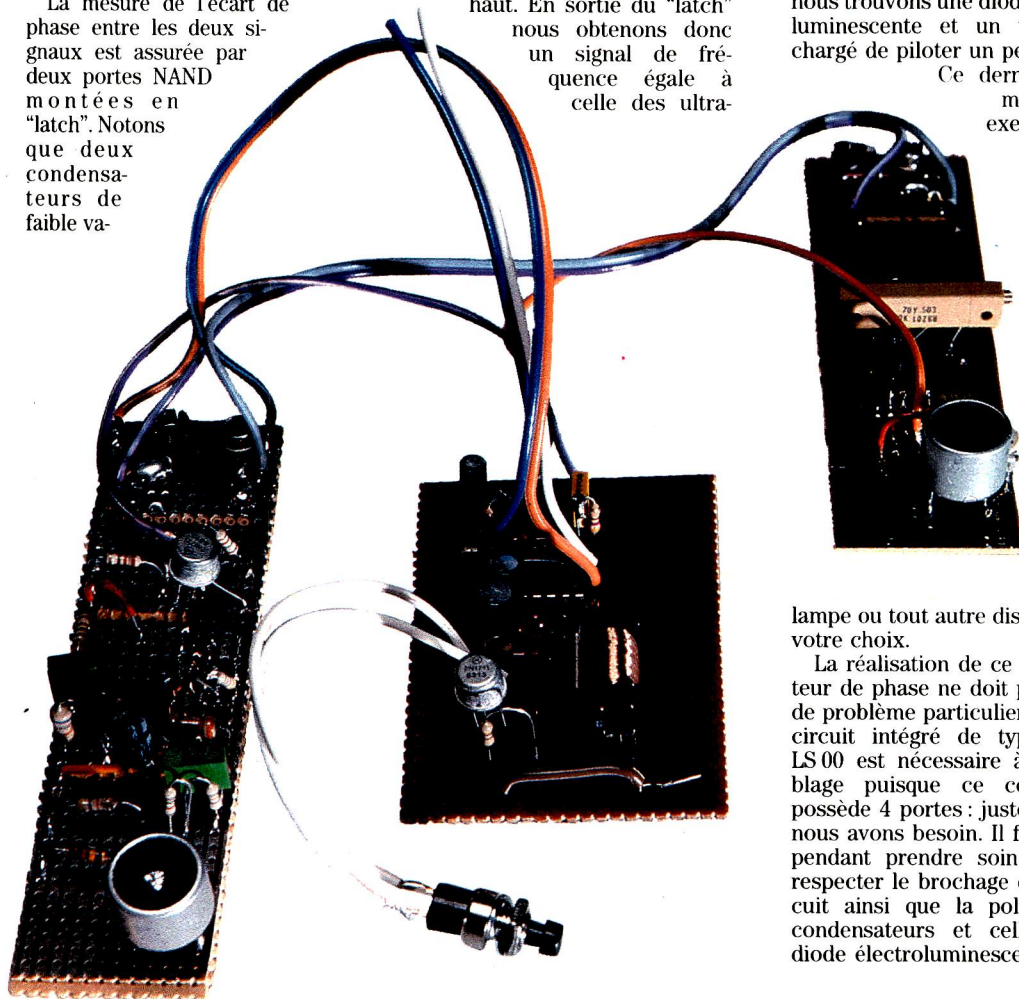
La mesure de l'écart de phase entre les deux signaux est assurée par deux portes NAND montées en "latch". Notons que deux condensateurs de faible va-

leur permettent de ne conserver que les fronts descendants des signaux à analyser. Chaque fois qu'un de ces fronts se présente, l'un sur une entrée puis le second sur l'autre, de façon obligatoire, puisque nos deux signaux sont de fréquence identique, la sortie de notre "latch" change d'état. Par conséquent, si, par exemple, nos deux fronts descendant sont très proche, le "latch" ne reste que très peu de temps à l'état haut. Inversement, si ces fronts sont éloignés le "latch" conserve longtemps l'état haut. En sortie du "latch"

nous obtenons donc un signal de fréquence égale à celle des ultra-

sons mais dont le taux de remplissage, ou rapport cyclique, est fonction du déphasage ainsi mesuré. Si nous intégrons ce signal nous obtenons une tension continue dont la valeur dépendra de l'écart de phase. C'est ce que nous allons réaliser à l'aide d'une résistance et d'un condensateur placés directement en sortie du "latch". Toute perturbation du mode de déplacement des ultrasons provoque donc une brusque variation de la tension obtenue. Il ne nous reste plus qu'à détecter ces variations. Nous utiliserons ici, de nouveau, un condensateur et deux résistances. Ce nouveau signal est à son tour appliqué à l'entrée d'un second "latch", ce dernier faisant office de temporisateur. Chaque variation de phase provoque en effet son basculement durant près d'une seconde. En sortie, nous trouvons une diode électroluminescente et un transistor chargé de piloter un petit relais.

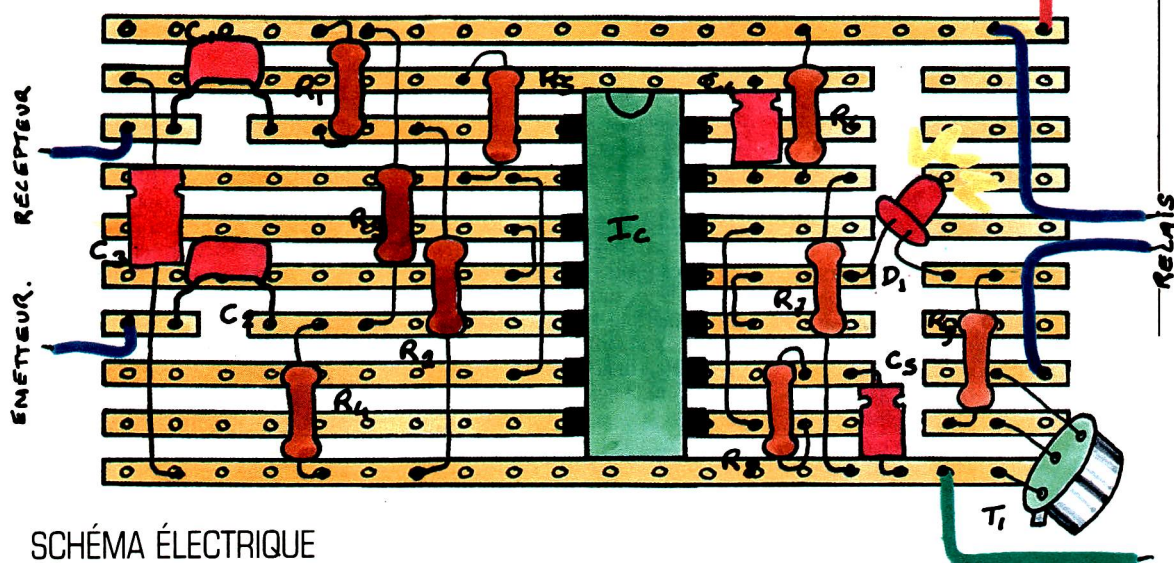
Ce dernier commande par exemple l'allumage d'une



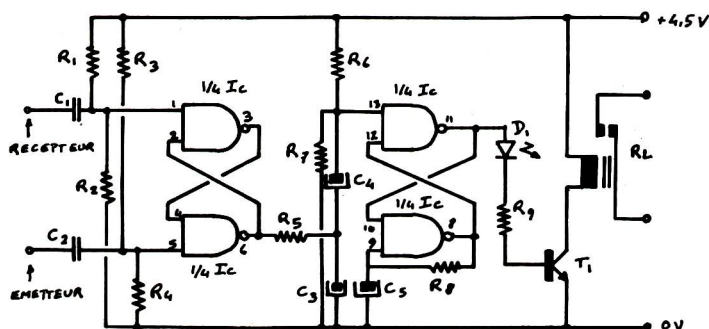
lampe ou tout autre dispositif de votre choix.

La réalisation de ce comparateur de phase ne doit pas poser de problème particulier. Un seul circuit intégré de type SN 74 LS 00 est nécessaire à son câblage puisque ce composant possède 4 portes : juste ce dont nous avons besoin. Il faudra cependant prendre soin de bien respecter le brochage de ce circuit ainsi que la polarité des condensateurs et celle de la diode électroluminescente. Rap-

IMPLANTATION DES COMPOSANTS



SCHEMA ÉLECTRIQUE



vrent pas une tension suffisamment stable pour alimenter cette réalisation. Par contre, il est parfaitement possible d'utiliser un tel adaptateur pour alimenter la petite alimentation multiten- sion que nous avons déjà décrite dans ces lignes, puis de la commuter sur la position "5 volts" et d'alimenter à partir de cette tension ainsi stabilisée. L'ensemble du montage fonctionnera alors sur le secteur et sera éventuellement

NOMENCLATURE

$R_1 = 470$ ohms (jaune, violet, brun, or)	$R_8 = 2,2$ kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
$R_2 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)	$R_9 = 470$ ohms (jaune, violet, brun, or)
$R_3 = 470$ ohms (jaune, violet, brun, or)	$C_1 = 10$ nanofarad
$R_4 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)	$C_2 = 10$ nanofarad
$R_5 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)	$C_3 = 4,7$ microfarad
$R_6 = 470$ ohms (jaune, violet, brun, or)	$C_4 = 4,7$ microfarad
$R_7 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)	$C_5 = 22$ microfarad
	IC = SN 74LS00
	D_1 = diode électroluminescente
	T_1 = 2N 1711 ou équivalent
	RL = relais 6 volts 1 RT

OU SE PROCURER LES COMPOSANTS

- △ RADIO M.J., 19 rue Claude-Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 43 36 01 40
- △ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05
- △ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpen- ts, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52
- △ ELECTRONIC AT HOME, rue des Philosophes, 51, 1400 Yverdon, Suisse
- △ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

pelons que, sur cette dernière, la patte la plus longue doit être soudée vers la sortie du circuit intégré, et qu'il faut couper l'ensemble des bandes conductrices sous ce circuit. Enfin, le

montage sera alimenté avec une simple pile de 4,5 volts ou toute autre source de tension capable de délivrer 5 volts sous 200 milliampères. Notons que les petits adaptateurs secteurs ne déli-

utilisé comme dispositif de surveillance. Mais attention : comme tous les dispositifs volumétriques, il reste relativement sujet aux déclenchements parasites.

Henri-Pierre Penel

Jeu de palet

INFORMATIQUE AMUSANTE

Nous vous proposons ce mois-ci de jouer au "Crazy Curling", un jeu imaginaire aux règles des plus simples. Le joueur dispose d'un palet vert qu'il déplace à son gré de manière à renvoyer un palet blanc. Le but du jeu est de faire passer le plus grand nombre de fois possible ce palet blanc sur une croix rouge présente sur la piste. Cette dernière est cependant encombrée de deux heurtoirs qui provoquent des rebonds "parasites" si le palet blanc les touche. Notons enfin qu'un effet supplémentaire pourra être communiqué au palet blanc en le frappant avec le bord de celui du joueur : de même pour les heurtoirs, chaque participant dispose au total de cinq palets. Rappelons que le meilleur score obtenu sera mémorisé et affiché en rouge en permanence sur le tableau des résultats

placé à la droite de l'écran de jeu. Ces quelques règles fixées, passons à présent à l'écriture du programme.

En premier lieu nous demandons à l'Amstrad, à la ligne 40, de passer en mode 0, ceci afin de pouvoir profiter de l'ensemble de sa palette de couleurs. Ensuite nous mettons en place la fenêtre destinée au tableau d'affichage des résultats (ligne 120) en fixant sa couleur à la ligne 130. En 140 nous établissons, par la variable CR, le crédit de palet à cinq et remettons le score à 0, par la variable SC. Les enveloppes sonores nécessaires à l'illustration musicale de ce jeu sont déterminées dans les lignes 180 à 200. Vient ensuite l'animation de la page de présentation. Ici, "Crazy Curling" s'affiche sur l'écran lettre par lettre. Pour cela, l'ensemble des caractères est mémorisé dans une chaîne Data, ligne

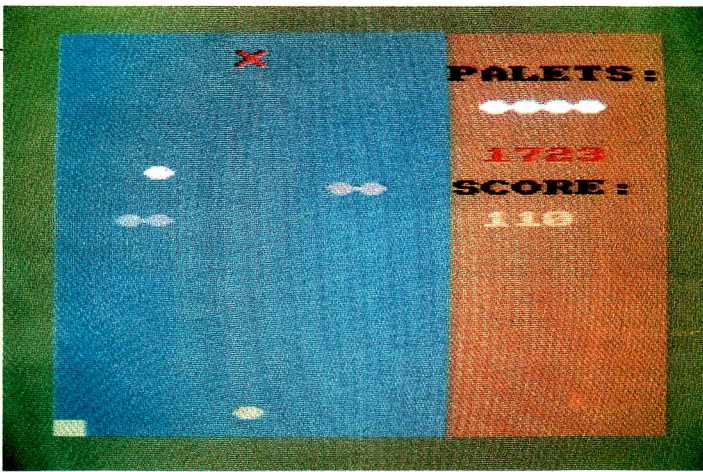
210, puis lu successivement par la ligne 270. Enfin la boucle des lignes 280 à 300 assure leur déplacement et leur mise en place sur l'écran.

Passons ensuite à l'initialisation de l'écran de jeu. Sa couleur est d'abord fixée par la ligne 360. L'ensemble des variables du jeu est initialisé de la ligne 410 à 450. Nous trouvons respectivement les variables DP, mémorisation du début de jeu, B et XM, chargées de contrôler le mouvement des heurtoirs, XB et YB, la position du palet blanc, E, DH et DV, assurant respectivement l'effet, le déplacement horizontal et vertical du palet blanc, et PJ contrôlant la position du palet du joueur. L'ensemble des symboles et des indications est ensuite affiché sur l'écran de jeu et sur le tableau des résultats, par les lignes 490 à 580. La ligne 490 met en place la croix rouge à atteindre et la ligne 510 la mention "palets" sur le tableau des résultats. La boucle des lignes 510 à 540 affiche le nombre de palets encore disponibles et, enfin, sont affichés le meilleur score obtenu, la mention

```

10 REM *****
20 REM * DETERMINATION DES ENVELOPPES SONORES *
30 REM *****
40 MODE 0
50 REM *****
60 REM * MSC: VARIABLE MEMORISATION DU MEILLEUR SCORE *
70 REM *****
80 LET MSC=0
90 REM *****
100 REM * MISE EN PLACE FENETRE D'AFFICHAGE RESULTATS *
110 REM *****
120 WINDOW #1,14,20,1,25
130 PAPER 0: CLS
140 LET CR=5:LET SC=0
150 REM *****
160 REM * DETERMINATION DES ENVELOPPES SONORES *
170 REM *****
180 ENV 1,1,15,1,5,-2,1,5,-1,1
190 ENV 2,1,15,2,5,-3,2,5,0,2
200 ENV 3,1,15,1,5,-1,1,5,-1,3
210 DATA C,R,A,Z,Y, ,C,U,R,L,I,N,G, !
220 REM *****
230 REM * ANIMATION DE LA PRESENTATION *
240 REM *****
250 RESTORE 210
260 FOR I=1 TO 14
270 READ L$
280 FOR P=18 TO 1+I STEP -1
290 LOCATE P,10:PEN 1:PRINT L$:" ":FOR T=0 TO 2*I:NEXT T
300 NEXT P
310 NEXT I
320 FOR T=1 TO 1000:NEXT T
330 REM *****
340 REM * DETERMINATION DES COULEURS DE L'ECRAN *
350 REM *****
360 PAPER 8:CLS
370 PAPER #1,9:CLS #1
380 REM *****
390 REM * INITIALISATION DES VARIABLES *
400 REM *****
410 LET DP=0
420 LET B=0:LET XM=1
430 LET XB=4+INT(RND*8):LET YB=20
440 LET E=1:LET DH=1:LET DV=1
450 LET PJ=6
460 REM *****
470 REM * PREPARATION DE L'ECRAN *
480 REM *****
490 LOCATE 7,2:PFM 3:PRINT CHR$(203)
500 CLS #1
510 LOCATE #1,1,3:PEN #1,5:PRINT #1,"PALETS:"
520 FOR I=1 TO CR-1
530 LOCATE #1,I+1,5:PEN #1,4:PRINT #1,CHR$(231)
540 NEXT I
550 LOCATE #1,1,8:PEN #1,3:PRINT #1,MSC
560 LOCATE #1,1,10:PEN #1,5:PRINT #1,"SCORE:"
570 LOCATE #1,1,12:PEN #1,1:PRINT #1,SC
580 IF DP=1 THEN GOSUB 1470
590 REM *****
600 REM * DEBUT DE L'ANIMATION DU JEU *
610 REM *****
620 IF XB>12 THEN LET DH=-E:SOUND 1,0,0,0,1,0,2
630 IF XB<2 THEN LET DH=E:SOUND 1,0,0,0,1,0,2
640 IF YB=1 THEN LET DV=1:SOUND 1,0,0,0,1,0,2
650 REM *****
660 REM * DETERMINATION DES REBONDS PARASITES *
670 REM *****
680 IF YB<9 OR YB>13 THEN GOTO 760
690 IF DH=0 THEN LET DH=1:LET E=1
700 IF DV=1 AND YB=9 AND (XB=XM+1 OR XB=XM+2) THEN LET DV=-1:LET E=INT(RND*3):GOTO 750
710 IF DV=1 AND YB=11 AND (XB=12-XM OR XB=11-XM) THEN LET DV=-1:LET E=INT(RND*3):GOTO 750
720 IF DV=-1 AND YB=11 AND (XB=XM+1 OR XB=XM+2) THEN LET DV=1:LET E=INT(RND*3):GOTO 750
730 IF DV=-1 AND YB=13 AND (XB=12-XM OR XB=13-XM) THEN LET DV=1:LET E=INT(RND*3):GOTO 750
740 GOTO 760
750 SOUND 1,0,0,0,2,0,15
760 LOCATE XB,YB:PRINT " "
770 REM *****
780 REM * ANIMATION DU PALET *
790 REM *****
800 LET XB=XB+DH
810 IF XB<1 THEN LET XB=1
820 IF XB>13 THEN LET XB=13
830 LET YB=YB+DV
840 LOCATE XB,YB:PEN 4:PRINT CHR$(231)
850 GOSUB 1170:GOSUB 1370
860 IF DP=0 THEN GOSUB 1470
870 IF YB<25 THEN GOTO 990
880 REM *****
890 REM * DETERMINATION PALET MANQUE *
900 REM *****
910 LET CR=CR-1
920 IF CR=0 THEN GOTO 1090

```

"score" puis le score de la partie en cours.

Le jeu commence réellement à la ligne 680. Nous contrôlons la position du palet et, éventuellement son rebond horizontal par la modification de la variable DH. Nous passons ensuite à sa trajectoire verticale par modification de DV. Notons qu'ici plusieurs cas sont à prendre en compte. En effet, il faut, d'une part, que le palet rebondisse toujours en haut de l'écran,

fonction assurée par la ligne 640, mais également dans le cas où il touche l'un des heurtoirs ou le palet du joueur. Le rebond sur les heurtoirs est assuré par les lignes 680 à 760. Notons qu'ici la valeur donnée à E, et par voie de conséquence l'effet transmis au palet, est aléatoire. Ceci permet de contrôler l'animation du déplacement du palet. Celle-ci est obtenue par les lignes 800 à 870. Elle fait appel à deux sous-routines, celle de dépla-

cement du joueur et celle de déplacement des palets parasites (heurtoirs). Tant que la valeur prise par YB est différente de 25, cela signifie que le palet n'a pas été raté par le joueur. Le programme se reboucle donc entre les lignes 800 et 870. En cas contraire, cela signifie que le joueur a raté le palet et le programme passe donc à l'étape suivante: la modification du crédit de jeu.

En ligne 910 nous soustrayons 1 à la valeur de CR. Si cette nouvelle valeur est différente de 0, donc si le crédit de palets n'est pas épuisé, le jeu se reboucle de nouveau après réinitialisation de la position du joueur et de celle du palet. En cas contraire, le programme se rend en ligne 1090 et affiche sur le tableau des résultats "Fin de jeu". Reste le contrôle du passage du palet sur la croix rouge. Il est assuré par les lignes 990 à 1050. Si le palet se trouve effectivement sur la croix, nous ajouterons à SC les points obtenus. De même, nous contrôlerons si la valeur du meilleur score, MSC, est bien inférieure à celle de SC. Si tel n'est pas le cas

```

930 LOCATE XB,YB:PRINT " "
940 LOCATE PJ+1,24:PRINT " "
950 GOTO 420
960 REM *****
970 REM *          CONTROLE DU PALET SUR LA CROIX          *
980 REM *****
990 IF XB<>7 OR YB<>2 THEN GOTO 1050
1000 LET SC=SC+100+(10*E)
1010 IF MSC<SC THEN LET MSC=SC
1020 LOCATE 7,2:PRINT CHR$(231)
1030 LOCATE PJ+1,24:PRINT " "
1040 GOTO 420
1050 GOTO 620
1060 REM *****
1070 REM *          DETERMINATION DE LA FIN DE LA PARTIE          *
1080 REM *****
1090 LOCATE #1,3,20:PEN #1,1:PRINT #1,"FIN"
1100 LOCATE #1,4,22:PRINT #1,"DE"
1110 LOCATE #1,3,24:PRINT #1,"JEU!"
1120 GOSUB 1470
1130 GOTO 130
1140 REM *****
1150 REM *          SOUS ROUTINE DEPLACEMENT DU PALET DU JOUEUR          *
1160 REM *****
1170 IF INKEY(8)=0 THEN LET PJ=PJ-1
1180 IF PJ<1 THEN LET PJ=1
1190 IF INKEY(1)=0 THEN LET PJ=PJ+1
1200 IF PJ>10 THEN LET PJ=11
1210 LOCATE PJ,24:PEN 12:PRINT " ";CHR$(231):" "
1220 IF YB<>23 THEN GOTO 1330
1230 REM *****
1240 REM *          DETERMINATION DE "L'EFFET"          *
1250 REM *****
1260 IF PJ=XB-1 THEN LET DV=-1
1270 IF PJ=XB AND DH=-E THEN LET DV=-1:LET E=E+1:LET DH=-E
1280 IF PJ=XB AND DH=E THEN LET DV=-1:LET E=E-1:LET DH=-E
1290 IF PJ=XB-2 AND DH=E THEN LET DV=-1:LET E=E+1:LET DH=E
1300 IF PJ=XB-2 AND DH=-E THEN LET DV=-1:LET E=E-1:LET DH=E
1310 IF PJ=XB-2 AND PJ<XB THEN LET SC=SC+1:SOUND 1,0,0,0
1320 IF MSC<SC THEN LET MSC=SC
1330 RETURN
1340 REM *****
1350 REM *          SOUS ROUTINE D'ANIMATION PALETS PARASITES          *
1360 REM *****
1370 IF B=0 THEN LET XM=XM+1
1380 IF B=1 THEN LET XM=XM-1
1390 IF XM=10 THEN LET B=1
1400 IF XM=1 THEN LET B=0
1410 PEN 14:LOCATE XM,10:PRINT " ";CHR$(231):CHR$(231):" "
1420 PEN 15:LOCATE 11-XM,12:PRINT " ";CHR$(231):CHR$(231):" "
1430 RETURN
1440 REM *****
1450 REM *          SOUS ROUTINE DE L'ILLUSTRATION MUSICALE          *
1460 REM *****
1470 FOR I=1 TO 4
1480 RESTORE 1490
1490 DATA 0,1,2,0,1,2,0,2,15,0,1,2,956,1,0,0,2,15
1500 FOR M=1 TO 6
1510 BORDER 15
1520 READ N:READ F:READ BR
1530 SOUND 1,N,0,0,F,0,BR
1540 BORDER 18
1550 GOSUB 1370
1560 NEXT M
1570 NEXT I
1580 FOR I=1 TO 3
1590 RESTORE 1600
1600 DATA 1,0,1,2,2,956,3,0,1,0,1,2
1610 DATA 2,676,3,0,1,0,2,15,2,638,3,0
1620 DATA 1,0,1,2,0,0,0,0,1,1276,1,0
1630 DATA 2,758,3,0,1,0,2,15
1640 FOR M=1 TO 11
1650 BORDER M+15
1660 READ C:READ N:READ F:READ BR
1670 SOUND C,N,0,0,F,0,BR
1680 NEXT M
1690 NEXT I
1700 FOR I=1 TO 3
1710 GOSUB 1370
1720 RESTORE 1730
1730 DATA 1,0,1,2,2,30,1,0,1,0,1,2
1740 DATA 2,60,1,0,1,0,2,15,2,60,2,0
1750 DATA 1,0,1,2,2,30,1,0,1,956,1,0
1760 DATA 2,30,1,0,1,0,2,15,2,60,2,0
1770 FOR M=1 TO 12
1780 BORDER M
1790 READ C:READ N:READ F:READ BR
1800 SOUND C,N,0,0,F,0,BR
1810 NEXT M
1820 NEXT I
1830 IF INKEY$="" THEN GOTO 1470
1840 LET DP=1
1850 BORDER 9
1860 RETURN

```


MSC prendra alors la valeur de SC. Ce contrôle effectué, le jeu reboucle encore une fois.

Restent nos trois sous-routines. La première, comprise entre les lignes 1170 et 1220, est consacrée aux déplacements du palet du joueur. Les lignes 1170 et 1190 permettent de modifier la position de ce dernier en fonction des touches tapées au clavier. Le palet du joueur est donc affiché en vert sur l'écran en fonction de la valeur prise par PJ grâce à la ligne 1210. Toujours dans cette sous-routine vient la détermination de l'effet en fonction de la position respective du palet blanc et de celui du joueur lors du rebond.

Cette fonction est assurée par les lignes 1260 à 1320. Notons que cette partie de sous-routine n'est utilisée que si le joueur a réussi à renvoyer le palet. La seconde sous-routine prend en charge le déplacement des heurtoirs. Celle-ci, très simple, est comprise entre les lignes 1370 et 1430. La dernière sous-routine assure l'illustration musicale accompagnant le jeu. Localisée de la ligne 1470 à 1860, elle utilise essentiellement des instructions "Sound". Notons que l'ensemble des sons et notes est mémorisé dans 3 groupes de chaînes Data. Le premier à la ligne 1490, le second des lignes 1600 à 1630 et le dernier des lignes 1730 à 1760. En effet, cette illustration musicale comporte trois phases et chaque phase possède donc son propre groupe de données.

L'utilisation de ce programme ne doit pas poser de problème particulier. Après l'avoir entièrement frappé, l'instruction "run" est demandée. "Crazy Curling" doit alors s'inscrire sur l'écran puis le tableau de jeu, accompagné de l'illustration sonore (rythme de batterie très syncopé). Pour commencer une partie il suffit d'appuyer sur une touche quelconque du clavier. Le jeu débutera à la fin de la musique. Le joueur doit alors placer son palet à l'aide des flèches de déplacement du curseur (flèche à droite et flèche à gauche) de manière à renvoyer le palet blanc, essayant de le faire passer sur la croix rouge. Rappelons qu'un effet supplémentaire est obtenu en frappant le palet sur l'un de ses bords au lieu de le frapper de face.

Henri-Pierre Penel

Un joystick proportionnel

INFORMATIQUE PRATIQUE

Sur un joystick conventionnel la position de la manette ne commande que la direction de déplacement du curseur, ou du joueur, sa vitesse restant liée au programme. Dans notre cas, au contraire, nous utiliserons deux potentiomètres pour commander directement la position du curseur. L'un agira sur l'axe des X et l'autre sur celui des Y. Ainsi sa position sera directement fonction de celle des deux potentiomètres et sa vitesse de déplacement ne sera donc plus liée au programme. Comme illustration de cette propriété nous vous proposons de transformer, grâce à un petit programme très simple, votre ordinateur en "Télécran". Ce jeu bien connu des enfants permet de tracer à l'aide de deux boutons des figures sur un écran effaçable. Cependant notre joystick proportionnel vous sera certainement beaucoup plus utile si vous l'utilisez pour commander les déplacements du joueur dans un programme de jeu de votre cru.

Le principe de fonctionnement de ce montage est des plus simples. Nous nous contenterons en effet de transformer la tension variable issue de chaque potentiomètre en une valeur numérique comprise sur un octet. Pour effectuer cette conversion, nous utiliserons deux convertisseurs analogiques-digital du type ADC 0804. L'un d'entre eux sera également utilisé comme générateur d'horloge et pilotera directement le second ; ceci simplifie le câblage de ce joystick. Enfin notons que nous avons deux valeurs à fournir à l'ordinateur : l'une concernant l'axe des X et l'autre celui des Y. Notre interface principale ne pouvant transmettre qu'une seule valeur à la fois, nous enverrons ces deux données alternativement. Pour cela, l'ordinateur demandera à l'interface de sélectionner l'octet à lui transmettre, et ce grâce à une instruction "OUT". En effet, si l'ordinateur envoie 254 (OUT 255, 254), il recevra l'octet concernant l'axe des X et s'il envoie 253 (OUT 255, 253) il recevra celui concer-

nant l'axe des Y : tout ceci dans le cas où nous travaillons avec une machine équipée d'un Z 80 (Sinclair par exemple).

La réalisation de ce montage est également très simple : seuls deux circuits intégrés sont nécessaires, les deux convertisseurs ADC 0804. Le câblage de ces derniers sera, comme toujours, effectué en wrapping ainsi que leur connection au support 24 points nous servant de

```
5 BORDER 1:PAPER 0:INK 5:CLS
10 LET XP=0:LET YP=0
15 OUT 255,254
20 LET X=IN 255
25 OUT 255,253
30 LET Y=IN 255
100 IF XP=0 AND YP=0 THEN GOTO 120
110 DRAW X-XP,(Y-YP)/1.5
120 PLOT X,Y/1.5
130 LET XP=X:LET YP=Y
200 GOTO 15
```

connecteur vers l'interface principale. Les potentiomètres seront reliés aux circuits à l'aide de fils de câblage classique. Précisons que si vous avez la fâcheuse tendance de malmenager vos joysticks, nous vous conseillons vivement de prévoir des fils assez longs de manière à ce que tous les éléments électroniques soient en sécurité et que seuls les potentiomètres supportent vos humeurs.

Simplicité toujours avec le programme que nous vous proposons. Il permet, comme nous l'avons dit, d'effectuer des tracés sur l'écran à l'aide de notre joystick proportionnel. Voyons rapidement ses grandes lignes. Nous l'avons écrit ici sur Sinclair spectrum +2. La ligne 5 fixe simplement la couleur de l'écran, de son pourtour et du tracé. Nous prévoirons ensuite deux variables XP et YP que nous utiliserons par la suite pour le tracé. A la ligne 15 nous demanderons la valeur de X grâce à OUT 255, 254 puis celle-ci sera attribuée à X en ligne 20. Nous pratiquerons de même pour Y aux lignes 25 à 30. Enfin, les lignes 110 et 120 effectueront notre tracé. Notons que pour le MO 5 la ligne 15 deviendra POKE 43006,254 et la ligne 20 : X = PEEK (43007). De même, les lignes

25 et 30 devront être remplacées par :

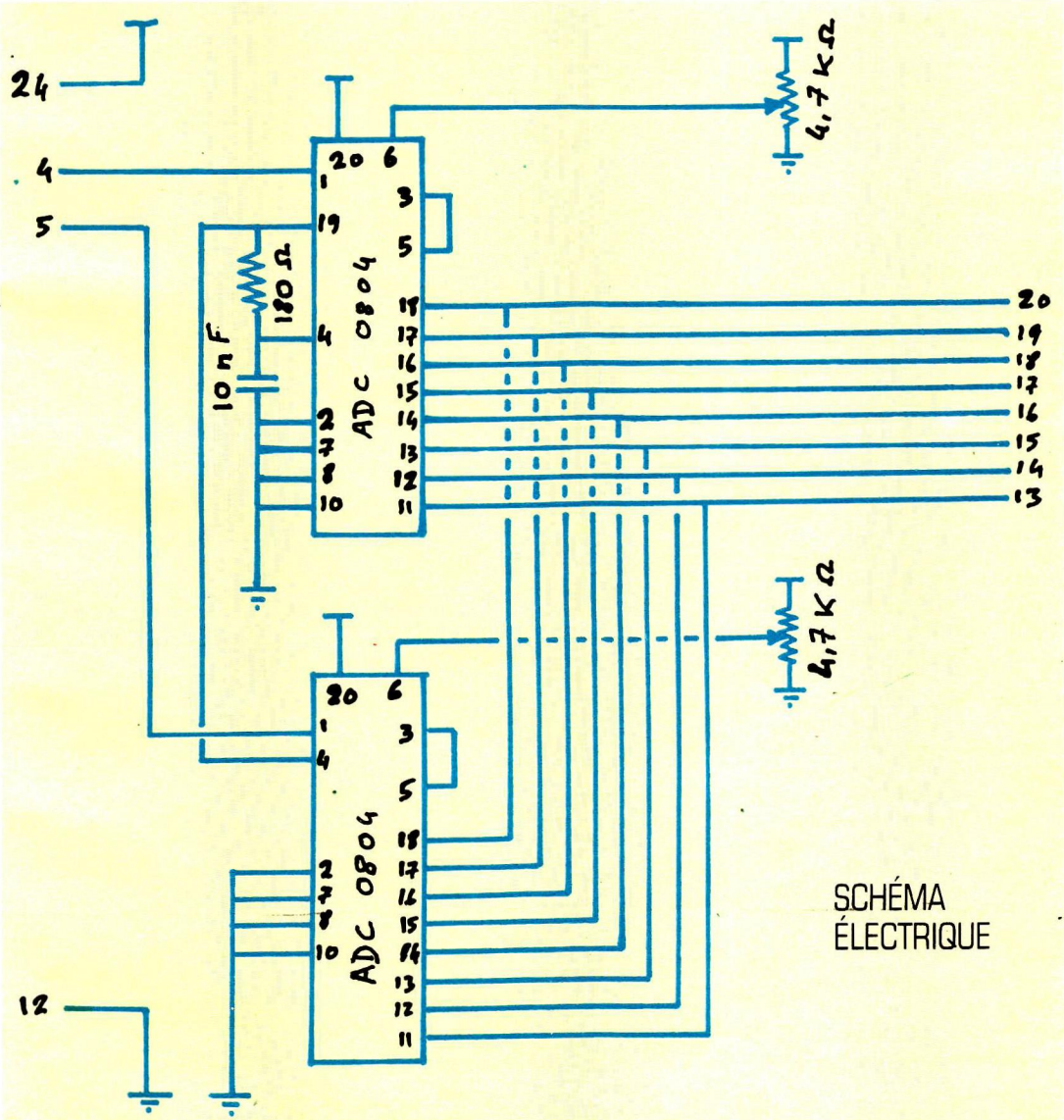
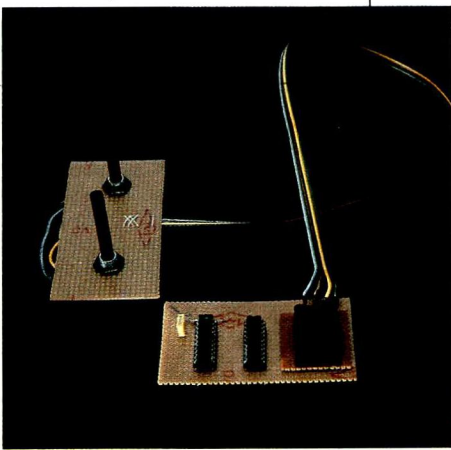
25 POKE 43006,253
30 Y = PEEK (43007)

Précisons que les valeurs fournies pour X et Y par notre réalisation seront comprises entre 0 et 255. Ceci ne correspond pas forcément au format de l'écran de l'ordinateur en mode graphique. Pour le Spectrum, par exemple, si cette gamme de valeur convient pour X il n'en est pas de même pour Y. C'est pourquoi, dans ce cas, nous appliquerons à Y un facteur correctif, 1,5 en l'occurrence, lors de l'instruction PLOT de la ligne 120.

Il nous reste à mettre en place

notre joystick. En premier lieu, avant de mettre l'ordinateur sous tension, l'interface principal lui sera connectée. Puis ce nouveau montage sera raccordé à l'interface grâce à notre connecteur. L'ordinateur sera alors mis sous tension et le programme frappé. Une fois RUN demandé, les tracés sur l'écran seront obtenus en agissant sur les potentiomètres. Rappelons que les lignes 15 à 30 de notre programme sont les seules indispensables au fonctionnement de ce joystick proportionnel. Vous pourrez donc les réutiliser pour les insérer dans un programme de votre choix.

Henri-Pierre Penel



La méthode de Gauss - Seidel

LE "MICRO" DE L'INGÉNIEUR

Tout bachelier a sinon retenu du moins appris la résolution des systèmes d'équations à 2 ou 3 inconnues, par la méthode dite des déterminants. Ainsi le système :

$$\begin{cases} 2x + 3y = 1 \\ 3x + 2y = -1 \end{cases}$$

peut-il s'écrire :

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

et aboutit à la solution unique $x = \Delta x / \Delta$, $y = \Delta y / \Delta$, où Δ est le déterminant de la matrice

$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$, et Δx , Δy les déterminants de la même matrice où l'on a remplacé respectivement la première et la deuxième colonne par

$$\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Le déterminant d'une matrice

$\begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix}$ valant $ad - bc$, la formule

vue plus haut pour le calcul de x et de y aboutit au résultat $x = -1$ et $y = 1$. Cette méthode est applicable à tout système dans lequel le nombre n d'équations est le même que celui d'inconnues (la matrice est alors dite carrée d'ordre n).

Seulement, si les déterminants sont faciles à calculer lorsque $n = 2$ ou $n = 3$, ils le sont déjà beaucoup moins à partir de $n = 4$. A la main, la résolution commence à être pénible dès que l'on atteint $n = 5$ ou 6 , relève de l'exploit pour n compris entre 10 et 15 , et décourage les ordinateurs les plus puissants, CRAY2 y compris, pour n supérieur à 50 .

Or les applications scientifiques et techniques actuelles jonglent couramment avec des systèmes comportant des milliers ou des dizaines de milliers d'équations.

La méthode des déterminants est ainsi à rejeter au profit d'autres techniques même si, théoriquement, elle garde une grande valeur, pour des démonstrations par exemple.

Nous avons décrit la méthode de Gauss dans notre numéro 809 de février 1985, et avons dit qu'elle était applicable pour n valant quel-

ques dizaines ou, à la rigueur, quelques centaines.

De fait, la précision de ses résultats est d'autant meilleure que la matrice de départ est "creuse" (avec beaucoup de zéros) et que

les valeurs qu'elle contient sont comparables en regard des valeurs extrêmes que peut stocker l'ordinateur.

La méthode de Gauss est dite directe car les n solutions s'obtiennent directement à partir d'un algorithme décomposable en multiplications, divisions, additions. Or on conçoit que plus le nombre de ces opérations élémentaires est grand, et plus les erreurs

```

10 REM PROGRAMME DE RESOLUTION D'UN SYSTEME LINEAIRE DE CRAMER PAR LA
   METHODE ITERATIVE DE GAUSS - SEIDEL
20 REM
30 HOME : VTAB 10: PRINT " RESOLUTION D'UN SYSTEME DE N EQUATIONS LINEA
   IRES A N INCONNUES DU TYPE": PRINT " (A)(X) = (B)"
50 PRINT : INPUT "COMBIEN VAUT N ? ";N
60 DIM A(N,N),B(N),X(N),ODR(N),AI(N,N),BI(N)
70 ER = 0.001:MI = 1E - 9:NMIX = 60
80 PRINT : PRINT "INTRODUCTION DES DONNEES": PRINT
90 FOR K = 1 TO N
100 PRINT : PRINT "INTRODUCTION DE LA ";K;"IEME EQUATION": PRINT
110 FOR L = 1 TO N
120 PRINT "COEFFICIENT DE X";L;: INPUT " = ? ";AI(K,L)
130 NEXT L
140 PRINT : INPUT "SECOND MEMBRE = ? ";BI(K)
150 NEXT K
160 PRINT : PRINT "VOULEZ-VOUS ": PRINT
170 PRINT "1. VERIFIER LES MATRICES (A) ET (B)": PRINT
180 PRINT "2. MODIFIER UN ELEMENT DE (A)": PRINT
190 PRINT "3. MODIFIER UN ELEMENT DE (B)": PRINT
200 PRINT "4. RESOUDRE LE SYSTEME": PRINT
210 PRINT "5. ARRETER LE PROGRAMME": PRINT
220 INPUT R
230 ON R GOTO 240,320,370,500,410
240 PRINT : FOR K = 1 TO N
250 PRINT : PRINT "LIGNE n" ";K: PRINT
260 FOR L = 1 TO N
270 PRINT : PRINT "COEFFICIENT DE X";L; " = ";AI(K,L),
280 NEXT L
290 PRINT : PRINT : PRINT "SECOND MEMBRE = ";BI(K)
300 NEXT K
310 GOTO 160
320 PRINT : INPUT "n" DE LIGNE= ? ";K
330 INPUT "n" DE COLONNE = ? ";L
340 PRINT "COEFFICIENT ACTUEL = ";AI(K,L)
350 PRINT : INPUT "NOUVELLE VALEUR = ? ";AI(K,L)
360 GOTO 160
370 PRINT : INPUT "n" DE LIGNE = ? ";K
380 PRINT : PRINT "VALEUR ACTUELLE = ";BI(K)
390 PRINT : INPUT "NOUVELLE VALEUR = ? ";BI(K)
400 GOTO 160
410 END
500 REM
510 REM RESOLUTION DU SYSTEME
520 REM
530 FOR K = 1 TO N
540 FOR L = 1 TO N
550 A(K,L) = AI(K,L)
560 NEXT L
570 B(K) = BI(K):ODR(K) = K
580 NEXT K
590 GOSUB 2000: REM DEMANDE DE PIVOTAGE
600 FOR K = 1 TO N
610 W = A(K,K): IF ABS(W) > MI GOTO 630
620 HOME : PRINT : PRINT "REDUCTION DE LA MATRICE IMPOSSIBLE": GOTO 160
630 B(K) = B(K) / W:X(K) = B(K)
640 FOR L = 1 TO N
650 IF K < L THEN A(K,L) = - A(K,L) / W
660 NEXT L
670 A(K,K) = 0
680 NEXT K
690 REM
700 REM CALCUL DU NOMBRE D'ITERATIONS NN
710 SA = 0:SB = 0:S = 0

```


d'arrondi provenant de la machine s'accumulent, fournissant des résultats à la précision décroissante.

Ainsi, dès que n dépasse quelques centaines on préfère utiliser des méthodes dites itératives, c'est-à-dire qui approchent peu à peu la solution par rebouclage. Un exemple d'algorithme itératif est la méthode de Newton utilisée pour la résolution des fonctions, et que nos lecteurs fidèles connaissent

maintenant bien.

Il existe plusieurs méthodes de résolution de systèmes par itérations, mais nous allons en décrire une seule, celle appelée "Gauss-Seidel". Pour être tout à fait honnête, son emploi n'est pas pleinement justifié sur notre Apple II car la capacité mémoire de cette machine limite n à 55 et autorise encore l'emploi de la méthode de Gauss, plus rapide. De plus, elle

n'est pas véritablement universelle, car elle n'est efficace que pour une certaine catégorie de matrices. Seulement, outre le fait de donner un (petit) aperçu de ce qui se fait de mieux en matière d'analyse numérique, cet algorithme sera utilisé dans une prochaine rubrique, pour le calcul des fonctions Spline, lesquelles, nous le verrons, ont un intérêt graphique et esthétique indéniable.

```

720 FOR K = 1 TO N
730 FOR L = 1 TO N
740 S = S + ABS (A(K,L))
750 NEXT L
760 IF S < 1 GOTO 780
770 HOME : PRINT : PRINT "LA CONVERGENCE EST IMPOSSIBLE": PRINT "LA MAT
RICE N'EST PAS ASSEZ CREUSE": PRINT : GOTO 160
780 IF SA < S THEN SA = S
790 S = 0: IF ABS (B(K)) > SB THEN SB = ABS (B(K))
800 NEXT K
810 NN = INT ( LOG (ER * (1 - SA) / SB) / LOG (SA))
820 IF NN > NMAX THEN NN = NMAX
830 REM
840 REM CALCUL DES NN ITERATIONS
850 FOR T = 1 TO NN
860 FOR K = 1 TO N
870 X(K) = B(K)
880 FOR L = 1 TO N
890 X(K) = X(K) + A(K,L) * X(L)
900 NEXT L
910 NEXT K
920 NEXT T
930 REM
940 REM MISE EN ORDRE DE LA SOLUTION
950 FOR K = 1 TO N - 1
960 FOR L = K + 1 TO N
970 IF ODR(K) < ODR(L) GOTO 1000
980 R = ODR(K):ODR(K) = ODR(L):ODR(L) = R
990 R = X(K):X(K) = X(L):X(L) = R
1000 NEXT L
1010 NEXT K
1020 HOME : REM AFFICHAGE DE LA SOLUTION
1030 PRINT : PRINT : PRINT "*** SOLUTION: ***": PRINT : PRINT
1040 FOR K = 1 TO N
1050 PRINT "X";K;" = ";X(K),
1060 NEXT K
1070 PRINT : IF NN = NMAX THEN PRINT "LA PRECISION DEMANDEE N'EST PAS
ASSUREE DU FAIT DE LA CONVERGENCE TROP LENTE DU PROCESSUS": PRINT
1080 GOTO 160
2000 REM
2010 REM PIVOTAGE DES LIGNES ET DES COLONNES
2020 REM
2030 N1 = N - 1
2040 FOR KU = 1 TO N1
2050 PIVOT = A(KU,KU)
2060 KX = KU:LX = KU
2070 FOR K = KU TO N
2080 FOR L = KU TO N
2090 W = A(K,L): IF ABS (PIVOT) > ABS (W) GOTO 2110
2100 PIVOT = W:KX = K:LX = L: REM NOUVEAU PIVOT
2110 NEXT L
2120 NEXT K
2130 IF KX = KU GOTO 2180
2140 FOR L = 1 TO N: REM ECHANGE DES LIGNES KU ET KX
2150 R = A(KX,L):A(KX,L) = A(KU,L):A(KU,L) = R
2160 NEXT L
2170 R = B(KX):B(KX) = B(KU):B(KU) = R
2180 IF LX = KU GOTO 2230
2190 FOR K = 1 TO N: REM ECHANGE DES COLONNES KU ET LX
2200 R = A(K,KU):A(K,KU) = A(K,LX):A(K,LX) = R
2210 NEXT K
2220 R = ODR(LX):ODR(LX) = ODR(KU):ODR(KU) = R: REM ENREGISTREMENT DE C
ETTE DERNIERE PERMUTATION DANS LE VECTEUR ODR
2230 NEXT KU
2240 RETURN

```

Une des options du programme permet de vérifier, ligne à ligne, les coefficients introduits dans la matrice.

Formulation. Le système initial s'écrit classiquement :

$$\begin{cases} a_{11} X_1 + \dots + a_{1n} X_n = b_1 \\ \dots \\ a_{n1} X_1 + \dots + a_{nn} X_n = b_n \end{cases}$$

Si les $a_{11}, a_{22}, \dots, a_{nn}$ sont non nuls, l'ensemble peut s'écrire :

$$\begin{cases} X_1 = \frac{b_1}{a_{11}} - \frac{a_{12}}{a_{11}} X_2 - \dots - \frac{a_{1n}}{a_{11}} X_n \\ X_2 = \frac{b_2}{a_{22}} - \frac{a_{21}}{a_{22}} X_1 - \frac{a_{23}}{a_{22}} X_3 - \dots - \frac{a_{2n}}{a_{22}} X_n \\ \dots \\ X_n = \frac{b_n}{a_{nn}} - \frac{a_{n1}}{a_{nn}} X_1 - \dots - \frac{a_{nn-1}}{a_{nn}} X_{n-1} \end{cases}$$

Le principe de la résolution est alors le suivant. Partant d'un ensemble de valeurs x_1, \dots, x_n a priori quelconques (le terme consacré est n -uplet (x_1, \dots, x_n)), la formule plus haut permet de recalculer x_1, \dots, x_n . Ce deuxième ensemble est différent du premier et, si on recommence le processus plusieurs fois, les n -uplets (x_1, \dots, x_n) vont converger vers la solution finale dans la mesure où certaines conditions sont remplies. Quelles sont

vérifications ou corrections de A et de B, afin d'être utilisées pour un nouveau calcul, par exemple. Lors de la vérification complète de la matrice A, le programme affichera tous ses éléments et, comme le défilement est un peu trop rapide, il faudra de temps en temps appuyer sur CTRL/S pour interrompre l'affichage et avoir le temps de lire les coefficients. En appuyant à nouveau sur S, le défilement reprendra.

Les lignes 530 à 580 initialisent les tableaux A et B à partir des données introduites et/ou corrigées par l'utilisateur, avant la résolution proprement dite, laquelle débute par un appel au sous-programme 2000 qui effectue le pivotage des lignes et des colonnes. A chaque permutation de colonne le vecteur ODR enregistre le nouvel ordonnancement des inconnues qui en résultent.

La ligne 610 détecte si un élément de la nouvelle matrice est inférieur à 10^{-9} en valeur absolue, auquel cas il sera considéré comme étant nul et la résolution ne pourra continuer (affichage d'un message). La réduction de la matrice (passage des a_{ik} aux c_{ik}) débute à la ligne 630 et la norme SA de la matrice A est calculée lignes 700 à 800. Si $SA \geq 1$, un message indiquera que la convergence est impossible. Autrement, après le calcul du nombre NN d'itérations à effectuer (limité à 60), le programme procédera à ces itérations, jusqu'à la ligne 920.

La remise en ordre des inconnues tiendra compte du vecteur ODR, avant affichage de la solution définitive. Si n est grand, il sera encore utile d'utiliser la commande CTRL/S pour interrompre l'affichage. Après résolution, le menu ligne 160 proposera de modifier A ou B pour un nouveau calcul.

Exemple. Soit à résoudre le système d'équations (écrit sous forme matricielle) :

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 3 & 0 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 4 & 1 & 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{array} = \begin{array}{l} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{array}$$

Après 27 itérations, le "micro" affichera (photo ci-contre) la solution.

Daniel Ferro

Championnat de France des jeux mathématiques

CONCOURS

P arthenay, 9 juillet au soir. Dans les quelques restaurants de la ville, on parlait... mathématiques.

Le médecin strasbourgeois, le lycéen lillois et le collégien toulousain, à la même table, évoquaient entre deux spaghettis les jeux-problèmes de la demi-finale. « Que nous réservent les organisateurs pour demain ? » « J'espère qu'il ne faudra pas encore utiliser le théorème de Pythagore, qui n'est pas à mon programme », s'inquiète l'élève de quatrième.

Il allait être déçu. Car le championnat est en dehors des programmes. Mais, Pythagore, c'est de la culture. Ainsi, pendant quarante-huit heures, Parthenay a vécu à l'heure des jeux mathématiques. Et voir ces dizaines de mordus parler avec passion d'une compétition pour laquelle ils avaient parfois fait mille kilomètres, écourté des vacances, ou pris avec le sourire un logement quelque peu spartiate, cela vous récompensait de l'énergie dépensée une année durant, à préparer et gérer ce championnat.

Les concurrents ont fait preuve de qualités exceptionnelles. Dans la salle de sport, transformée en temple studieux, ils ont réalisé des prodiges avec les 12 problèmes qui leur étaient soumis (6 par jour, qu'ils avaient trois heures pour résoudre).

Le vainqueur, Dominique Ceugniet, est venu à bout de 10 d'entre eux, ce qui n'est pas un mince exploit. Le moins dernier, vous avez eu l'énoncé de trois problèmes. En voici trois autres :

ENTRAÎNEZ-VOUS

• Les douze points

Parmi les douze points du dessin, quel est le nombre maximum N de points qu'on peut choisir sans que 4 quelconques d'entre eux puissent former un rectangle à côtés parallèles aux axes ?

$$N = \square \square$$



• Après la virgule

On effectue la somme :

$$1/10 + 2/100 + 3/1\,000 + 4/10\,000 + \dots + N/10^N$$

autrement dit $0,1 + 0,02 + 0,003 + \dots$ et ainsi de suite à l'infini, et on écrit cette somme dans le système décimal. On obtient ainsi un certain nombre. Dans ce nombre, quels sont les 1987^e, 1988^e, 1989^e et 1990^e chiffres après la virgule ?

$$\begin{array}{cccc} \square & \square & \square & \square \\ 1987^e & 1988^e & 1989^e & 1990^e \end{array}$$

• Tricubes

Trouver les nombres entiers positifs N de trois chiffres, égaux à la somme des cubes de leurs chiffres.

$$\begin{array}{ccc} \square \square \square & \square \square \square & \square \square \square \\ \square \square \square & \square \square \square & \square \square \square \\ \square \square \square & \square \square \square & \square \square \square \end{array}$$

SOLUTIONS

Voici les solutions (brèves) des trois problèmes du jour.

• Les douze points

La réponse est 7. En effet, si on place trois points sur une colonne, aucune autre ne peut en contenir plus d'un, et on ne pouvait dépasser 6 points sans former un

rectangle.

En plaçant 2 points par colonne, on remarque que 2 des 4 colonnes seront identiques, et conduisent à un rectangle. Il est donc impossible de placer 8 points sans former de rectangle.

Or, il existe une solution à 7 points :



• Après la virgule

Il suffit de remarquer que seul un nombre fini de termes intervient dans les 1987°, 1998°, 1989° et 1990° décimales. On trouve 7 9 0 1.

• Tricubes

Il y a 4 solutions : 153, 370, 371 et 407.

Les solutions détaillées de tous les problèmes, éliminatoires et phases finales seront contenus dans les annales dont le premier volume vient de paraître chez Hatier.

Portrait du premier champion

C'est avec un total de 1042,044 points que Dominique Ceugniet a remporté à Parthenay, dans la catégorie "tous publics", le titre de premier champion de France des jeux mathématiques et logiques. Et pourtant, ce polytechnicien de 39 ans a bien failli ne pas pouvoir participer à la finale. Ayant répondu trop vite aux problèmes éliminatoires posés par *Jeux et Stratégie*, dont il est lecteur occasionnel, il a dû sa qualification à la phase radiophonique du Championnat sur les ondes de France Culture.

La relève est assurée puisque son fils de 13 ans, en plus de temps il est vrai, est venu à bout des jeux-problèmes de cette demi-finale Radio-France.

Dans le "civil" Monsieur Ceugniet dirige le service des Applications scientifiques chez Control Data. Il disposera néanmoins chez lui d'un micro-ordinateur Atari 1040 ST puisque c'était le prix destiné au vainqueur du Championnat.

Bien que marié à une Japonaise, Dominique Ceugniet n'a pu résoudre en finale le problème intitulé "Les trois cadeaux", que nous vous avons présenté le mois dernier. En rentrant chez lui, à tête reposée, il a découvert que ce problème ne comptait pas moins de... 310 solutions ! L'une d'entre elles seulement vous a été exposée, alors si le cœur vous en dit, vous avez quelques heures de travail pour votre ordinateur, ou quelques dizaines d'heures pour vous !

LES PREMIERS GAGNANTS

CATÉGORIE OPEN

	POINTS
1° CEUGNIET Dominique	1 042,
un ordinateur Atari 1040, un écran et un contrat de maintenance ;	
2° ARBOGAAST Claude	931,
une Encyclopædia universalis ;	
3° DE LA FOUCHARDIERE Jacques	929,
une Encyclopædia universalis ;	
4° LEROY Hervé	836,
un logiciel d'initiation à la bureautique Initial ;	
5° GROFF Jean-François	835,
un livre d'art sur V. Minelli et un numéro spécial du <i>Petit Archimède</i> , consacré au nombre π .	

CATÉGORIE LYCÉE

1° NOTEBAERT Nicolas *	728
un ordinateur Atari 520 et un écran ;	
2° COLIN Antoine *	728,
une Encyclopædia universalis ;	
3° ROUZEAU Sylvain	627,
un calculateur programmable Casio FX 802 ;	
4° COQUILLARD Fabrice	625,
un logiciel de bureautique Initial ;	
5° AUDIGIER Jean-Marie	624,
un logiciel d'anglais Computhink ;	
* départagés au temps	

CATÉGORIE COLLÈGE

1° ALBERICI François	521,
un ordinateur Atari 520 et un écran ;	
2° PATRON Yves	419,
un ordinateur Thomson MO 6 ;	
3° VERGE Damien	416,
un logiciel d'anglais Computhink ;	
4° SAUZAY Mathieu	312,
un atlas ;	
5° BOUCHIRED Steven	213,
un livre d'art sur V. Minelli et un numéro spécial du <i>Petit Archimède</i> , consacré au nombre π	

CONCOURS PARALLÈLE

1° DAGUET B.	729,
un calculateur Hewlett-Packard 28C et son étui en cuir ;	
2° BURGAUD J.Y.	625,
un logiciel d'initiation à la bureautique Initial ;	
3° TASTET M.	526,
un logiciel d'anglais Computhink ;	
4° PAPIN M.	521,
un atlas ;	
5° BRUCHE G.	420,
un livre d'art sur V. Minelli et un numéro spécial du <i>Petit Archimède</i> , consacré au nombre π	

RENTREE 87 : PRENEZ LA TANGENTE

Dans le prolongement du succès remporté par le premier Championnat de France des Jeux Mathématiques, on annonce pour la rentrée 87 la sortie de *Tangente*. Le premier magazine de culture mathématique (bimestriel).

Créé par un groupe de professeurs de maths, il s'adressera plus particulièrement aux adolescents.

Il consacrerait l'essentiel de ses 32 pages à des dossiers, enquêtes, interviews et informations sur les mathématiques et comptera aussi des rubriques plus spécialisées — géométrie, arithmétique, etc.

Naturellement, *Tangente* sera le relais privilégié de la catégorie lycée lors

du prochain Championnat de France de jeux mathématiques et logiques.

Au sommaire du numéro 1

- P. Ribenboim : profession mathématicien
- L'énigmatique Edgar Poe
- Qu'est-ce qu'un point remarquable ?
- Spirales en tous genres
- Le championnat de France des jeux mathématiques et logiques
- Calculatrices : grandeur et décadence d'une circulaire
- La courbe du mois...

Abonnement (prix de lancement) : 120 F auprès de la FFJM, 7 sq. Villarets-de-Joyeuse, 75017 Paris.

La valeur n'attend pas...

François Alberici, 15 ans, qui vient de terminer sa 3^e au collège Max Dussuchal de Villers Cotterets (Aisne) a remporté à Parthenay, dans la catégorie 1^{er} cycle, le titre de premier champion de France des jeux mathématiques et logiques.

Élève brillant en mathématiques comme dans toutes les autres matières, il vient d'obtenir son brevet avec une moyenne de 17.

Mais François, passionné d'informatique et de jeu d'échecs, trouve tout de même le temps de s'adonner plusieurs fois par semaine au basket et au base-ball et de jouer au saxophone avec l'harmonie municipale.

Amateur de jeux en tous genres,

abonné depuis plusieurs années à *Jeux et Stratégie*, c'est par l'intermédiaire de cette revue qu'il a pris connaissance de l'existence du Championnat. François en a fait immédiatement part à son professeur de mathématiques et c'est grâce à lui que toute la classe a pu participer. François a l'habitude de prendre très à cœur tout ce qu'il entreprend. Il s'est donc entraîné de façon régulière afin d'être prêt pour le grand jour.

En finale, il a été le seul à déjouer les pièges de cinq des difficiles jeux-problèmes ce qui lui a valu de remporter, outre le titre, un ordinateur Atari 520 ST.

L'an prochain, sa tâche sera ardue car il se mesurera, en catégorie lycée, à ses aînés de première et terminale.

Gilles Cohen ▲



LA COLLECTION DE CALCULATEURS HP : C'EST GÉNIAL!

Tout le monde vous
le dira : pour les
mathématiques,
la physique, les sciences

naturelles, les calculateurs de poches HP, il n'y a que cela de vrai!

Ce sont de véritables atouts pour votre réussite! Ils ont en commun une puissance de programmation, un choix important de fonctions intégrées : le HP 15C a plus de 100 fonctions préprogrammées dont 60 fonctions mathématiques et statistiques, le HP 28C est le premier calculateur de poche à permettre les opérations algébriques, le calcul symbolique, et l'application de vos formules à toute variable.

Tous ces calculateurs, grâce à la notation polonaise inverse, vous offrent une rapidité de calculs et d'exécution sans pareille.

Quand vous aurez essayé HP, vous ne pourrez plus vous en passer. Les calculateurs scientifiques HP, c'est vraiment génial!

Dépêchez-vous, renseignez-vous sur toute la collection : HP 11C, HP 15C, HP 28C, HP 41C chez votre distributeur agréé HP ou téléphonez au 43 37 63 50.

HP EN FRANCE :
3200 PERSONNES.
3 USINES.
4,3 MILLIARDS DE C.A.
3^e EXPORTATEUR
D'INFORMATIQUE

TOUJOURS AVEC VOUS



**HEWLETT
PACKARD**

LIVRES

Science en Amérique : les clignotants s'allument

Depuis la fin de la dernière guerre mondiale, c'est-à-dire plus de quarante ans, l'Amérique a occupé le haut du pavé en matière de science et de technologie. Un témoignage y suffit : les neuf dixièmes des références à des travaux fondamentaux dans les publications du reste du monde désignaient des sources américaines. La situation change.

Dans quelques jours doit paraître en France un état de *La Science en Amérique* (1), réalisé sous ce titre par deux attachés scientifiques des missions diplomatiques françaises outre-Atlantique, Michel Bernon et Jacques Bodelle. L'ouvrage est suffisamment sérieux pour que Jacques de Maisonrouge, éminence d'IBM, lui ait accordé une préface.

La prospérité dont a joui jusqu'ici la science en Amérique tient à un caractère national que Tocqueville avait déjà relevé il y a plus d'un siècle et demi : le fait que les Américains s'intéressent plus à la recherche appliquée qu'à la recherche fondamentale (Tocqueville, dans *De la démocratie en Amérique*, employait les termes "pratique" et "théorique"). Les Américains considèrent en effet que la science est la mère nourricière de leur activité principale, qui est le commerce ; pour aller vite, disons que, pour eux, c'est une source de brevets. Peu disposés, par tempérament, à cultiver l'idéalisme cartésien et newtonien, ils

considèrent le savoir sous l'angle du pouvoir.

Aussi l'industrie finance-t-elle la recherche dans des proportions inusitées ailleurs : 67 % des 3,5 millions de scientifiques américains sont employés par elle, le reste se répartissant entre les universités qui forment de nouveaux scientifiques (12 %) et le gouvernement qui emploie aussi des scientifiques dans des secteurs tels que l'agriculture ou l'aéronautique (9 %).

De plus, il existe aux Etats-Unis des mécanismes de régulation ayant beaucoup contribué à l'expansion de la recherche, tels que le Small Business Innovation Development Act de 1982, qui prévoit une subvention pour les petites sociétés n'ayant pas les moyens d'assumer les considérables budgets de R & D (*Research and Development*) des "majors" comme IBM, General Motors, Boeing, etc.

Pourquoi alors, dans ce meilleur des mondes scientifiques, y aurait-il des raisons de s'alarmer ? Car il y a bien alarme. Pour deux raisons essentielles, auxquelles nous en ajouterons une. Les deux premières évoquées par les auteurs de ce livre (au demeurant excellent, de

lecture agréable autant que riche) sont le médiocre rendement des universités et, corollaire, la part très élevée du recrutement étranger.

En dépit de son formidable potentiel, l'appareil universitaire américain ne produit pas assez de compétences, et il y a là-bas pénurie. Cet appareil est d'ailleurs sur la sellette depuis quelques années — depuis, en tous cas, que les Américains ont vu ce que l'appareil japonais produisait en quantité et en qualité. De plus en plus de spécialistes le jugent inadapté. Le corollaire déjà cité est que les Américains recrutent à l'étranger : 20 % de leurs chercheurs de haut niveau viennent d'ailleurs, de France entre autres pays, surtout dans le domaine des maths (9 % d'étrangers et 11 % de "fraîchement naturalisés"). Ce qui fait que la science américaine, qui n'est pas à 100 % américaine (il leur fallut Von Braun pour mettre en route leur programme spatial), ne fonctionne pas à plein.

La considération que voilà n'est pas académique : elle a des retombées directes, très clairement perçues par le gouvernement et les industriels : l'Amérique ne fabrique plus aucun poste de radio, de télévision, de magnétoscope : elle les achète au Sud-Est asiatique. Le textile, l'optique, la chaussure, des pans entiers de l'industrie lourde sont également en sérieuse difficulté. Dans le domaine de la machine-outil, le clignotant est au rouge, alerte n° 2.

Pendant ce temps, les Japonais s'activent. Ils ont abordé, après la voiture, l'électronique, l'optique, la biotechnologie. Ils donnent donc de plus en plus de fil à retordre à l'industrie américaine, qui n'était déjà pas si saine. Et nous nous rappelons avoir vu aux Etats-Unis, il y a quelques années, un film télévisé dans lequel les Américains exprimaient leur vexation à l'égard de la France, cette France qui n'était censée produire que du tourisme, des vins, des parfums et de la gastronomie, et qui avait fabriqué Concorde (une prouesse qui fut bien longue à digérer), le TGV, l'Exocet, les Mirage, Ariane, et des voitures sérieusement plus performantes que les grosses américaines. Les "mauvais coups" de l'Institut Pasteur, hier, ne leur ont pas

fait davantage plaisir et l'Airbus commence à leur taper sérieusement sur les nerfs.

La troisième raison, que nous nous permettons d'ajouter à la démonstration de Bernon et Bodelle est l'entêtement américain à pratiquer l'*American Way* et à mépriser toutes autres approches comme ne convenant pas à leur génie national. On l'a vu dans l'industrie automobile, où l'obstination à produire de grosses voitures et de très grandes séries les a rendus inaptes à s'adapter à la modification du marché. On l'a revu en architecture, où l'obstination à fabriquer des gratte-ciels hermétiques a transformé les maisons en cages à germes et en monstres consommateurs d'énergie. Pour ne citer que deux exemples.

Comment l'Amérique se sortira-t-elle de cette impasse qui hypothèque tout son avenir ? Prudents, les auteurs posent le problème et s'arrêtent au point d'interrogation.

Gerald Messadié

Les rédacteurs de Time-Life

LA PROTECTION DES DONNÉES

Time-Life, 128 p., 160 F

L'ouvrage commence avec votre feuille de paye. Les entreprises ne vous remettent plus de chèques. Grâce à l'informatique, elles font un virement bancaire direct, qui est véhiculé sur une ligne téléphonique. Cela prend moins d'une seconde. Bien entendu, l'ordre est codé. Selon la distance, le message peut emprunter un câble téléphonique ou la radio, après transfert par un relais ou encore le satellite de télécommunication à 36 000 km de la Terre. Ce genre de service est fort apprécié. Il n'en comporte pas moins de gros risques, car n'importe qui peut percer le code, entrer dans le circuit téléphonique et brouiller le message, intentionnellement ou par inadvertance. Si bien que le montant viré peut être incorrect... ou porté au crédit d'un autre compte.

Ainsi est posé le problème du piratage informatique. Un problème qui est loin d'être une hypothèse d'école. L'auteur en donne un exemple très actuel : la fraude sur les cartes de crédit. Certes, dit-il, le titulaire de la carte n'est tenu res-

pensible que d'une partie des achats inattendus figurant sur son relevé, mais le public finit par payer la note et les sociétés de cartes de crédit augmentent leurs cotisations pour couvrir les pertes.

De proche en proche, le livre nous fait entrer dans le labyrinthe de l'effraction informatique, des systèmes de protection, des codages d'accès, des techniques sophistiquées de piratage (du "Cheval de Troie" à la "bombe" logique) et d'anti-piratage. Aussi pourrait-on s'attendre à lire un livre aride destiné aux initiés de l'informatique et donc hermétique pour le grand public. Il n'en est rien : l'ouvrage se lit comme un roman. Et c'est tout le mérite des rédacteurs de Time-Life d'avoir écrit pour tous sur une matière aussi technique que le codage informatique.

Tous les aspects sont abordés : les méthodes de piratage, les procédés employés pour protéger des centres informatiques aussi vitaux que le poste de commande de NORAD enterré dans les entrailles de la Cheyenne Mountain dans le Colorado, la formation du personnel, le codage par empreintes digitales, les accès aux fichiers, les codes impénétrables, le piratage des données de l'espace, les codages cryptographiques, etc. D'excellents schémas en couleurs montrent, toujours précisément mais simplement, comment les choses se passent.

Lexiques et bibliographie complètent cet ouvrage, sans doute l'un des plus passionnants livres d'espionnage du moment. Un seul regret : l'action se passe en Amérique et le lecteur devra imaginer qu'elle pourrait se passer chez nous et que, parfois, les pirates pourraient y travailler plus facilement grâce au Minitel, exclusivité française.

Roger Bellone

Emmanuel Chadeau

L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

EN FRANCE, 1900-1950

Fayard, 558 p., 180 F

Premier d'une série proposée par le Pr François Caron sur l'histoire des sciences, des techniques et des entreprises, cet ouvrage se distingue des autres habituelle-

ment consacrés à l'histoire de l'aviation en ce qu'il est le premier de la sorte en France : il s'intéresse à l'aspect industriel. Avec l'auteur, nous estimons, en effet, qu'il convient de s'interroger sur la qualité manufacturière de notre industrie aéronautique lorsqu'on évoque le dernier message de Mermoz "Coupons moteur arrière droit".

Il est impossible d'évoquer les gloires de l'aviation française de 1914-1918 sans analyser l'effort industriel correspondant. Comment aussi ne pas évoquer les erreurs de gestion économique qui marqueront la période de l'entre-deux guerres, et ne pas raconter la dure reconquête de notre industrie aéronautique à partir de 1950. Le cas de l'industrie aéronautique française est intéressant car il constitue un remarquable révélateur des forces et faiblesses du pays.

C'est donc dans des perspectives internationales, nationales, économiques, géostratégiques et financières qu'est décrite la vie des entreprises qui ont fait l'aviation française, de Blériot à Marcel Dassault. Une vision nouvelle sur un sujet passionnant.

Jean-René Germain

Sous la direction de Chris Pellant

LA TERRE

Bordas, 208 p., 95 F

François Michel

ROCHES ET PAYSAGES ONT UNE HISTOIRE

BRGM-Total-Press, 156 p., 130 F

Ces deux ouvrages sont complémentaires. Poursuivant son encyclopédie visuelle, l'éditeur Bordas nous présente ici l'état complet des connaissances sur la Terre, planète entourée d'une enveloppe gazeuse et sujette à une évolution. Plus de 200 dessins, diagrammes et cartes, 400 photographies en couleurs nous donnent une représentation exhaustive, permettant de comprendre son origine, sa constitution et son évolution passée ou future. Notons que les auteurs de l'ouvrage considèrent que la pollution résultant des activités humaines est susceptible de modifier l'évolution future de notre globe.

Tout autre est l'approche de François Michel qui, par le texte, le

dessin et la photo cherche à nous faire comprendre les causes géologiques des paysages. L'auteur de cet ouvrage — de bonne vulgarisation — nous fait partir du paysage observable (la forêt de Fontainebleau, par exemple), puis en explique les particularités géologiques, pour finalement en venir aux processus qui l'ont façonné au cours des millénaires (savait-on qu'il y a 35 millions d'années, une mer recouvrait Fontainebleau ?) et nous parler des différents types de roches et des phénomènes de surface liés au vent, à l'eau, au Soleil et à la gravité qui les affectent. A bien lire pour préparer les promenades.

J.-R. G.

Jacques Blamont VÉNUS DÉVOILÉE

Odile Jacob, 370 p., 130 F

A ne rechercher que la plongée dans l'inconnu, à ne présenter que les nouvelles découvertes scientifiques, on a trop souvent la vision d'une science éthérée, détachée des contingences de ce monde. Nous oublions souvent les hommes qui la font. Cet ouvrage, écrit par un homme de science français, démontre à quel point la découverte scientifique dépend des hommes qui la font et surtout du contexte politico-économico-scientifique dans laquelle elle éclôt. Il conte (conter est le véritable mot) comment 18 années lui ont été nécessaires pour transformer en réalité son rêve tenace d'exploration de l'atmosphère de Vénus à l'aide de ballons.

Jacques Blamont n'est pas n'importe qui dans la recherche spatiale. Premier directeur du CNES à sa fondation en 1962, il fut responsable de la mise au point des premiers satellites artificiels lancés par la France, et directeur du service d'Aéronomie du CNRS. Membre de l'Académie des sciences et conseiller scientifique à la direction générale du CNES, c'est l'un de nos savants spatiaux les plus créatifs. Selon sa tactique, consistant « à tirer sur tout ce qui bouge » et alors que les Soviétiques lançaient leurs premiers satellites et avaient autre chose à penser, il proposa, dès 1960, à Anatoli Arkadievitch Blagonravov, un vieux général d'artillerie à 5 étoiles, de donner à la France une place à bord d'un de

ses satellites. A sa grande surprise, la requête fut accueillie favorablement par les Russes. C'est ainsi que commença la longue et parfois pénible route qui devait aboutir au largage de deux ballons dans l'atmosphère de Vénus par les sondes soviétiques *Véga 1* et *Véga 2*, début juin 1985.

Blamont, dont on s'aperçoit au fil du récit qu'il fut l'un des principaux artisans de la coopération spatiale entre la France et l'URSS, détaille les aléas de cette coopération : comment ses interlocuteurs dans un projet disparaissent subitement de la scène pour faire place à d'autres, comment certains personnages de premier plan ne sont en réalité que des hommes de paille alors que les vrais responsables restent en retrait, comment les scientifiques soviétiques eux-mêmes ne connaissent pas leur propre organisation spatiale, et comment, malgré ces apparents handicaps, on parvient quand même à lancer des ballons dans l'atmosphère de Vénus.

Il rapporte aussi, comment se produisit, sous l'impulsion du nouveau patron de l'Institut de recherches spatiales de Moscou (IKI), Roald Sagdeev, un courant favorable à son projet, alors qu'il lui semblait que tout était perdu.

On s'aperçoit ici que, malgré les apparences, la recherche spatiale soviétique n'a rien du monolithisme dont elle veut donner l'image. Ses chercheurs, plus encore que les nôtres, dépendent étroitement de puissants protecteurs politiques qui se livrent une lutte incessante.

Mais les difficultés ne proviennent par toujours de nos partenaires spatiaux. En France même, les aléas de la politique, les mutations, les inimitiés de certains hommes politiques pesèrent également dans la conduite du projet de Jacques Blamont. Son ouvrage vaut en fait par les détails qu'il donne sur la conduite de programmes scientifiques internationaux. On en saisit mieux la difficulté et surtout la dépendance de la recherche scientifique, et plus particulièrement de la recherche spatiale, à l'égard de la politique. Car c'est le politicien qui décide en fin de compte de l'attribution des crédits, qui décide donc de la vie ou de la mort d'un projet scientifique. Et tant pis si la grande science y perd.

J.-R. G.

Jean Héraud L'HOLOGRAPHIE, DE LA DÉCOUVERTE À LA RÉALISATION PRATIQUE

Dunod, 132 p., 120 F

Finie l'époque où l'holographie n'était qu'une affaire de spécialistes. Aujourd'hui, les amateurs peuvent réaliser des hologrammes aussi facilement que des photographies. Jean Héraud, qui a acquis une longue expérience au laboratoire du Centre d'études nucléaires de Saclay, propose une initiation à cette technique qui, dit-il, est à la portée de chacun, quel que soit son niveau de connaissances (jeunes lycéens, membres de clubs, etc.). Il explique comment s'équiper d'un petit laboratoire holographique.

Dans une première partie, sont abordées les techniques de réalisation des hologrammes, par réflexion et par transmission, la fabrication d'une lentille holographique ou d'un réseau holographique. Dans une seconde partie, l'auteur passe aux techniques particulières, les hologrammes en couleurs, les hologrammes arc-en-ciel, les hologrammes multiplex. Tous renseignements pratiques sont donnés : quels matériaux utiliser, quelles surfaces sensibles, quels produits chimiques et où trouver tous ces matériaux. Un excellent guide pratique.

R. B.

Laurent Douek GUIDE D'ACHAT COMPARATIF DE LA PHOTO

Septimus, 118 p., 45 F

Autrefois, les éditeurs publiaient des catalogues de matériel photographique très complets, pour permettre aux amateurs de choisir leurs appareils de prise de vue ou de projection, ainsi que leurs accessoires. Depuis de nombreuses années, ce type d'ouvrage avait disparu. Avec son guide, Laurent Douek le remet à l'honneur. Sous forme de fiches, il décrit et critique 172 appareils 24 × 36 et 35 modèles de formats moyens et spéciaux. Dans des tableaux sont ensuite présentés tous les objectifs, les flashes et les films du marché. Voilà donc une brochure fort utile avant un achat de matériel photo.

R. B.

(suite du texte page 152)

**AVEC FORMULE PLUS,
ALLEZ-Y, C'EST POSSIBLE!**

**CATALOGUE GRATUIT
DANS LES GARES
ET AGENCES DE VOYAGES**



SNCF

Collectif "Calamity Jane Hero"

L'ÉTOILE BLÈME

DES DROGUÉS DISENT

Vivre-Lieu Commun, 237 p., 95 F

Effrayante collection de témoignages à la première personne sur le monde fantasmagique de la drogue et ses souffrances. La valeur est hélas gâchée par l'introduction rédigée par le groupe même qui a eu l'initiative de ce livre et qui attend pour 1992, dit-il, avec l'ouverture des frontières européennes, la libéralisation des "drogues douces". Car ce groupe ne considère « pas qu'elles entrent dans la catégorie des stupéfiants », ce qui nous paraît bel et bien refléter une méconnaissance architecturale de la pharmacologie et de la toxicologie. Introduction par ailleurs littéraire et creuse, qui n'évoque même pas, fût-ce en passant, les raisons psycho-sociales de l'extension de la drogue et qui contient au moins une autre assertion fautive, c'est qu'Henri Michaux n'aurait jamais "brisé" avec la drogue. **G.M.**

Gerald Messadié

LES GRANDES DÉCOUVERTES DE LA SCIENCE

Bordas-Compacts, 256 p. 79 F

Tout familiarisé que l'on soit avec les sciences, ce livre ne peut manquer de surprendre. Présenté sous la forme de quelque 120 récits des principales découvertes qui ont façonné notre vie (y compris celles du café et du champagne !), il met en effet en lumière à la fois la servitude des savants à l'égard des idéologies de leurs époques et leur fréquente incapacité à mesurer la portée de leurs découvertes.

Ainsi, personne dans le monde occidental ne s'intéressera au fait, pourtant rapporté par maints voyageurs, que les Chinois guérissaient depuis des siècles les infections cutanées avec le jus de moississures cultivées sur la crème de soja. Comme on s'en doute, ils utilisaient la pénicilline sans le savoir. Celle-ci n'entra dans l'histoire que lorsqu'Alexander Fleming la redécouvrit, par hasard, en 1928. Il s'en fallut qu'il en saisît vraiment la portée thérapeutique ; en tous cas, il se servit surtout du jus de pénicil-

lium pour ses travaux en bactériologie.

Ceux qui apportèrent la salutaire pénicilline au monde sous forme thérapeutiquement utilisable furent Howard Florey et Boris Chain, notamment parce qu'ils étaient parvenus à convaincre les autorités américaines de l'intérêt d'un produit anti-infectieux (on ne disposait encore que des sulfamides), alors que l'Occident abordait sa seconde guerre.

Jusque dans les années 40, l'idéologie médicale s'était résignée au fait que la médecine ne guérissait pas, et treize ans s'écoulèrent donc avant que la pénicilline entrât enfin dans l'arsenal thérapeutique.

On enseigne encore aujourd'hui que le précurseur de la machine à vapeur est Denis Papin, avec sa fameuse marmite (devenue notre autocuiseur). En réalité, elle avait été inventée quelque trois siècles avant notre ère, sous la forme de l'éolipyle, par Héron d'Alexandrie ; mais nul n'y avait pris garde, peut-être parce que l'on pensait ne pas avoir besoin de machines à vapeur !

Troisième exemple du rôle des idéologies, de la culture et des facteurs socio-politiques. Quand, en 1939, le respectable Otto Hahn réalisa la fission de l'uranium et qu'il obtint à la place de ce métal de l'argon et du baryum, il reste pantois et n'y croit pas trop. Cet exploit, même si c'est lui qui l'a réalisé dans des conditions parfaitement scientifiques, fleurit trop alchimie. C'est son ancienne collaboratrice, Lise Meitner, qui, la première, comprend la portée de cette invention qui devait aboutir à la bombe A.

Et pourtant, des découvertes se font et finissent par aboutir ! Cette collection de récits qui mettent les découvreurs en situation, expliquant les circonstances de leurs trouvailles, est en fait un voyage dans les zones de lumière et les régions ténébreuses de l'esprit.

Des notations marginales, souvent pittoresques, parfois passionnées, complètent les récits. La lecture est aisée autant que le format de la nouvelle collection Bordas est commode. Le résultat final du dépoussiérage entrepris par l'auteur est souvent dérangeant.

J.-R. G

D. Clayssens, D. Lobstein,

J. Zeitoun

LES NOUVELLES IMAGES, INTRODUCTION À L'IMAGE INFORMATIQUE

Dunod, 166 p., 175 F

Les ordinateurs produisent aujourd'hui des images, en noir ou en couleurs, et les animent pour en faire des films destinés au cinéma ou à la télévision. Chaque jour, la place de ces images synthétiques dans l'audiovisuel s'élargit. L'enjeu culturel devient désormais un enjeu économique. Les auteurs font le point sur cette évolution qui apparaît d'ailleurs comme une véritable révolution technologique dans le monde des images et de ceux qui, autour, contribuent à le façonner : techniciens, programmeurs, graphistes, auteurs, réalisateurs, et autres créateurs...

Cet ouvrage décrit tout d'abord le contexte socio-technique des nouvelles images (production, utilisation, enjeu culturel).

Vient ensuite un ensemble de fiches très structurées traitant chacune d'une notion ou d'un objet, en l'analysant sous ses divers aspects techniques et culturels (le matériel graphique, l'interactivité, la synthèse d'images, le traitement d'images, l'utilisation des nouvelles images avec notamment l'édition électronique, les graphiques d'affaires, le transport d'images, les jeux vidéo, l'animation).

Enfin, des annexes fournissent au lecteur un glossaire et une bibliographie. L'illustration comporte un cahier de huit pages en couleur, donnant des exemples caractéristiques d'images de synthèse.

Le livre est purement didactique et constitue donc un outil de travail pour les élèves des écoles et pour tous les techniciens qui doivent s'initier aux nouvelles technologies (publicitaires, dessinateurs, architectes, plasticiens, photographes, cinéastes et éditeurs).

Avouons-le, c'est un ouvrage austère, rigoureux, ce qui, au cas particulier, est une qualité. En effet, dans une technologie qui évolue très vite, mais dont la progression n'est pas très perceptible parce qu'elle est faite d'affinements quotidiens des machines et des logiciels, il était nécessaire de faire un point systématique dans tous ses domaines. **R.B.**

AUTRES LIVRES REÇUS

Gabriel Nahas LES GUERRES DE LA COCAÏNE

France-Empire, 206 p., 88 F

Toxicologue connu, l'auteur s'est rendu avec Cousteau et l'équipe de la *Calypso* dans les Andes péruviennes, afin d'y tourner *Tempête de neige sur la jungle*, qu'a diffusé la télévision. Voici le récit de son voyage-enquête, enrichi de nombreuses observations historiques, toxicologiques et politiques. À lire, la conversation avec l'ineffable Timothy Leary, qui considère qu'il n'y a pas de drogues dangereuses ! Rappelons que Leary a été l'un des principaux responsables de l'épidémie d'utilisation de la drogue parmi les jeunes Américains, à partir des années 60, aux fins supposées d'"étendre le champ de la conscience"... Charabia inepte et irresponsable dont on a pu mesurer la toxicité.

Isabelle Maddéo-Souriau

ARIANE, LE PARI EUROPÉEN

Hermé, 230 p., 95 F

Au moment où les tirs de la fusée Ariane vont reprendre, voici un ouvrage fort bien documenté et vivant. Il permet de comprendre l'enjeu, et ce que représentent pour l'Europe la fusée Ariane et ses développements futurs. On y apprendra en même temps les principes de base sur lesquels repose le fonctionnement des fusées, ainsi que toutes les étapes qui concourent à la fabrication de ces engins, machines parmi les plus complexes que l'homme ait jamais réalisées.

J.-R. G.

Michel Noël et Aimé Bocquet LES HOMMES ET LE BOIS

Hachette, 346 p., 218 F

Excellent livre, et livre de référence, sur un excellent sujet : la place du bois dans les civilisations et les techniques appliquées à son utilisation. Des utilisations du bois dans les villages lacustres aux ébénistes du XVIII^e siècle et aux tendances industrielles actuelles. Un chaleureux bravo !

Georges Viscardy ATLAS-GUIDE PHOTOGRAPHIQUE DE LA LUNE

Masson, 454 p., 490 F

On n'ose dire que M. Viscardy est un astronome "amateur", tant la qualité de son équipement et de son travail est professionnel. Son ouvrage sur la Lune est le fruit d'un important travail réalisé dans son observatoire personnel de St-Martin-de-Peille, doté de télescopes de 310 et de 520 mm de diamètre. C'est le premier atlas photographique complet de la Lune publié depuis 50 ans !

L'atlas précédent, constitué par Kuiper, réunissait les meilleures photographies des observatoires professionnels de Lick, du mont Wilson et du pic du Midi. Celui-ci rassemble 220 planches photographiques 18x24 couvrant la quasi-totalité de la face visible de la Lune, avec une netteté parfois supérieure aux photos des grands observatoires mentionnés plus haut. Chacune des planches illustre une zone déterminée de la surface lunaire. Cratères, mers, promontoires, golfes, sont identifiés et commentés pour permettre à l'observateur de s'y retrouver.

J.-R. G.

Dr Cyrille Koupernik LE LIVRE DES PEURS

Ramsay, 242 p., 89 F

Distayant inventaire des peurs, anxiétés et phobies avec les théories d'explication. Cet excellent psychiatre qu'est Koupernik rappelle, mais pas assez fort semble-t-il, que la peur, même si elle est cause de mal-être, peut avoir une action positive « dans la mesure où elle incite à examiner les données d'une situation menaçante ». C'est donc un mécanisme d'adaptation à la vie, et peut-être faudrait-il aussi inciter le public à ne pas se jeter sur des psychotropes pour calmer à tout prix ses anxiétés. Lecture simple autant que "solide" que nous recommandons à tous les anxieux. Ce qui, à part les lobotomisés et les bébés, doit avoisiner quelque cinq milliards d'humains...

Jean-Yves Cousteau et Yves Paccalet LA MER BLESSÉE LA MÉDITERRANÉE

Odyssée-Flammarion, 192 p., 125 F

Cet excellent tandem d'auteurs auquel on doit déjà de nombreux ouvrages "de première main", c'est-à-dire des récits directs inspirés par leurs propres expériences, offre une sorte de journal de bord d'une enquête sur les ravages innombrables infligés à la faune, à la flore et à l'équilibre général de la Méditerranée par des pêches abusives, la création de nouveaux ports, le bétonnage, les ports "de plaisance", l'assèchement des marécages et, bien entendu, une pollution sans merci. Un témoignage accablant. De nombreuses et excellentes photos en noir et en couleurs servent de preuves sur ce qui s'en meurt et ce qui survit dans cette mer qui fut aussi la Mère des civilisations.

Sélection du Reader's Digest GUIDE

DES PLANTES SAUVAGES

Album coul., 416 p., 199 F

« Qu'est-ce que c'est que cette plante ? » question infiniment répétée au cours des vacances, des promenades automnales ou hebdomadaires.

« Est-elle vénéneuse ? Sert-elle à quelque chose ? »

Voici pour répondre à tous les amis et amoureux de la nature un remarquable guide de la qualité à laquelle nous ont accoutumés les éditions Sélection du Reader's Digest.

Chaque plante est représentée avec toute la précision désirable (et dans un style esthétique), une note concise lui assigne sa place en botanique et dans la vie courante, ses noms courants et son nom scientifique sont également clairement et systématiquement énoncés.

Il ne reste plus qu'à savoir distinguer l'éléocharide des marais du cladion, et la carline commune de la picride fausse-vipérine. Un ouvrage qui, aussi, pourrait tenter les poètes.

G.M. ▲

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

SON

Éclairage artificiel pour film vidéo

Les prises de vue avec un caméscope ne sont pas faciles lorsque la lumière est faible. Certes, la plupart des caméras vidéo sont utilisables avec 10 ou 15 lux ; mais cela n'est tout de même possible qu'avec un objectif ultra-lumineux, ouvert à 1:1,4 ou 1:1,2. Et la profondeur de champ est si étroite avec ces diaphragmes qu'on ne peut guère espérer obtenir des images satisfaisantes.

Dans ces circonstances, l'apport de lumière artificielle permet de retrouver des images de qualité. Si les professionnels n'hésitent pas à faire appel à cette technique en utilisant des torches ou des spots, les amateurs sont plus réticents, car ce type de matériel est pour le moins encombrant.

Un constructeur, Crown, vient de lancer deux appareils d'éclairage destinés aux utilisateurs de caméscopes, les torches CV-1200 et V-1000. Peu encombrantes, relativement maniables, elles fonctionnent sur une batterie 12 V et offrent respectivement une autonomie de 30 et 45 minutes.

Le modèle V-1000 possède trois témoins de charge et, malgré une ampoule peu puissante de 50 W, assure une intensité lumineuse de 2 800 lux à 1 m. Ces torches ne comportent aucun ventilateur et se branchent sur batterie au moyen d'une prise d'allume-cigare, ce qui permet l'alimentation sur accumulateur de voiture.

Prix : CV-1200 : 1 250 F environ
et V-1000 : 1 590 F environ.

PHOTO

Un 24×36 bi-focal pour la photo rapprochée

La firme japonaise Fuji lance un second appareil 24×36 bi-focal, le Tele Cardia Super date. Il est doté d'un grand angulaire 3,5×35 mm à 3 lentilles et d'un téléobjectif 6,7×70 mm à 7 lentilles, le change-



ment de focale étant motorisé. De plus, le téléobjectif possède une position "macro" qui permet la prise de vue en gros plan à 50 cm (les positions normales étant de 90 cm en téléobjectif et 80 cm en grand angulaire).

Toutes les fonctions de l'appareil sont automatiques : mise au point, réglage de lumière, flash, entraînement et rebobinage du film. Sur le capot, un écran à cristaux liquides affiche les informations de prise de vue. L'appareil possède un système pour dater les vues et est alimenté par pile au lithium. Poids : 335 g. Prix non encore fixé.

Démenti Nikon concernant une fausse information selon laquelle les objectifs Nikon AF (autofocus) se substituerait aux objectifs classiques Nikkor, dans les focales existant en objectifs AF. En fait Nikon produira les deux gammes d'optiques.



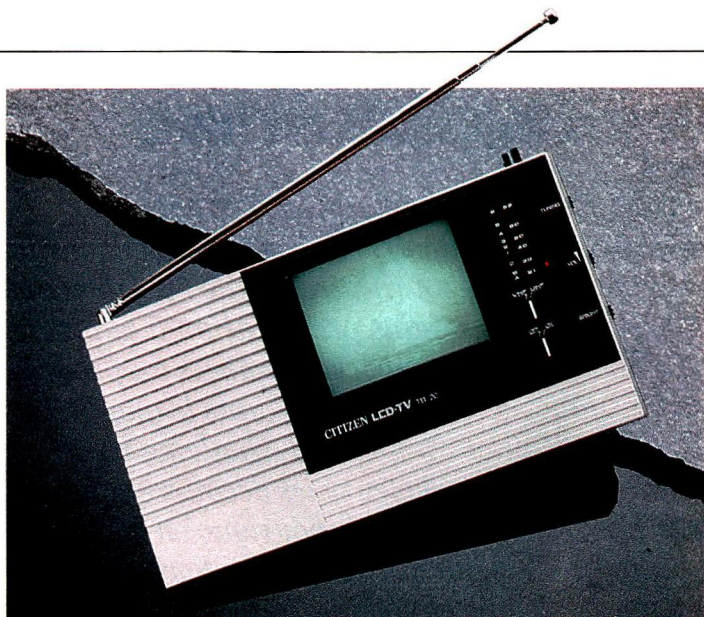
SON

Un casque pour espionner les oiseaux

L'utilisation du casque audio s'est largement développée avec la haute fidélité et la radio. Dans tous les cas, c'est un moyen pour le mélomane d'écouter de la musique enregistrée sans être gêné par les bruits ambiants. Jusqu'ici, le casque n'avait pas encore été employé pour des écoutes en direct de sons originaux.

Doté de microphones et d'amplificateurs, l'US Sound a été conçu pour capter et écouter les bruits lointains. Par exemple, dans la nature, il doit permettre de localiser et d'identifier des chants d'oiseaux, d'insectes ou d'autres animaux. L'équipement comporte deux microphones stéréophoniques pour capter les sons. Le volume de l'amplification est réglable pour chacun des deux écouteurs et, si le niveau dépasse 100 dB, un dispositif de sécurité coupe le son pour se remettre en marche automatiquement ensuite, dès que le niveau sonore revient en dessous de cette valeur.

Le système malheureusement n'est pas sans défauts. Les microphones intégrés étant de type omni-directionnels, ils captent tous les sons dans un angle de 360°, ce qui rend le casque inutilisable. Dommage qu'une entrée n'ait pas été prévue pour brancher un micro directionnel utilisable dans les cas difficiles de prise de son. D'autre part, une prise normalisée permet de raccorder les microphones à un magnétophone stéréophonique et, ainsi, d'enregistrer les sons écoutés. Prix : 2 850 F (France Export Service, 28 rue Duplex, 75015 Paris, tél. (1) 43 06 73 72).



VIDÉO

Téléviseur à cristaux liquides grand écran

Voici, disponible en France dans le système SECAM, un mini-récepteur de télévision à cristaux liquides (LCD-TV-TB20 de Citizen) : il mesure 210 x 120 x 30 mm et pèse 500 g. Son écran (71 x 53 mm) est plus important que celui des précédents modèles.

Il présente un autre avantage : l'observation des images est particulièrement confortable : en effet, une surface électroluminescente est disposée dans le boîtier, derri-

re l'écran à cristaux liquides. Dans le modèle précédent, c'était le reflet de l'image dans un miroir que l'on regardait. Et il fallait d'abord orienter l'appareil vers une source lumineuse ou bien le munir d'un système électro-luminescent qui était fourni en accessoire. Nous avons essayé cet appareil sur le réseau câblé de Paris : il reçoit normalement les quinze canaux. Prix : 1 300 F. (Sébastien, 49 rue des Batignolles, 75017 Paris.)

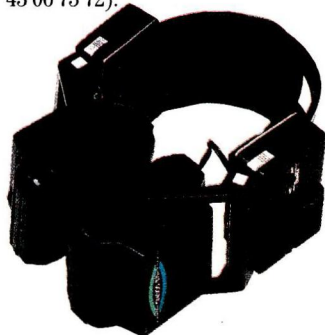
PHOTO

Le Rolleiflex fait peau neuve

Voilà maintenant près d'un demi-siècle que la firme allemande Rollei propose des appareils 6x6 reflex. Le dernier né, le Rolleiflex 6006, vient d'être "modernisé" et baptisé "6006 Modèle II". Les améliorations portent d'abord sur la mécanique et l'électronique : des moteurs linéaires plus efficaces qu'avec le Rolleiflex 6006, entraînent le film et l'obturateur. D'autre part, le boîtier est maintenant muni d'un système de débrayage, ce qui permet des surimpressions sans

avoir à retirer le dos magasin.

Rappelons que cet appareil 6x6 à moteur électrique d'entraînement est le seul à disposer d'un obturateur fonctionnant à une cadence de 10 déclenchements à la seconde, ce qui autorise la strobophotographie sans qu'il soit besoin d'un flash spécifique. Ce Rolleiflex 6006 modèle II est vendu au même prix que l'ancienne version, soit environ 23 000 F avec un dos magasin, un viseur de poitrine et un objectif 80 mm 1:2,8.



Les objets du mois

Objets astucieux et appareils ingénieux produits par l'industrie arrivent souvent sur le marché sans tambour ni trompette : le fabricant les commercialise sans présentation à la presse ni publicité, parce que les retombées du progrès scientifique et technologique dans le quotidien se multiplient très vite et, finalement, se banalisent. Les acheteurs les découvrent alors par hasard, en flânant de boutique en boutique. Chaque mois, nous allons ainsi fouiner aux "puces" de la technologie, autant pour vous informer que pour votre plaisir.

1 MACINTOSH VOIT DOUBLE

La plupart des grands progiciels qui "tournent" sur Macintosh sont quelque peu à l'étroit sur l'écran d'origine. Les images qu'ils génèrent ont une surface bien plus grande que celle de l'écran. Pour les afficher et les exploiter, il faut déplacer la "fenêtre" active sur toute leur étendue.

Ce procédé, fort ingénieux au demeurant, devient fastidieux sur de grandes feuilles de calcul (Multiplan, Excel), et encore plus dans les applications graphiques (édition électronique, conception assistée par ordinateur, etc.) pour lesquelles la composition exige une vue d'ensemble. La solution passe par l'affichage d'au moins une page A4 sur un écran externe tout en conservant, bien sûr, la même définition que celle de l'écran d'origine du Macintosh.

Une société française, IC Products, qui commercialise déjà deux modèles d'écran géant de ce type, vient de lancer le "Dimension 15" (pour 15 pouces, longueur de sa diagonale). Il affiche verticalement une page A4 complète avec une résolution de 720x900 pixels. Si l'on excepte son format légèrement inférieur à celui des autres modèles (17 et 19 pouces), il présente les mêmes caractéristiques techniques que ses prédécesseurs. La gestion de la mémoire vidéo est

assurée par une carte interface implantée dans le Macintosh. Cette carte, qui comporte une mémoire de 128 Ko, accélère de 2,5 fois la vitesse d'affichage. Mais cet écran se distingue par son prix, 17 600 F environ, et surtout, par le nouveau logiciel qui l'accompagne et qui permet l'affichage de l'espace virtuel disponible simultanément sur l'écran Dimension et sur celui du Macintosh.

Ainsi il est possible de réserver le plus petit écran à une fenêtre de contrôle, à l'album ou à quelque "accessoire de bureau", tandis que l'on travaille sur le grand. La même fenêtre peut aussi être étirée à cheval sur les deux.

En outre ce logiciel propose de multiples réglages qui améliorent le confort d'emploi : modification de la grosseur du curseur, changement du corps des caractères de la "barre de menus" (qui surmontent tous les visuels de Macintosh), réglage de la continuité de ces images sur les deux écrans, Sauvecran (dispositif qui éteint automatiquement l'écran si aucune manœuvre n'a lieu au bout d'un certain délai dont la durée est fixée par l'utilisateur ; il le rallume instantanément dès que l'on intervient soit sur le clavier, soit sur la souris). "Dimension 15" est disponible chez les concessionnaires Apple (Reenseignements IC Products, 38, rue René-Boulanger, 75010 Paris).

2 DES PILES POUR LE PULVÉRISATEUR...

Les systèmes de pulvérisation pour fongicides ou insecticides ne manquent pas. Ils ont en commun une pompe qu'il faut actionner à la main pour obtenir la pression permettant de créer un jet de gouttelettes de produit. Avec le lancement d'un nouvel appareil, Tecnomat, le pompage manuel est remplacé par un pompage électrique alimenté par 6 piles de 4,5 V. Pour mettre en service l'un ou l'autre des réservoirs, il suffit d'actionner un commutateur placé sous le compartiment des piles. De ce fait, il est possible de disposer de deux produits de traitement différents...

Le pulvérisateur est livré avec sa lance, son tuyau et une allonge de lance qui facilite l'accès aux endroits difficiles. Tous les fongicides et insecticides liquides sont utilisables avec cet appareil. Prix : 595 F sans les piles (BHV, 52, rue de Rivoli, 75004 Paris).

3 ... ET POUR LA BROSSÉ À VAISSELLE

La mode est aux outils électriques sans fil. Après la perceuse, la raboteuse, la scie, la brosse à dents, voici la brosse Ronic pour laver la vaisselle. Une batterie et un moteur sont disposés sous un capot étanche. L'appareil est livré avec trois accessoires interchangeables : deux brosses, l'une souple pour les verres, l'autre à poils durs pour les assiettes et un disque abrasif destiné au récurage des plats et des casseroles. La vitesse de rotation est de 300 tours/minute, juste suffisante pour laver sans provoquer d'éclaboussures. Prix : 295 F (La Samaritaine, 19, rue de la Monnaie, 75001 Paris).

4 LA PÉDALE CALE-PIED

Le cale-pied fut créé pour le confort des cyclistes en permettant à la fois de solidariser le pied de la pédale durant la route, et de le retirer de la pédale pour s'arrêter. Mais depuis des dizaines d'années, le système n'a guère changé : une courroie fixée à la pédale que l'on serre pour l'adapter au pied. Certes, ces dernières années, des sys-



tèmes de fixation rapide sans courroie ont été réalisés. Ils ont l'inconvénient de maintenir le pied de façon rigide, lui interdisant le moindre mouvement.

Une firme, la société Time, vient de concevoir un procédé plus souple et plus efficace : une pédale équipée d'un cale-pied de sécurité à fixation rapide qui ne nécessite aucune intervention manuelle. Il laisse au pied une liberté angulaire

de $\pm 5^\circ$ et une liberté latérale de ± 9 mm. Quant à la libération du pied, elle s'effectue par un simple mouvement de torsion arrière, ce qui assure une bonne sécurité en cas de chute.

La pédale comporte une mortaise dans laquelle vient s'engager un tenon fixé sur une semelle spéciale. Cette dernière s'adapte sur de nombreuses chaussures mais la société Time propose également des

chaussures spéciales comportant ce tenon.

De plus, on peut régler la semelle sur la pédale selon 6 positions. D'après le fabricant, l'espace entre la semelle et l'axe de la pédale atteint la valeur record de 9,5 mm sur ce modèle. Le pied est en même temps solidaire de la pédale pour faciliter l'effort, et libre de ses mouvements, ce qui évite sa fatigue. Prix : environ 750 F.

5 ENCORE UN AGENDA INFORMATIQUE

Un agenda électronique au format d'une carte de crédit n'est pas une chose nouvelle, mais le Data D'Lord 4Ko, un agenda qui vient d'être lancé, l'est par sa capacité de mémoire de 4 096 octets dont 3 820 réservés au stockage des noms et numéros de téléphone (environ 300).

Quoique de petit format (36×12 mm), l'écran est bien lisible. Il peut afficher simultanément une "page" de deux lignes de 10 caractères alphanumériques. Si un message dépasse cette capacité, une fonction du clavier permet de consulter la suite par une simple frappe. Sur le clavier, l'ordre de présentation des 35 touches est alphabétique. Seize sont affectées à des fonctions spéciales telles que stockage, recherche, verrouillage, alarme, etc. Extraire une information de la mémoire est très facile. Il suffit de composer la (ou les) premières lettres du nom ou du mot qui débute un message quelconque. Toutes les fiches commençant par cette (ou ces) lettres(s) seront affichées successivement par frappe sur la touche *search* (recherche). Pour éviter les indiscretions, un code secret peut verrouiller le fichier. D'Lord Data peut aussi servir de calculette et traduit les unités de mesure anglo-saxonnes en mètres et degrés Celsius (et inversement). Une autre fonction liée à la pendule-calculette intégrée, se charge de gérer votre emploi du temps sur l'année entière... Jusqu'à vingt alarmes peuvent être programmées simultanément. Lorsqu'elles arrivent à échéance, D'Lord Data vous en informe par un "bip" et affiche le message correspondant... Prix : 490 F (Sebastien, 49 rue des Bati-gnolles, 75017 Paris). Pour tout renseignement, utiliser le Minitel par le 36 14 code PICAD (en service à partir de la mi-septembre).

6 JOUEZ AVEC LA FIBRE OPTIQUE ET DÉCOUVREZ LA POLLUTION

Werner von Braun, le fameux spécialiste des fusées a affirmé avoir découvert sa vocation en manipulant des montages de la société Kosmos, une firme allemande spécialisée dans la fabrica-

tion de boîtes d'expérimentation scientifique. Il faut dire que cette firme possède un imposant catalogue de jeux sur la chimie, la biologie, l'électronique et l'informatique. Deux nouveaux titres viennent de le compléter.

Le premier, Kosmos High Tech, illustre les techniques de pointe de l'opto-électronique. Notons que, pour pouvoir réaliser les montages qu'il propose, il faut posséder au moins l'une des boîtes X2000, X3000 ou X4000. Près de 130 expériences sont alors accessibles qui vont de la technique du laser aux lecteurs de code barre en passant par les senseurs magnétiques à cellules Hall et aux manipulations de cellules solaires. Toutes les connexions se font sans soudure par insertion dans des clips métalliques. Il en résulte que tous les composants fournis sont réutilisables. Un manuel d'instruction, joint à la boîte, décrit et commente (en français) chaque expérience.

La seconde nouveauté, Test 2000 Ecologie, est destinée à mesurer la pollution de l'environnement. C'est un condensé d'expériences de chimie orienté vers la mise en évidence de certains polluants dans l'eau (nitrates et résidus d'aluminium), l'air (ammoniaque), les produits ménagers (phosphate dans la lessive, formaldéhyde dans les produits de vaisselle), les conserves (nitrite dans la charcuterie), les produits d'hygiène (phénols dans les déodorants), etc. Le coffret contient tous les réactifs et un manuel qui donne clairement le mode d'emploi. Il n'est pas absolument nécessaire d'avoir des connaissances préalables en chimie pour réussir les expériences proposées, mais, bien entendu, c'est préférable. Les deux boîtes sont destinées à des enfants à partir de 14 ans.

Kosmos High Tech et Test 2000 Ecologie sont en cours de commercialisation en France. On trouvera chaque boîte dans les grands magasins et chez les spécialistes de jeux techniques au prix de 570 F environ.

UN TÉLÉPHONE PHOTOCOPIEUR À DOMICILE

Le couplage d'un télécopieur ou d'un photocopieur au téléphone n'est pas chose nouvelle. Par contre, pour la première fois, un cons-

tructeur propose un appareil qui regroupe un poste téléphonique, un télécopieur et un photocopieur. Appelé Téléfax Spot, ce téléphone télécopieur est construit par Toshiba et possède par ailleurs une mémoire électronique de 12 numéros et un amplificateur incorporé pour converser sans tenir le combiné. Un petit écran à cristaux liquides affiche l'heure, le numéro de téléphone qui vient d'être composé et le temps de conversation. Bien entendu, les fonctions téléphone et télécopie ne peuvent être utilisées ensemble lorsqu'un correspondant téléphonique. Les documents d'un format A3 au maximum sont acceptés. Le système est compatible avec les normes internationales de télécopie. Il possède également une position de veille pour la réception automatique de télécopie, mais dans ce cas, un répondeur téléphonique n'est pas utilisable.

Pour l'instant, cet appareil, vendu par Orca Electronique (66, avenue des Champs-Élysées, 75008 Paris) au prix de 33 500 F, n'est pas homologué par les PTT. En principe donc, son usage est interdit en France. Quoique son prix soit élevé, le Téléfax Spot est proposé comme appareil individuel (par exemple pour des architectes, ingénieurs, médecins, chefs d'entreprise).

ASPIREZ LES ACARIENS

Les Japonais pensent vraiment à tout ! Mais ils se réservent certaines de leurs merveilles en refusant de les exporter. Tel cet aspirateur Mitsubishi TC-C110J. Extérieurement, l'appareil ressemble à un aspirateur courant. Il a cependant une caractéristique très particulière : il est équipé d'un grilloir d'acariens. Lorsque l'utilisateur a fini d'aspirer les poussières d'un appartement, il branche l'embout du tuyau de l'aspirateur sur la bouche d'aération du moteur, formant ainsi un circuit fermé de circulation d'air qui traverse la boîte de récupération de la poussière. Ensuite, il suffit de mettre l'aspirateur en marche. L'air circule ainsi à l'intérieur de l'appareil et se réchauffe en passant par le moteur. En quelques minutes, il atteint ainsi une température supérieure à 50 °C, fatale pour les acariens. Le travail fait, l'aspirateur s'arrête de lui-même. ▲

LANGUES & AFFAIRES

Premier établissement européen pour l'enseignement à distance des langues du commerce et des affaires.

Préparez votre entrée dans l'Europe de 92

- Complétez votre formation par un diplôme de langue à usage professionnel :
- **Chambres de Commerce Etrangères**
- **Université de Cambridge (anglais)**
- Préparez un métier d'avenir, dans une perspective internationale : **BTS Commerce International, Action Commerciale, Bureau-tique et Secrétariat, Traducteur Commercial.**

Enseignements à distance, à votre rythme, adaptés à votre niveau et à votre disponibilité. Inscription toute l'année. Orientation et formation continue.

Documentation et tests gratuits à :

Langues & Affaires, Service 4645,
35 rue Collange, 92303 PARIS-LEVALLOIS
Tél. : 42.70.81.88 - 42.70.73.63

Etablissement privé fondé en 1947. Sous contrôle pédagogique de l'Education nationale

La Solitude c'est L'ENFER

Des milliers de jeunes gens, jeunes filles, veufs, veuves, divorcés(ees), de 18 à 75 ans, de toutes situations, de tous milieux, sont inscrits au **CENTRE FAMILIAL**.

Cette importante organisation moderne et sérieuse — créée en 1951 — met sa longue expérience à votre disposition. Le grand nombre de candidats(les) sélectionnés(ees) par âge, situation, religion, **RÉGION**, etc. vous permet de rencontrer facilement, en toute liberté, des partis sérieux de **VOTRE RÉGION** ou de **TOUTES RÉGIONS** et de **CHOISIR** la personne "faite pour vous".

En retournant le **BON**, vous ferez un premier pas vers le bonheur. Vous recevrez une liste-échantillon de candidats(les) correspondant à votre âge, ainsi qu'une passionnante brochure illustrée de 68 pages qui vous donnera tous renseignements pour découvrir rapidement votre idéal.

Ce simple geste peut être pour vous le départ d'une vie nouvelle. Discretion garantie. Plus de 42.000 références constatées par Huissier en 1975.

CENTRE FAMILIAL

43, rue Laffitte (ST) - 75009 Paris

BON Veuillez m'envoyer une liste-échantillon, ainsi que votre brochure, sous pli discret, **GRATUITEMENT**, et sans aucun engagement de ma part.

NOM (Mr - Mme - Melle) et adresse

AGE

DEVENEZ REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, **UNIVERSALIS** (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant **RAPIDEMENT** et **A PEU DE FRAIS** à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, **UNIVERSALIS** vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n°F17 à

UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.

Pour la Belgique : 30, rue Louvrex, 4000 Liège - Tél. 041/23.51.10

BON pour une documentation gratuite
sans engagement et sans frais.

à découper ou à recopier

NOM : _____
PRENOM : _____
ADRESSE : _____

F17

2.XII.87

Voici mon secret pour parler avec aisance...

... et faire passer mes idées

Avant à prendre la parole le lendemain devant le directeur de ma société, j'étais obsédé par la peur d'être ridicule ou de ne plus savoir quoi dire.

Me rendant chez mon dentiste, je découvre par hasard dans sa salle d'attente une brochure : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Distraitement, je commence à lire, sans savoir que ce dossier allait bouleverser ma vie et faire de moi un orateur professionnel.

J'y ai découvert l'origine de mes «blocages», comment les surmonter, comment me libérer des signes extérieurs du trac : rougeurs, balbutiements, respiration courte, trous de mémoire, cœur qui bat la chamade, et transpiration excessive.

Ce dossier m'a donné toutes les clefs de la confiance en soi.

Depuis, si j'ai réussi dans les affaires, et si je suis souvent sollicité comme orateur (vous m'avez sans doute déjà vu à la télévision), c'est en grande

partie grâce à cette méthode, l'E.L.S.

Si vous voulez, vous aussi, changer votre vie, demandez de ma part aux Editions Godefroy, leur dossier d'information : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Actuellement elles l'expédient **gratuitement** à tous ceux qui en font la demande.

Thierry de Foichangs

BON POUR UN PETIT LIVRE GRATUIT

à retourner à : E.C.H. Godefroy,
B.P. 94, 60505 Chantilly Cedex.
Sans engagement, envoyez-moi vite votre livret :
«Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». C'est gratuit, et aucun démarqueur ne me rendra visite.

Nom
Prénom
Adresse
Code
Ville
DG06SV119

BATAILLE POUR LES BEAUX "YEUX" DU RAFALE

(suite de la page 80)

tanés.

Le troisième avantage, enfin, est d'ordre tactique. Comme le MICA pourra indifféremment être équipé d'un autodirecteur infrarouge (produit par la SAT) ou d'un autodirecteur radar actif (le AD-4A mis au point par ESD), l'adversaire sera singulièrement embarrassé pour choisir les contre-mesures électroniques à opposer au missile. De plus, l'autodirecteur infrarouge fonctionnant uniquement en mode passif, c'est-à-dire n'émettant aucun signal, et l'autodirecteur actif n'envoyant des impulsions que dans la dernière partie de sa trajectoire, le MICA sera incomparablement plus discret que les engins de la présente génération (pour lesquels, avons-nous expliqué plus haut, il faut constamment "illuminer" la cible, ce qui ne passe pas inaperçu aux yeux du pilote installé à l'intérieur de cette "cible", et lui offre donc la possibilité de manoeuvrer en conséquence).

Mais, au-delà de tous les avantages que nous venons d'exposer, le principal atout du MICA sera sans doute son extraordinaire souplesse d'utilisation. Il sera le seul missile au monde à disposer de trois modes d'engagement, à savoir :

- L'interception à longue portée (de l'ordre de 50 km). Pour ce type d'intervention, le MICA est d'abord tiré en direction du secteur où l'on estime que se trouvera l'avion ennemi à l'arrivée du missile. Lors de cette première phase, il évolue sur guidage inertiel. Ensuite, il est éventuellement procédé à un rafraichissement des informations destiné à corriger sa trajectoire dans le cas où celle de la cible aurait varié de façon importante. Enfin, lorsque l'autodirecteur arrive à portée de détection de l'appareil à détruire, il effectue un rapide balayage en site et en azimut (horizontal et vertical), accroche sa cible et se verrouille sur elle jusqu'à l'explosion finale (qui a lieu à proximité de l'avion et non par collision directe).

- L'interception à moyenne portée. Sitôt largué, le MICA prend la direction qui a été indiquée juste avant le tir à son calculateur de navigation, et que celui-ci "injecte" dans le système inertiel. Le temps d'approche, de l'ordre de quelques secondes seulement, rend inutile tout rafraichissement des informations avant la phase finale, qui se déroule de la même façon que pour l'interception longue portée.

- L'interception à courte portée et le combat tournoyant. Pour ce dernier type d'intervention, l'accrochage de l'autodirecteur sur sa cible se fait avant le tir ; le MICA évolue ensuite selon une loi dite "de navigation proportionnelle améliorée" (cette loi stipule que "la vitesse de rotation de la droite missile-but est proportionnelle à la vitesse de rotation du

vecteur vitesse du missile").

Cela dit, bien d'autres caractéristiques encore font du MICA un engin véritablement à part. Son poids tout d'abord : Matra a réussi à faire en 110 kg ce que les Américains et les Européens vont réaliser ensemble en 210 kg (étant donné sa polyvalence, un MICA équivaut en effet à un AMRAMM, qui pèse 150 kg, et à un ASRAAM, qui en pèse 60). Sa manoeuvrabilité ensuite : il sera capable d'effectuer des virages sous 50 g de facteur de charge, c'est-à-dire des virages extrêmement serrés, ce qui, soit dit en passant, témoigne de la solidité de sa structure, puisque, dans ces occasions, son poids passera en quelques fractions de seconde de 110 à 5 500 kg ! Autre chiffre exceptionnel : sa capacité de variation instantanée de direction sera de 90 degrés par seconde. Seule sa vitesse demeure encore inconnue. Divers recoupements permettent cependant de la situer entre Mach 3,5 et Mach 4.

Ajoutons que le MICA pourra être tiré quelle que soit la configuration de l'avion tireur. Concrètement, cela signifie que, même si l'appareil évolue à très faible vitesse, donc en position très "cabrée", il pourra tout de même larguer ses MICA, ceux-ci tolérant les très forts dépointages (le dépointage est l'angle formé par l'axe longitudinal du missile et la droite qui relie le centre de gravité de ce dernier à la cible).

Enfin, comment ne pas mentionner l'une des innovations fondamentales qui contribueront à faire du MICA l'engin le plus maniable de sa génération, avec l'ASTER d'Aérospatiale ? Il s'agit du mode de pilotage mixte, appliqué pour la première fois à un missile air-air. En plus des gouvernes aérodynamiques classiques que l'on trouve sur tous les missiles, le MICA disposera de gouvernes de jet (petits jets de gaz réglant l'assiette de l'engin), destinées à compenser le manque d'efficacité des premières en début de vol, lorsque le missile n'a pas encore atteint sa vitesse de croisière, ou à haute altitude, lorsque l'air devient rare.

Devant une telle somme de qualités, on peut se demander si le MICA ne possédera pas aussi une capacité antimissile. Pour juger de cette capacité, deux éléments sont à prendre en considération : la sensibilité de l'autodirecteur et l'aptitude du missile à évoluer sous très forts facteurs de charge, de façon à pouvoir intercepter des engins ou très manoeuvrants ou très rapides.

Pour ce qui est de la sensibilité de l'autodirecteur du MICA, elle est sûrement adéquate puisque ce même autodirecteur — l'AD-4A pour mémoire — doit équiper les futurs missiles antimissiles ASTER 15 et ASTER 30 (développés en collaboration par Aérospatiale et Thomson-CSF) ainsi que le SAMAT 2 (conçu par Matra). L'AD-4A a également été choisi pour un programme de défense sol-air élargie, antiaéronef et antimissile.

L'AFRIQUE AFFAMÉE DE SCIENCE

(suite de la page 36)

tional en Afrique de l'Est: c'est une bouillie de bananes plantain (petites et vertes) cuites. Or les bananes récoltées mûrissent vite et s'abîment avant d'arriver dans les villes où leurs épluchures vont en plus grossir les ordures et nourrir ainsi les rats, vecteurs du choléra. « Pourquoi ne pas transformer ces bananes en farine sur le lieu de production et expédier la farine conditionnée », propose le nouveau ministre ougandais de l'Industrie et de la Technologie, Aggrey Suit ? Ce serait une source de valeur ajoutée pour les ruraux, et cela préserverait l'aliment, faciliterait le transport (problématique dans ces pays) et améliorerait l'hygiène dans les villes ! Au Cameroun, un chercheur, justement, propose un procédé de conservation de la banane plantain sous forme de farine "Plantina".

En Afrique, 34 % du PIB en moyenne est fourni par l'agriculture (contre 3 % pour les pays industriels à économie de marché). Pourtant, « à l'exception de quelques pays, l'Afrique n'a pas encore fait sa révolution agricole », rappelait le directeur général de l'UNESCO, Amadou-Mahtar M'Bow, et « elle est loin aussi d'avoir amorcé sa révolution industrielle ». Cercle vicieux ! Ainsi le climat n'explique pas à lui seul les exportations florissantes de fruits, légumes et fleurs du Kenya ; Nairobi, la capitale, est un carrefour aérien important, escale obligée entre l'Afrique du Sud et le reste du monde. Mais en général, entre pays d'Afrique, le trafic aérien est limité : il faut ainsi trois jours pour aller en Tanzanie depuis le Sénégal, contre 12 heures depuis la France. Côté mer, ce n'est pas mieux : 14 pays africains n'ont pas de littoral.

Les récoltes ne sont donc pas seulement limitées par les catastrophes naturelles mais aussi par la pénurie d'engrais, de produits phytosanitaires, d'outils agricoles, en majorité importés. Les cafés, par exemple, sont minés dans plusieurs pays par deux mycoses principales : la rouille des feuilles, due à *Hemileia vastatrix*, et le dessèchement des cerises dû à *Colletotrichum coffeanum*. En attendant les variétés résistantes que l'Éthiopie et le Kenya viennent de mettre au point, et faute d'autres produits de traitement, des tonnes de cuivre sont répandues. Dans certaines plantations de Tanzanie, 90 % des feuilles ont plus de 5 fois la dose normale de 20 ppm (parties par million) de résidus de cuivre et les sols ont 70 ppm de cuivre contre 2 ppm habituellement⁽¹⁰⁾. Le remède, dans les sols à tendance acide, devient pire que le mal !

L'équipement en biens et services technologiques devient urgent pour les pays africains, car ils ont de moins en moins les devises étrangères nécessaires à leur importation. La part des PMA⁽⁹⁾ dans le

(suite du texte page 166)

* La conquête de l'espace



Media Box
Le système de rangement

* Pour



- les compact discs
- vos mini-cassettes
- les cassettes vidéo VHS, VHS-C et VIDEO 8
- les floppy disks 3 1/2" et 5 1/4"
- vos photos et négatifs

Protège de la poussière.
Se ferme à clé (option).

Distribué par les détaillants
HiFi-Vidéo-Photo et les
chaînes de grands magasins.

POSSO S.A., B.P. 304,
75624 Paris Cedex 13.
Suisse: AUDIO BAUER S.A.,
Bernstr.-Nord 182, CH-8064 Zurich.
Belgique: ETS. ORTMANS,
rue de Limbourg 43, B-4800 Verviers

POSSO
Une dimension créative.

Veuillez me faire parvenir le prospectus Media Box.

S&V
9/87

Nom: _____ Prénom: _____

Prof.: _____ Age: _____

Adresse: _____

LA DROGUE

- Les drogues et le cerveau
- Effets subjectifs de la drogue
- La dépendance physique et son traitement
- Pourquoi se drogue-t-on ?
- Psychologie et sociologie de la toxicomanie
- Drogues légales et drogues illégales
- L'économie de la drogue

**LE PROCHAIN
HORS SERIE**



**PARUTION
DEBUT SEPTEMBRE**

M 2579 - 159 - 20,00 F-RD



3792579020004 01590

A LA SOURCE DES INVENTIONS
 60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS
 CATALOGUE GENERAL
 DU MODELE REDUIT
 EDITION 87-89

PARIS
 (1) 46 07 26 45
 42 06 53 02

**NOUVELLE EDITION
 87-89**



LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE SV22

* Le catalogue 40 F
 Expédition PTT en timbres-poste ou par chèque 13 F

A LA SOURCE DES INVENTIONS
 60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS Tél. 46 07 26 45
 * Pour vos règlements : La Source SARL CCP 33139-91 La Source

**L'art des relations humaines
 et de la communication**

**SACHEZ VOUS EXPRIMER ET
 DEVELOPPER VOS APTITUDES**

Un programme nouveau, à distance, individualisé, pour acquérir une solide méthode de réflexion et d'action, indispensable à la réussite des projets personnels et professionnels.

En quelques mois, quelques heures par semaine, vous développerez vos capacités de synthèse, de rédaction et d'expression.

Vous apprendrez à communiquer avec aisance, à nouer facilement des contacts, à mettre en valeur votre personnalité et vos qualités dans toutes les circonstances de la vie.

Vous saurez utiliser des techniques efficaces et des clés pour lire et mémoriser rapidement, réfléchir constructivement, jauger une situation, intervenir avec confiance. Vous saurez écrire professionnellement, organiser et animer des conversations, des réunions... parler en public avec aisance et persuasion.

Documentation gratuite à : IFP — Dépt Méthode d'Expression, Service ME 1094, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.
 Téléphone : (1) 42.70.73.63. (ét. privé).

**IL VOUS FAUT
 UN EMPLOI ?**

CONTROL DATA le grand constructeur de réputation internationale vous propose

4 FORMATIONS INTENSIVES
 à l'informatique et à la bureautique
 de 15 à 27 semaines (niveau Bac à Bac + 2)

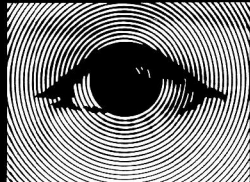
Téléphonez au 45.84.15.89 pour rendez-vous sans engagement avec un conseiller d'orientation qui testera vos aptitudes.
 Prêts-formation 100 %

Pour documentation, retourner ce bon à
INSTITUT CONTROL DATA
 Bureau 120, B.P. 154 - 75623 Paris Cedex 13

CONTROL DATA

NOM Adresse Téléphone

DEVENEZ



PHOTOGRAPHE

Sans quitter votre emploi, l'Institut Spécial d'Enseignement par Correspondance (organisme privé), vous prépare à ces brillantes carrières : photographe de mode, de publicité, de presse et de reportage. Demandez notre brochure gratuite à : I.S.E.C. (serv. F1), 11, Faubourg Poissonnière, 75009 Paris.
 Pour la Belgique : 176, Boulevard Kleyer 4000 Liège. Tél. 041/52.60.98

BON pour recevoir
 notre brochure gratuite

Nom F1
 Adresse
 code postal
 Ville

GRAND BRUIT AUTOUR D'UNE HÉLICE SILENCIEUSE

(suite de la page 56)

provoquer le décollement de la couche d'eau en contact avec ses pales.

Le profil et le diamètre de l'hélice sont des facteurs importants à cet égard. Une grande hélice tournant lentement cause moins de mal qu'une petite hélice tournant vite, alors même que toutes deux fournissent une force d'entraînement égale. Aussi les hélices de sous-marins tendent-elles au gigantisme. Celles de certains bâtiments soviétiques sont tellement énormes qu'elles dépassent de l'eau quand le sous-marin est en surface.

L'hélice d'un sous-marin nucléaire moderne, coulée en bloc dans du bronze, possède généralement cinq ou six pales. Leur nombre influe sur le niveau sonore. Plus il y a de pales pour "hacher" le flot de turbulences dans un intervalle de temps donné, plus haute est la fréquence du son produit par l'hélice. Or, les fréquences élevées se propagent moins bien dans l'eau que les fréquences basses, d'où l'avantage, au plan acoustique, d'utiliser des hélices comportant des pales multiples.

Très importante aussi, toujours dans la perspective d'une navigation silencieuse, est la configuration donnée au bord d'attaque de l'hélice. Sur les dispositifs classiques, les pales ont une lame de forme plus ou moins symétrique et droite, si bien que le bord d'attaque s'enfonce tout entier, d'un seul coup, dans le train de turbulences créé par les aspérités de la coque, ce qui donne naissance à d'importantes vibrations sonores. Aussi les hélices modernes de la marine de guerre ont-elles un bord d'attaque incliné, qui frappe les turbulences à angle vif. Le choc est bien mieux amorti. Ce nouveau dessin d'hélice de sous-marin a son pendant en aéronautique : à l'origine de l'aviation, les ailes d'avion possédaient toutes un bord d'attaque perpendiculaire, ou presque, à l'axe du mouvement ; quand on aborda le domaine des vitesses transsoniques, on s'aperçut que l'adoption d'une "flèche", c'est-à-dire une inclinaison du bord d'attaque de la voilure, retardait l'apparition des ondes de choc locales et facilitait la pénétration dans l'air...

Mais il existe un autre moyen, le plus efficace et radical — en même temps que le plus difficile à mettre en œuvre — d'obtenir des vitesses de rotation très élevées de l'hélice, tout en évitant de déclencher l'effet de cavitation. C'est d'assurer la régularité absolue du galbe de chacune des pales, l'uniformité parfaite de leur contour. Le principal progrès technique réside dans le degré d'excellence de la fabrication. La moindre arête, la plus invisible saillie, le creux le plus microscopique, avancent le moment où se manifeste la cavitation, dès que l'hélice se met à tourner un peu vite.

Après que l'hélice monobloc, qui peut mesurer jusqu'à 10 m de diamètre et peser 10,5 tonnes, a été coulée et refroidie, on l'inspecte pour vérifier que la pièce est exempte de criques, de soufflures et autres défauts internes. Elle subit ensuite les opérations d'usinage ; on lui donne les dimensions exactes prévues par les plans, élaborés à partir de données informatisées. Il faut contrôler son bon équilibrage, éventuellement retirer du métal, en quantité soigneusement calculée, sur une ou plusieurs des pales. L'hélice passe alors au banc d'essai, sur arbre moteur, où l'on mesure, entre autres paramètres de son comportement, l'intensité des vibrations. Ces opérations sont compliquées, coûteuses en argent et en temps. Une hélice pour une grosse unité de l'US Navy coûte plus d'un million de dollars.

Reste un dernier traitement, le plus délicat, traditionnellement exécuté à la main. La finition, centimètre par centimètre, de cette gigantesque étendue de bronze est guidée par des gabarits de vérification, aussi appelés vérificateurs de forme. Les techniciens rectifient chaque parcelle de la surface, minutieusement, à la meule. Malheureusement, au terme de cette opération manuelle, il subsiste toujours des bosses et des dénivellations, imperceptibles à l'œil et que le gabarit de vérification ne révèle pas : des défauts dans les raccords, humainement indétectables. L'hélice sera réceptionnée par les ingénieurs de l'assurance qualité de l'usine, déclarée exempte de tout défaut et bonne pour le service. Elle provoquera néanmoins la cavitation à des vitesses plus basses que prévues.

Avec le système de machine-outil entièrement automatisé, vendu par Toshiba aux chantiers de Leningrad — l'objet du grand scandale international —, on obtient un degré d'uniformité dans la dénivellée du métal qui permet des vitesses très élevées sans effet de cavitation, et que ne peuvent fournir les hélices "traitées main". On comprend la consternation de l'état-major américain en apprenant que les Soviétiques disposent d'un tel outil. Mais d'un autre côté, le Département de la marine n'est pas fâché de pouvoir forcer un peu le ton des proclamations de stupeur et d'émoi. Que l'URSS ait rattrapé les Etats-Unis sur ce point technologique particulier n'est peut-être pas pour l'US Navy une tellement mauvaise affaire. Déjà le Congrès américain s'apprête, à la suite de cette histoire, à dégager la manne publique pour financer la construction d'un très grand nombre de nouveaux sous-marins.

Comme le constate avec philosophie un officier sous-marinier du Pentagone : « Nous trouverons de toute façon de nouveaux moyens de détection pour dépister les navires russes. L'important est que cette affaire de contrebande industrielle, et l'indignation publique qu'elle a suscitée chez nous, va nous permettre de multiplier notre propre flotte. » A quelque chose malheur est bon. **Georges Dupont**

BATAILLE POUR LES BEAUX "YEUX" DU RAFALE

(suite de la page 160)

Ceci étant, le MICA possède-t-il une manoeuvrabilité suffisante pour être un bon chasseur de missiles ? La réponse à cette question est surbordonnée à ce que l'on appelle la "constante de temps" de l'engin intercepteur, c'est-à-dire le temps de réaction séparant le moment où l'autodirecteur détecte une modification de trajectoire de la cible et le moment où le missile corrige la sienne en conséquence.

Cette constante de temps est en fait la somme de deux temps de réaction : le temps de réaction de l'autodirecteur et le temps de réaction du système de pilotage. Le temps de réaction des autodirecteurs ayant atteint un niveau difficilement compréhensible, c'est surtout sur la vitesse de réaction des systèmes de pilotage que des améliorations peuvent être attendues. Or, il se trouve que le pilotage mixte (par gouvernes aérodynamiques et gouvernes de jet) permet d'augmenter d'environ dix fois cette vitesse de réaction.

D'autre part, on a calculé que, pour une manoeuvre donnée du missile traqué, la distance de passage entre le missile antimissile et le missile cible (c'est-à-dire la distance qui séparera les deux engins au moment où aura lieu l'explosion du premier) décroissait en fonction du carré de la constante de temps. Cela veut dire que si, par exemple, la constante de temps générale est divisée ne serait-ce que par deux, la distance de passage sera, elle, divisée par quatre.

Toutes ces considérations, bien entendu, ne permettent pas d'affirmer que le MICA possède à coup sûr une capacité antimissile, mais, avouons-le, il existe bien des éléments qui l'y prédisposent.

Pourquoi avons-nous soulevé cette question ? Parce que, au moment où l'on a commencé à étudier le programme MICA, on n'ignorait pas qu'un jour la France se doterait certainement de radars aéroportés. Or, quelles que soient les précautions dont seront entourés les avions AWACS de l'armée de l'air, tout déploiement hors de l'Hexagone (lors d'un vol de convoyage vers l'Afrique, par exemple, puisque nous sommes liés par des accords de défense avec certains pays du continent noir) les exposera à des risques d'agression, en particulier lors de la traversée de théâtres d'opérations non protégés. Car, de même que la fonction crée l'organe, l'apparition des radars "volants" va nécessairement susciter la création d'armes spécifiques destinées à les détruire. Et qu'opposera-t-on alors aux versions aériennes, qui ne manqueront pas de voir le jour, des actuels missiles antiradars air-sol type SHRIKE, ARMAT, HARM, STAR, ALARM ou MARTEL ?

Serge Brosselin

COMMUNIQUÉ

Composition : farine, beurre, sucre, E 12, E 223, E 213, E 155, E 153, E 1...
A consommer de préférence avant la date indiquée sur la
Poids net : 50 g

Cet aliment est-il dangereux pour votre santé?

On parle de plus en plus d'effets secondaires qui seraient provoqués par certains additifs alimentaires : fatigue, migraines, allergies, asthmes. Qu'en est-il exactement ?

Dans le cadre d'une campagne nationale d'information, le Laboratoire Marcel Violet diffuse actuellement gratuitement un petit livre sur les additifs alimentaires. Vous y trouverez tout ce que vous devez savoir sur ce qui est ajouté à votre alimentation :

- La signification des codes (E 312, E 223, E 155, etc.),
- La provenance des additifs : sont-ils chimiques ou naturels ?
- Ceux sur lesquels certains médecins émettent des doutes. Ceux qu'il vaut mieux éviter.

Pour recevoir ce petit livre, il suffit d'écrire au Laboratoire Marcel Violet, 5, bd des Italiens, 75002 Paris ou de téléphoner au 42 96 90 66.

UN SEUL LIVRE PAR FAMILLE S.V.P.

Envoyez-moi un exemplaire gratuit de votre « Guide pratique des additifs alimentaires » à l'adresse suivante :

Nom _____
Prénom _____
Adresse _____
Code _____ Ville _____

✉ Laboratoire Marcel Violet - Dt 2B
5, bd des Italiens, 75002 Paris
« depuis 26 ans au service de votre santé »

P 1024

LA CLÉ DE VOTRE RÉUSSITE

Une bonne culture générale est le support indispensable à la réussite de vos projets, qu'ils soient personnels ou professionnels. Contacts, rencontres, relations, examens, etc... en toute occasion, **on vous juge sur votre culture.**

La Méthode de l'I.C.F., claire et pratique, vous permettra en quelques mois, chez vous, à raison de quelques heures par semaine, de voir ou revoir les connaissances de base dans les principaux domaines : **littératures, arts, philosophie, religions, histoire, sciences, économie, politique, cinéma, musique, etc.**

Une méthode qui fait la synthèse des idées dans la chronologie des événements, des mouvements de pensée et des hommes qui ont forgé les civilisations. Une mise au point utile à tous ceux qui veulent progresser et réussir.

Documentation gratuite à l'I.C.F., service 3927
35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.
Tél. : (1) 42 70 73 63.

La Parole est une Force qui renforcera votre personnalité

J'étais bloqué. Quand je devais prendre la parole, j'étais bloqué, je n'osais pas parler. Rien ne sortait. Ou bien j'avais le trac, ou bien je ne savais pas comment m'exprimer. Résultat ? Côté vie professionnelle je piétinais. Côté vie personnelle je restais dans l'ombre. Je ne savais pas m'affirmer... Maintenant grâce à une toute nouvelle méthode de communication m'exprimer est devenu un jeu captivant. « Comment parler avec aisance » se pratique chez soi, à son rythme, facilement et sans effort.

Jour après jour on se sent transformé. En un mois seulement les progrès sont spectaculaires.

Non seulement vous ne craignez plus du tout de vous exprimer, mais chose auparavant

incroyable, vous ressentirez un immense plaisir à dire ce que vous avez à dire... et à n'importe qui. Les paroles vous viennent toutes seules, claires, nettes, et ce, quel que soit votre interlocuteur.

Mais le plus sensationnel de cette nouvelle méthode, c'est je crois ceci : en apprenant à communiquer, j'ai appris à exister. Comme si le fait de savoir m'exprimer avait fait sauter tous mes blocages. « Comment parler avec aisance » est un programme enthousiasmant qui colle à toutes les circonstances de votre vie.

450 pages de techniques faciles, d'exemples concrets, de conseils puisés au cœur de la vie.

Agissez maintenant.

Maurice Ogier

BON POUR UN LIVRE GRATUIT « PARLER AVEC AISANCE »

Découper ce bon et renvoyez-le à : Institut Français de la Communication,

6 rue de la Plaine 75020 Paris. Sans engagement

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom

Profession Age

Adresse

Code Ville 305

L'AFRIQUE AFFAMÉE DE SCIENCE

(suite de la page 161)

commerce mondial est tombée de 1,6 % en 1950 à 0,4 % en 1985. L'effondrement des cours des matières premières en est le principal responsable. De 1980 à 1986, les pays en développement ont perdu 93 milliards de dollars de recettes d'exportation des produits de base hors pétrole ! L'effondrement du prix du pétrole (28 dollars le baril fin 1985, moins de 10 en 1986), a engendré d'aussi graves difficultés pour les pays producteurs comme le Nigeria. Or les matières premières sont les principaux produits exportés par ces pays. Les recettes d'exportation de l'Afrique seule ont ainsi chuté de 61 à 44 milliards de dollars entre 1985 et 1986.

Si les cours du cuivre, du café et du cacao fondent, le marché mondial ne s'ouvre pas pour autant aux excédents récents de céréales des pays africains, car la montée du protectionnisme dans les pays industriels rend leurs prix non concurrentiels. Ainsi les Etats-Unis ont dépensé en 1986 26 milliards de dollars pour soutenir leur agriculture (contre 4 milliards en 1981), soit à peu près autant que le revenu des agriculteurs américains : 90 % de ces dépenses de soutien sont allés vers les productions destinées à l'exportation. En Europe, les aides atteignent 21 milliards de dollars, pour dix fois plus d'agriculteurs cependant ⁽¹¹⁾.

Autre forme du protectionnisme grimpaient : la montée des restrictions commerciales discriminatoires. Selon la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement, plus de 30 % des exportations d'articles manufacturés des pays en développement vers les pays industrialisés à économie de marché ont fait l'objet de mesures restrictives en 1986 (contre moins de 18 % pour les échanges entre ces derniers). Les projections de la Banque mondiale et de la CNUCED ne portent pas à l'optimisme : les exportations des premiers vers les seconds auraient une croissance nulle entre 1985 et 1990, et les cours de denrées exportables resteraient inférieurs de 15 à 20 % à ceux des années 1960 ⁽¹²⁾ !

Face à cette dégradation des termes de l'échange, la marge de manœuvre de l'Afrique est étroite. Mais sur le terrain, l'optimisme est de mise. En attendant que la victoire sur l'analphabétisme soit complète, même les conférences qui se succèdent à un rythme rapide pour définir des programmes d'action similaires sont utiles : le papier en Afrique est une denrée rare et tout document aura toujours une vertu minimale en tant que papier d'emballage !

Marie-Laure Moinet

(10) Tropical Pesticide Research Institute (Arusha, Tanzanie).

(11) CEPIA : "Les pays industrialisés souhaitent-ils ou non éliminer leurs agriculteurs". Colloque du 12-2-1987.

(12) *Nourrir demain les hommes*, Albert Sasson, UNESCO.

QUE FAIT-ON À ORMUZ ?

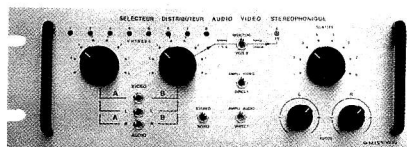
(suite de la page 64)

que le ministre de la Défense exclue cette hypothèse. D'ailleurs, et quoi qu'on puisse en dire, l'hypothèse d'une action solitaire de la France relève de la théorie. Qu'il s'agisse d'une diversion menée par l'aviation irakienne pour détourner la chasse iranienne ou qu'il s'agisse d'informations transmises par les avions radars américano-saoudiens, il existe toutes sortes de niveaux de coopération qui sont de toute façon inévitables : il y a trop de navires et d'avions occidentaux dans la région pour faire bande à part. On aborde donc l'hypothèse la plus favorable, sur le plan militaire s'entend : des raids conjoints menés par les pays du Golfe et ceux de l'Ouest. Il y a au moins quinze navires de guerre américains, y compris une brigade amphibie comprenant 1 800 marines et deux porte-avions stationnés à proximité. Les moyens de ces porte-avions sont sans commune mesure avec ceux du *Clemenceau* : avion EA-6B de guerre électronique, avions radars Hawkeye, avions de supériorité aérienne et d'assaut A-6, F/A18 et F-14. A cela il faut ajouter les AWACS stationnés en Arabie saoudite et les avions de surveillance P-3

Orion en Oman. La marine anglaise n'est pas en reste puisqu'elle possède deux frégates dans le Golfe, un destroyer et un navire de soutien. Enfin, le Koweït et l'Arabie saoudite alignent plus de cent navires de guerre et plus de 250 avions de combat. De toute évidence, la coalition de ces forces offrirait un éventail quasi complet (à l'exception bien sûr d'une guerre sur le terrain) de mesures punitives. On hésite cependant à admettre que l'Iran forge contre lui un consensus politique aussi vaste, qui justifierait des opérations militaires conjointes.

Jusqu'ici, l'Iran n'a guère dépassé le seuil au-delà duquel les Américains, par exemple, seraient forcés de réagir. On peut imaginer qu'il se limitera à des opérations, militaires ou pas, soigneusement choisies pour isoler le pays-cible, c'est-à-dire pour l'attirer dans un piège, et l'humilier devant l'opinion mondiale, incitant les autres pays à la réserve. C'est pour cela que le rôle de la flotte anglaise est très périlleux, puisqu'elle est contrainte d'aller s'exposer avec peu de moyens de riposte. En l'occurrence, les spéculations sur des scénarios stratégiques sont d'autant plus aléatoires que l'Iran peut y introduire à tout moment des données irrationnelles. Sa seule contrainte est sa guerre contre l'Irak, qui lui interdit de mettre en danger majeur son aviation et l'écoulement de son pétrole.

Sven Ortoli



V I D E O

Pour une production VIDEO de qualité, on peut trouver chez GUISTON, toute une gamme de matériels périphériques à usage professionnel ou de loisirs.

Ces appareils servent à améliorer la qualité de reproduction de tout système VIDEO et à faciliter leur inter-connexion.

LES AMPLIFICATEURS-CORRECTEURS : Il en existe quatre modèles en **version MONO** ou **STEREOPHONIQUE**. Leur particularité essentielle est de pallier aux pertes (environ 30 %) inhérentes à toute duplication. Leurs possibilités de régénération de l'image et du son permettent de réaliser jusqu'à quatre générations de films (copies de copies) en conservant la qualité de l'original. Ces amplificateurs-correcteurs améliorent également l'image et le son, à la lecture sur TV, Télé-projecteur, en surveillance vidéo et réception par satellite. Ils s'avèrent également très utiles en montage électronique.

LES SELECTEURS-DISTRIBUTEURS : au cœur de la chaîne vidéo, ils font office de centrales d'aiguillage, permettant des liaisons sans pertes et des commutations en tout sens, instantanément, en évitant tout risque d'erreur. 4 modèles mono ou stéréo - 4, 6 ou 8 entrées / sorties.

LA MICRO-REGIE : elle permet de filmer une scène avec plusieurs caméras afin de cadrer des plans de gros plans différents sous divers angles. Cette technique utilisée en prise de vue professionnelle est maintenant à la portée de l'amateur, avec cet appareil qui permet le branchement de quatre caméras sur un magnétoscope. Le passage de l'une à l'autre se fait avec possibilité de sélection indépendante de l'image et du son. La MICRO-REGIE peut également être utilisée en banc de montage.

 **HIFI AVIE** Centre de recherche et de perfectionnement en électronique audiovisuelle.

17, 19 rue Lambert - 75018 Paris - Tél. : 16 (1) 42.55.01.63

Démonstrations sur rendez-vous du Mardi au Samedi de 14 h à 19 h - Parking assuré
Documentation contre 17,60 Frs en timbres

UNE VITRINE POUR APPRENDRE LA MER

(suite de la page 123)

mentales ; mais surtout à des incompatibilités chimiques en cas de maladies nécessitant une intervention : la plupart des traitements favorables aux poissons sont fatals aux invertébrés.

Pour les poissons, le principe absolu sera de respecter la topologie de leur habitat, et les caractères ethologiques des espèces. Proscrire les poissons très "caveurs" (comme les perroquets), ou les voyageurs du grand large (comme les carangues) qui seront malheureux dans un milieu confiné : un aquarium ne sera jamais pour eux qu'une méchante cage⁽³⁾. Par contre, les espèces très casanières dans la nature s'acclimateront fort bien : l'amphiprion près de son anémone, ou les chaetodonts se faufilant entre les niches, cavernes, couloirs et détroits que vous aurez aménagés à leur intention seront des animaux à l'aise, vivant dans des conditions très proches de l'état naturel. Les décors et le sable de fond seront constitués de madrépores ce qui, outre l'avantage esthétique, apportera le calcaire nécessaire à la transformation de l'acide carbonique en bicarbonate. Pour un aquarium d'invertébrés, on pourra faire vivre ensemble bien des espèces : anémones, nudibranches, crustacés, etc. Les madrépores et les gorgones vivent très bien en aquarium, mais leur élevage est réputé délicat. Quelques poissons d'espèces robustes apporteront l'animation. L'aération de l'eau sera particulièrement importante dans un aquarium d'invertébrés, et les changements d'eau plus fréquents (grosse production d'ammoniac).

La nourriture des poissons est simple : tous les produits de la mer, frais ou congelés, conviennent (praires, huîtres, moules pour les carnivores ; algues lyophilisées ou même laitues et épinards pour les herbivores). Des aliments spéciaux sont cependant disponibles. Les invertébrés planctophages sont plus délicats à nourrir : phytoplancton et zooplancton sont disponibles dans le commerce spécialisé. Une seule règle pour la nourriture : donner peu et souvent, car un excès de nourriture induirait une élévation automatique du taux de composés ammoniacaux et de nitrites présents dans l'eau.

Cet aperçu de l'aquariologie n'a cependant pas rendu compte de deux notions indispensables pour l'élevage de n'importe quels animaux : il faut les aimer, c'est-à-dire les observer, être attentif, entretenir régulièrement leur habitat ; et régler toutes nos interventions sur le bon sens. Aucune science ne peut s'exercer utilement hors de ces conditions élémentaires...

Alain Dunoyer de Segonzac

(3) Les *fiches d'aquariologie* du Musée de zoologie de Nancy sont un merveilleux catalogue des espèces. Disponibles auprès du musée, 34 rue Ste-Catherine, 54000 Nancy.



Développez votre mémoire

Vous le pouvez ! Et c'est facile grâce à une surprenante méthode qui vous permet d'acquérir très vite une mémoire souple, fidèle, infaillible...

Cette méthode est si simple qu'un enfant de quatorze ans peut l'étudier entièrement en un mois (un quart d'heure par jour suffit).

Bientôt vous retiendrez sans difficultés les noms propres, les visages, les langues étrangères et même les choses les plus compliquées (par exemple une liste de 100 nombres de 5 à 6 chiffres).

Comment cela est-il possible ?

Vous le saurez en lisant la passionnante brochure en couleurs offerte gratuitement par le Centre Français d'Information et de Diffusion.

Pour la recevoir, il vous suffit de remplir le bon ci-dessous et de le renvoyer à

C.F.I.D. (Département L.709)

18, Rue de la Gare 59840

PÉRENCHIES - TEL : 20.09.25.24

Gratuit

Je désire recevoir, moi aussi, la brochure qui me révélera comment multiplier par 10 la puissance de ma mémoire. Voici :

Mon nom : _____ Prénom _____

Age : _____ Adresse : _____

Je joins 3 timbres pour frais (pour Etranger joindre 3 coupons -réponse).



A 30 ANS DÉJÀ, *Si le vieillissement est inéluctable, on peut aujourd'hui en minimiser certains effets. Pour*
UN HOMME *cela Actéon peut vous aider. Actéon contient de la procaine qui a pour effet d'améliorer la respiration*
PERD 100.000 *cellulaire cérébrale. Actéon contient également du magnésium pour favoriser l'activité*
CELLULES NERVEUSES *neuro-musculaire. A raison de deux à quatre comprimés par jour, pendant un mois, Actéon*
PAR JOUR. *apporte son concours à l'organisme de façon lente et régulière. Contre-indications : insuffisants*
rénaux, femmes enceintes, sujets sensibles à la procaine - Réservé aux adultes. Actéon est un médicament, demandez conseil à votre pharmacien.

ACTEON PEUT VOUS AIDER A RESTER JEUNE PLUS VIEUX.



HAVANITOS

Le petit cigare n°1

