SCIENCE & VIE

MENSUEL N° 858
MARS 1989

LE FILS DE CONCORDE

Un astéroïde inconnu a frôlé la terre

M 2578 - 858 - 18,00 F

130 FB - 5,20 FS - $can 3.50 - 550 Ptas - 480 Esc - 18,50 Dh - 2300 Dt - 4200 L -
USA NYC $3.75 - RCI 1370 CFA

Pour ceux qui vont refaire le monde.

N° 2 EN VENTE PARTOUT

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. 40 74 48 48
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY, PAUL DUPUY

• DIRECTION, ADMINISTRATION
Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur de la publication : PAUL DUPUY
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, PIERRE COURBIER, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER

• ILLUSTRATION
ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION
CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE
TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE
CHRISTINE VAN DAELE,
LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS
New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent London W4, 1 HF
Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205 2-14-1 Sakuragaoka Setagaya-Ku - Tokyo 156

• SERVICES COMMERCIAUX
Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERAULT
Assisté de : MARIE CRIBIER
téléphone vert : 05 43 42 08 réservé aux dépositaires
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• RELATIONS EXTÉRIEURES
MICHÈLE HILLING
Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

• PUBLICITÉ
EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO
27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 45 62 22 22
Directeur de la publicité : PHILIPPE TURCAN
Chef de publicité : FREDERIC PAPIN

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, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements 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 communication sera limitée au service des abonnements. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal.

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS
COPYRIGHT 1987 SCIENCE & VIE

OJD DIFFUSION-PUBLICATIONS 1987

BVP

ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple **1430 FB** - 1 an couplé **1910 FB**
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 BRUXELLES

CANADA 1 an simple **40 $ Can** - 1 an couplé **55 $ Can**
PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.O. CANADA H2V 4R6

SUISSE 1 an simple **57 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 77209
AUTRES PAYS 1 an simple **271 F** - 1 an couple **341 F.**

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.
Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros
198 F 2 ans : 376 F

1 AN - 12 Numéros
+ 4 Hors Série
258 F 2 ans : 490 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
☐ 2 ans
☐ 1 an + hors série
☐ 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.

SV858

FIVETE, GIFT ou ZIFT ? Les méthodes de fécondation *in vitro* se multiplient. Le ministère de la Santé tente de mettre de l'ordre : un centre sur quatre seulement a reçu, en France, le label PMA (procréation médicale assistée). p. 42

Les chasseurs, les fauconniers, les collectionneurs d'œufs, les photographes et grimpeurs de rocher maladroits, et les lignes et poteaux électriques allaient le faire disparaître. On va, de justesse, sauver le faucon pèlerin. p. 50

SOMMAIRE

SAVOIR

Forum 6

La montagne qui tombe du ciel
Jean-François Robredo 16

Tremblements de terre : et nous ?
Jacqueline Denis-Lempereur 22

L'affaire du bijou maudit
Perline Tourgnez 34

L'ADN vivant vu au microscope
Alexandre Dorozinsky 38

Le marché du bébé-éprouvette
Didier Dubrana 42

Les premiers hommes bricolés
Marie-Françoise Lantiéri 47

Le retour du faucon pèlerin
Jacques Marsault 50

Parkinsoniens : la fin du tremblement
Jean-Michel Bader 54

Cartographie : l'art de mettre la Terre à plat
Renaud de La Taille 62

Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié 69

POUVOIR

Superconcorde à la rescousse !
Serge Brossselin 76

Le TGV nouveau est arrivé
Renaud de La Taille 88

Qui a inventé le scaphandre autonome ?
Robert Sténuit 96

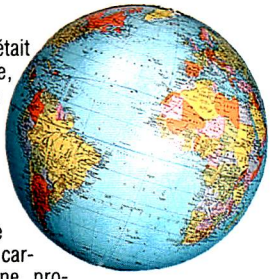
La flèche anti-flèche
Serge Brosselin 104

Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice 113

Des marchés à saisir 116

4 morts et des centaines de contaminés au Brésil ; par la faute d'un "bijou" radioactif. p. 34

Les astronomes viennent de découvrir un énorme astéroïde : Toutatis. Problème : son orbite croise régulièrement celui de notre planète. p. 16



La Terre s'était mise en boule, on ne peut pas la remettre à plat pour prendre ses mesures. Dernier avatar du travail de Pénélope des cartographes : une projection encore plus fine que les précédentes. p. 62

I R E

UTILISER

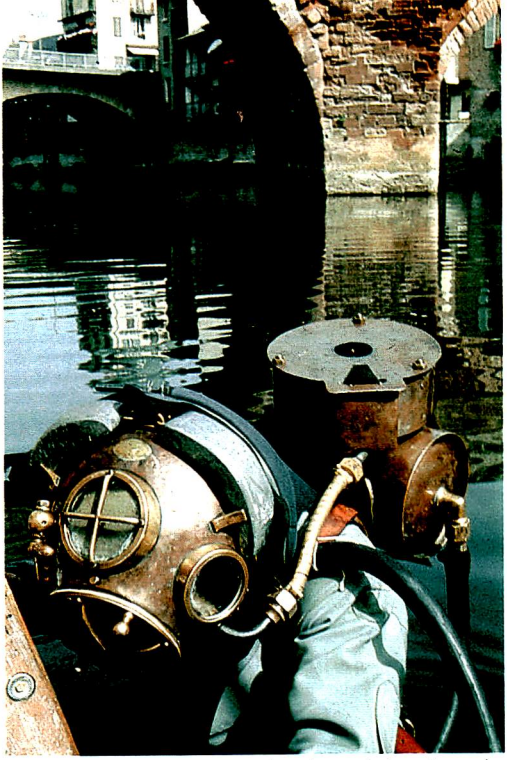
Lille-Marseille en écoutant Wagner
Henri-Pierre Penel **118**

Des pieds fermes pour bien photographier
Laurent Douek **122**

Science & Vie a lu pour vous **130**

Science & Jeux
G. Cohen, Y. Delaye, R. de La Taille et H.-P. Penel **138**

Echos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone **150**



Une histoire et une mise au point : les vrais inventeurs du scaphandre autonome, vers 1860, se nomment B. Rouquayrole et A. Denayrouze, respectivement ingénieur des mines et lieutenant de vaisseau... p. 96

Il ressemble à l'ancien comme un frère. Mais, en vitesse de pointe, il pourra dépasser les 400 km/h ; sa puissance est doublée ; ses deux motrices encadreront dix voitures (2 de plus). Il est si fringant que l'Espagne l'a acheté, alors qu'il n'entrera en service qu'à la fin de l'année. C'est le TGV Atlantique. p. 88

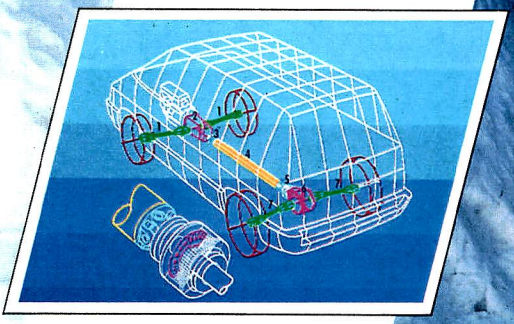
La Renault Espace, la berline monocorps la plus intelligente du monde se devait de posséder la transmission intégrale. Voici la QUADRA, une nouvelle Renault Espace, équipée en première mondiale d'une transmission intégrale permanente en fibres de carbone.

RENAULT ESPACE QUADRA

Cette transmission gérée par viscocoupleur permet de répartir automatiquement le couple en fonction de l'adhérence entre les roues avant et arrière dans un confort de fonctionnement absolu et avec une sécurité de très haut niveau. Grâce à sa légèreté, l'arbre de transmission en fibres de carbone autorise un faible niveau sonore et dégage un plancher plat. Pour traverser l'espace, la version QUADRA est équipée d'un moteur 2 litres injection, 120 ch (86,5 kW ISO).

L'intelligence sait aussi se faire belle et confortable. A l'extérieur, une ligne aérodynamique, élancée, au Cx de 0,34. A l'intérieur, 5 ou 7 places modulables et fonctionnelles, et un volume de coffre optimisé pour les bagages. Pour gagner encore de l'espace dans l'Espace.

TRANSMISSION INTÉGRALE.



Modèle présenté : Renault Espace TXE QUADRA. Consommation normes UTAC 7,6 L à 90 km/h - 9,9 L à 120 km/h - 11,7 L en cycle urbain. Garantie anti-corrosion Renault 6 ans. DIAC votre financement.

RENAULT préconise **elf**

ON N'A JAMAIS ÉTÉ AUSSI BIEN

PUBLICIS F0324

RENAULT
DES VOITURES
A VIVRE

SUR TERRE QUE DANS L'ESPACE.

FORUM

La métaphysique à l'ordre du jour

Les fêtes de fin d'année ont apparemment incliné plusieurs de nos lecteurs à des réflexions philosophiques et même métaphysiques, comme en témoigne l'abondance des lettres sur des questions de cet ordre.

Ainsi, M. J. B., de Brignac, relève notre commentaire du Forum de janvier sur "La vie après la vie" : « Il faut en déduire que les sensations et images (...) sont le produit d'une activité cérébrale localisée dans la boîte crânienne et dans les neurones, et non ailleurs... Rien ne permet de leur prêter la moindre valeur objective, étant donné que rien ne permet de dire qu'il puisse y avoir une activité mentale sans support neuronal. » *« Voilà le hic*, écrit donc notre correspondant, *car rien ne permet de dire a contrario qu'il ne puisse pas y avoir une activité mentale sans support neuronal. D'ailleurs, le terme même de "mentale" ne convient peut-être pas. Mais le contraire n'étant pas démontré, il convient de garder un doute, parfaitement scientifique. Il convient d'éviter de confondre scientifique et matérialiste. Le Dr Raymond Moody et, avec lui, un certain nombre de personnalités scientifiques qui ont étudié les témoignages de "mort imminente", sont troublés et se posent la question : Comment expliquer des témoignages qui présentent des similitudes étranges, alors que ceux qui les font sont d'âges, d'origines, d'ethnies et d'imprégnations religieuses diverses ? (...) Plus loin, vous parlez de l'intérêt psychologique de ces altérations de la conscience, ce qui m'a fait sourire, puisqu'il s'agit, en fait, de personnes plus qu'inconscientes, puisque cliniquement mortes ; une altération de l'inconscient m'aurait semblé plus approprié. »*

Voilà beaucoup de points. En ce qui concerne l'activité cérébrale, il convient de rappeler que, jusqu'à plus ample informé, on entend par là toute activité qui met le cerveau en jeu. De même qu'on ne peut pas dire qu'on marche quand on prend l'avion, on ne peut pas dire qu'on pense quand on n'a plus de cerveau. S'il y a des gens qui conservent des souvenirs dans des moments où le cerveau semble s'être arrêté de fonctionner, ça ne peut vouloir dire qu'une chose : que le cerveau n'était pas, lui, cliniquement mort. On n'a pas enregistré de ressuscitations avec souvenirs associés chez des gens dont l'électroencéphalogramme était plat depuis plusieurs heures. Si notre correspondant veut prêter une autre acception à l'expression "activité mentale", c'est son droit, mais il se forge alors un langage pour lui seul, car il n'y a pas, pour le moment, un seul neurologue qui se permettrait de dire qu'il croit à une activité cérébrale sans cerveau.

La similitude des témoignages ne prouve absolument rien. Tous les gens depuis toujours sur toute la planète éprouvent une peur instinctive de l'obscurité, par exemple.

De longues années de lecture d'ouvrages de psychanalyse ne nous ont pas permis à ce jour de savoir ce qu'est l'inconscient, ni la différence qui le sépare du subconscient, et les "explications" de Freud sur ces notions, qu'il a lui-même forgées, laissent d'ailleurs plus d'un psychanalyste perplexe. Nous n'emploierons donc pas ce mot.

Cela étant, nous enregistrons les compliments de notre correspondant à propos de nos prises de position sur la "mémoire de l'eau".

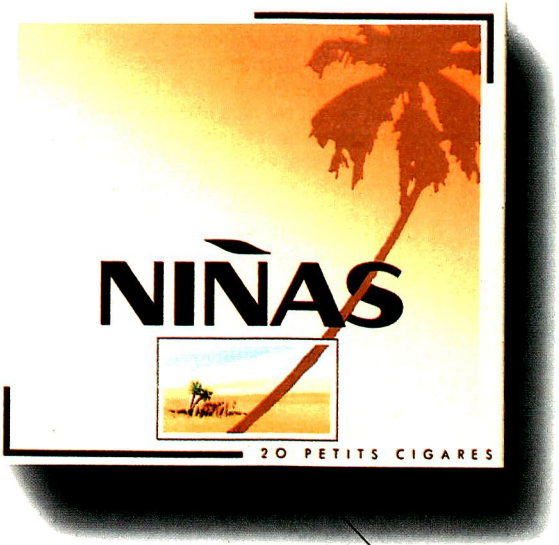
« J'ai, dix jours après sa mort, vu la tête de mon père apparaître en plein jour, alors que je n'y pensais pas du tout. J'étais parfaitement réveillé, il était environ 8 h du matin, et possédant, je crois, à ce jour, toutes mes facultés, j'ai également eu deux autres expériences en des circonstances différentes et sur différents sujets, nous écrit M. B. L., de Bondi, Australie. Cette lettre exprime son désaccord avec notre information sur le livre *La vie après la vie*, de Raymond Moody. Le même correspondant nous adresse, par ailleurs, une coupure de presse sur le changement d'opinion de Stephen Hawking, éminent cosmophysicien, sur la naissance de l'Univers. Hawking, qui soutint d'abord l'idée d'un Big Bang créateur de l'Univers, n'y croit plus et estime actuellement que l'espace-temps est fini. M. L. suppose que cette information va à contre-courant de nos idées. Et il nous pose *« la grosse question : en supposant que Big Bang il y a eu, cette infiniment petite concentration de matière dont tout est sorti, comment s'est-elle créée ?* Implicitement, notrre correspondant des antipodes croit donc à la rémanence de l'être humain après sa disparition et à la création de l'Univers par une entité supérieure.

S'il y a rémanence d'un élément de la personne après sa disparition, tout ce que nous pouvons en dire est que nous n'en savons rien. Le Dr Moody a rapporté des témoignages de gens qui avaient eu des expériences terminales, c'est tout ; l'esprit de méthode demande qu'on analyse ces témoignages à la lumière de ce qu'on sait déjà. C'est ce que Benjamin Franklin a fait avec la foudre, dont on avait auparavant supposé qu'elle était surnaturelle et dont il a démontré que c'était de l'électricité. C'est encore ce que Pasteur a fait en démontrant l'impossibilité de la génération spontanée. Jusqu'à Pasteur, en effet, on avait cru que, si l'on laissait des tas de linge sale et des ordures moisir assez longtemps, il en sortirait, par exemple, des petites souris. Jusqu'à Pasteur encore,

(suite du texte page 8)

CAPE TABAC

20 PETITS CIGARES



TABAC LEGER EN
PROVENANCE DE :
CUBA,
ARGENTINE,
BRESIL,
JAVA,
PARAGUAY,
ST-DOMINGUE,
ORIENT.

on crut que les maladies étaient contagieuses à causes de "miasmes" dont on n'expliquait jamais la nature, et les querelles entre "miasmatiques" et "contagionnistes", il y a tout juste un siècle, sont tout aussi déroutantes que les spéculations sur le "principe igné" auxquelles Lavoisier, entre autres, mit fin. C'est grâce à Franklin, Lavoisier et Pasteur que la science et le bien-être de l'humanité ont progressé, pas à cause des théories invérifiables.

En ce qui concerne la vision de notre correspondant, nous ne pouvons offrir aucune explication, puisqu'elle fut subjective. Toutefois, nous voudrions rappeler qu'il existe un phénomène bien connu des neurologues et psychologues, qui est l'hallucination. Celle-ci ne suppose nullement une perte des facultés, ni une intelligence inférieure.

Par ailleurs, les thèses des adversaires du Big Bang ne nous prennent pas du tout "à rebrousse-poil". La thèse du Big Bang n'a pas été inventée à *Science & Vie*, mais par Fred Hoyle, illustre astrophysicien anglais ; elle a été analysée et défendue par d'autres savants non moins illustres et nous ne lui prêtons aucun symbolisme philosophique. Nous exposerons les thèses adverses avec la même attention et le même intérêt. Quant à savoir qui créa l'atome originel, c'est une question métaphysique. Elle n'est pas de notre ressort.

M. E. M., de Marseille, nous adresse un long développement où nous relevons d'abord la phrase suivante : *« Toute connaissance scientifique, et se voulant purement scientifique, est fade, incomplète et ne peut trouver tout son éclat, même relatif, si elle ne débouche pas sur une louange du Créateur. »* Il nous paraît pourtant peu sûr que l'analyse des virus du Sida, par exemple, incite les chercheurs de l'Institut Pasteur à ce genre d'éloges, qui nous paraissent plus à leur place dans d'autres domaines. Affirmer, par ailleurs, que le *microbe et son milieu ne font qu'un »* et y trouver une confirmation des vues de Claude Bernard et de Pasteur, est un peu rapide. Claude Bernard a dit : « Le germe n'est rien, le milieu est tout », ce qui est bien différent. Le virus de la grippe n'est pas le grippé non plus.

Qu'est-ce que la science ? » écrit M. G. M., de Bellegarde-sur-Valserine. *« Un savoir qui se prouve. Comment se prouve-t-il ? Par nos cinq sens, évidemment. Il y a donc l'écrit, le film, le document phonique et le reste. Tout cela est analysé, consigné, interprété de la même manière et admis par tous. Fort bien. Vous êtes des "scientifiques", vous essayez d'en avoir la rigueur, que vos articles réflètent le plus souvent...mais je vais souligner votre défaut majeur : vous êtes des "scientifiques", et la science, c'est bien connu, gouverne tout. Vous suivez donc votre propre logique, et ce qui ne se prouve pas n'existe pas et doit être combattu. Pourtant, y aura-t-il un détecteur assez sophistiqué pour mesurer le degré d'amour pour votre famille, au retour du bureau ? »* Bref, ce correspondant, dont la lettre couvre huit bonnes pages et ne peut donc être citée ici in extenso, essaie de nous dire que la science ne peut pas tout prouver et qu'on ne peut pas rejeter ce qu'elle ne prouve pas, parce que cela peut ressortir à d'autres moyens de vérification. La réponse est simple : il existe un outil intellectuel qui est la logique. Celui-ci permet d'établir qu'un même objet ne peut pas être à la fois blanc et noir, ce qui est déjà une des bases du raisonnement universel.

Ce raisonnement n'est pas réservé à la science : c'est celui que tout le monde utilise dans la vie de tous les jours. La science, elle, l'utilise pour appréhender des faits nouveaux en se fondant sur des connaissances déjà vérifiées et une méthodologie expérimentale qu'elle ne cesse de raffiner. Elle postule qu'un phénomène nouveau qui se trouve en contradiction avec le savoir acquis est, soit mal vérifié, soit mal interprété. Si l'on dit à un géologue que la Terre est cubique, il répondra que c'est faux pour un certain nombre de raisons toutes indiscutables, jusques et y compris les photos prises par satellites. Si l'on dit à un chimiste que les molécules d'eau s'organisent de manière durable en souvenir d'une seule molécule qu'elles ont rencontrée, il observera qu'il s'agirait là d'un phénomène de résonance d'un type unique dans l'histoire des centaines de milliers de phénomènes chimiques observés depuis la naissance de la chimie et, s'il procède à des expériences pour vérifier cette résonance et que les expériences sont négatives, il concluera que l'hypothèse est fausse. C'est ainsi qu'on peut dire qu'il est impossible de faire un enregistrement sonore dans un verre d'eau, de la même manière qu'on peut dire qu'il est faux de prétendre qu'il y a des mammifères quinquapèdes.

Quant à "détecter" un degré d'amour, ce n'est pas impossible : il existe de nombreuses méthodes pour déterminer, en effet, l'intensité de sentiments et de réactions affectives. Elles se sont révélées très utiles dans l'établissement d'une échelle des événements les plus stressants qui puissent affecter un individu.

Les dangers domestiques

M. B. H., de Morlanwelz, Belgique, nous adresse une hypothèse sur *« l'appareillage automatique producteur émetteur-récepteur d'une liaison physique activée par ondes infra-rouges »* que nous confessons n'avoir pas bien comprise. Mais enfin, il semble croire que des faisceaux laser se produisent spontanément dans notre environnement domestique. C'est un type de préoccupations que nos lecteurs nous exposent souvent. Disons d'emblée qu'il est impossible de créer des faisceaux laser spontanés. Un faisceau laser ne peut se créer qu'avec un cristal à la source ou des gaz sous pression pour créer de la lumière cohérente.

Notre correspondant semble croire qu'un tel faisceau serait dangereux pour l'organisme. Rassurons-le : il faudrait une installation d'une puissance exceptionnelle, et qui ne correspond nullement à celle de nos appareils domestiques, pour produire un faisceau qui présente quelque danger. On peut mettre la main à travers un faisceau laser courant : ce n'est pas plus dangereux que de la mettre devant une torche électrique. Un escalier est bien plus dangereux.

La seule inconnue d'ordre élec-

tromagnétique qui demeure dans l'environnement urbain est celle des champs créés par les lignes à haute tension. Quand nous serons nous-mêmes mieux informés là-dessus, nous en ferons part à nos lecteurs.

Sommes-nous "bêtement médiatiques ?"

« Après avoir lu l'article signé G. M. sur le livre de J.-F. Revel, "La connaissance inutile", il me vient à l'esprit quelques observations », écrit M. P. D., de Thoiry, qui joint le sarcasme au compliment. *« L'analyse de Revel mettant en évidence ce que certains appellent un "Establishment politico-médiatique" n'est pas nouvelle ; elle est vérifiée aux Etats-Unis depuis la crise du Watergate, mais l'effet de cet "Establishment" a singulièrement diminué. En revanche, cet "Establishment" vit actuellement ses plus belles heures en France. Nous constatons tous les jours dans les grands médias une information stéréotypée et partiale. (...) Science & Vie a eu de son côté le courage de nous proposer, ces dernières années, des articles intéressants, tels que ceux traitant du musée de La Villette, du Muséum d'Histoire naturelle, de l'homéopathie, de la mémoire de l'eau, des images subliminales... Ces articles valaient par leur contenu original et leur documentation, mais surtout par leur courage, car ils allaient à l'encontre du "prêt à penser médiatique". Que les grands médias n'aient pas mentionné Science & Vie à propos de ces questions est compréhensible. (...) C'est ce type d'information introuvable ailleurs qui fait l'intérêt de votre revue. Par contre, vos positions béatement optimistes sur le Sida ne font que refléter les convenances médiatiques habituelles. Mais aller à l'encontre de ces convenances ne serait-il pas admettre le bien-fondé de certaines prises de positions politiques jugées par ailleurs inacceptables par ce même "Establishment" ? »*

Remercions notre correspondant pour ses compliments... et déplorons qu'il nous trouve "béats" en ce qui concerne le Sida. Alors que les médias dramatisaient cette maladie au point d'en faire le plus grand péril de l'humanité (à l'heure actuelle, c'est près d'un cinquième de la population mondiale qui eût dû avoir disparu, selon certains calculs), nous avons préféré raison garder.

Nous gardons, en effet, l'histoire de la syphilis en mémoire. Ce fut pendant longtemps une maladie sans remède véritable, qui semait la ruine, la discorde et les malformations néonatales. On oublie trop l'effroyable délabrement physique du tabès, la syphilis neurologique, qui affectait tant de gens avant 1945. Puis la pénicilline vint et l'on n'en parla plus (on en parle d'ailleurs trop peu). Plusieurs traitements actuellement en cours permettent d'espérer que, dans un premier temps, cette maladie sera jugulée. Sans doute un vaccin la préviendra-t-il ensuite.

Les lazarets à Sida proposés par

certaines instances politiques, puisque, c'est à cela que notre correspondant fait allusion, nous ont paru disproportionnés, inhumains, ruineux, peu pratiques et inefficaces. Nous nous sommes expliqués plus d'une fois à ce sujet, sur lequel, d'ailleurs, nous nous trouvons en plein accord avec les deux derniers ministères de la Santé.

Il est patent que les couches de population où le sida fait actuellement le plus de ravages sont celles des secteurs les plus défavorisés, ce qui montre bien que le public est doté d'un certain sens de la responsabilité, et qu'il peut donc se réformer seul sans mesures coercitives, ensuite que ce sont les gens les plus perméables à l'information qui sont le plus vulnérables. Préférons donc l'information.

Haï !

Abonné à notre revue, M A.B., de Saix, *ne cesse d'y découvrir des sources d'étonnements, de réflexion et de plaisirs,* ce qui est un compliment bien agréable. Pratiquant le karaté, art martial japonais, il trouve regrettable que la richesse des arts martiaux n'ait jamais encore, à sa connaissance, été bien exposée dans une revue. Il nous suggère donc de consacrer un article, outre au karaté, à l'aïkido, au kendo, au iaï do, au kyudo.

Peut-être les pare-t-il de vertus un peu excessives, mais enfin, nous étudions, en effet, ce sujet. Notre correspondant nous semble un peu injuste à l'égard des excellentes revues françaises sur les arts martiaux.

Le million d'Arlequin

Ce n'est pas une philippique, mais une bastonnade que nous administre verbalement M. L. R., de Marseille, à propos de l'offre d'un million de francs au Dr Benveniste, dans le cas où il arriverait à prouver la mémoire de l'eau. *Je suis, croyez-moi, très furieux de voir qu'au XX^e^ siècle, vous ignorez encore que les Druides, les Pharaons, les Incas, les Mayas, les Tolstèques* (notre correspondant veut sans doute désigner les Toltèques) *et les Astesques* (là aussi, il s'agit sans doute des Aztèques) *utilisaient il y a plus de 6 000 ans les Pierres qui parlent afin de transmettre des messages secrets. Vous ignorez encore que le Périsprit de toutes les matières enregistre vos paroles et vos pensées.*» Nous laissons à notre correspondant la responsabilité de son attribution de l'enregistrement phonographique aux Druides et autres anciens. Nous eussions, cela dit, aimé entendre les harangues de Vercingétorix. Mais nous ne sommes pas mécontents de voir que notre correspondant met la "mémoire de l'eau" dans le domaine de la magie.

Mais notons que la récompense offerte au Dr Benveniste vient d'augmenter : M. R. I., de Marseille, écrit : « Comme beaucoup d'abonnés, j'offre dix mille francs au Dr Benveniste s'il prouve la "mémoire de l'eau". »

M. J.-M. B., de Sartrouville, n'est pas non plus d'accord avec le Dr Benveniste et nous demande, par la même occasion, de nous prononcer sur un livre distribué par les Témoins de Jéhovah et intitulé *La vie : comment est-elle apparue ?*

Il s'agit, comme on peût s'y attendre, d'une réfutation des thèses de l'évolution, mais, comme on ne s'y attendait pas, elle est très astucieusement faite ; elle réunit, en effet, tous les arguments critiques de savants, parfois réputés, adressés à l'évolution et aucun de ceux qui plaident en faveur de celle-ci. Comme elle plaide pour la lettre de la Genèse biblique, il s'ensuivrait que le Créateur serait apparu plusieurs fois de suite au cours de l'histoire de la Terre, pour créer toutes les espèces qui ont disparu et celles qui sont apparues. Il est évident que c'est là un ouvrage dicté par des convictions religieuses et qu'il n'entre donc pas dans le champ de nos intérêts.

La très longue lettre de M. M. Z., d'Aubervilliers, est impossible à reproduire ici. Citons-en les extraits suivants : *« Je suis très réservé vis à vis de la prétendue découverte (il s'agit de la "mémoire de l'eau")... Ce qui m'intéresse, c'est le pourquoi de cette démarche, qui consiste à introduire une notion métaphysique et même théologique dans la méthodologie scientifique (épistémologie) et d'y déceler éventuellement le principe de l'erreur ou de la mauvaise formulation d'un problème réel. Tout d'abord, je tiens à rappeler que l'idée d'un effet sans cause ou, ce qui revient au même en phénoménologie transcendentale et en théologie de l'incarnation, d'une cause déterminée par son effet, est une idée nouvelle issue de la révolution philosophique du XX^e^ siècle. »*

Nous ne nous engagerons pas dans le débat suscité par notre correspondant, car il ressortit au domaine de la philosophie pure et il s'agit, en ce qui concerne la "mémoire de l'eau", de chimie-physique. Mais, en effet, il existe un courant diffus dans les milieux scientifiques, qui postule qu'il existe une harmonie préétablie qui s'organise sur une mémoire des formes. L'évolution d'un être vivant se ferait, dans ce système, non sur la base de médiateurs chimiques commandés par des gènes et produisant les différenciations successives des tissus à partir des cellules indifférenciées de l'œuf, mais à partir d'une mémoire immanente. C'est-à-dire qu'un œuf se changerait en un être vivant parce qu'une résonance universelle lui dicterait la manière de se transformer. Nous avons, il y a quelques années, exposé cette théorie, tout à fait hétérodoxe et qui ne repose strictement sur aucune base scientifique. Il se pourrait, en effet, que celle de la "mémoire de l'eau" y soit apparentée.

Economie et thermodynamique

« Je n'ai pas compris et serais heureux que vous m'expliquiez la phrase : "Ces économistes n'avaient pas tort : en faisant fonctionner la planche à billets pour créer une prospérité artificielle, les responsables du budget de Reagan aboutirent à la formidable dette extérieure qu'on sait", écrit M. H. L., de Lyon. *En effet, les Etats-Unis fabriquant une mon-*

(suite du texte page 12)

Une étonnante expérience qui a changé beaucoup de choses pour moi

Comment j'ai amélioré ma mémoire en une soirée...

Après le dîner, nous bavardions chez mes amis Leroy, et l'un de nous fit la proposition classique de demander à chaque invité de réciter, raconter ou faire quelque chose. Jeannine chanta, Patrick fit une imitation... Lorsque le tour de Jacques Derval arriva, il dit qu'il allait faire une expérience montrant ce que l'on peut réaliser avec une mémoire bien entraînée. Il me choisit comme assistant et demanda qu'on lui bande les yeux pour éviter toute supercherie.

20 nombres de 4 chiffres! 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 demandé de noter les nombres au fur et à mesure qu'on 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. Alors il pria qu'on l'interroge sur l'ordre des nombres dans la liste: quel est le 7e ou quel est le 12e? Instantanément il citait le nombre correspondant à son rang dans la liste. Il le fit et le refit sans jamais se tromper.

Il se rappela 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 8e, la 35e ou la 47e 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'imaginais 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'inestimables 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, parce que je pouvais retrouver à tout moment une citation exacte ou un chiffre important. Dans ma vie professionnelle, aussi, tout changea: rapidement on remarqua que ma mémoire était devenue prodigieuse. Mon patron me félicita parce que je pouvais toujours répondre à ses questions avec précision, tandis que mes collègues devaient rechercher dans leurs dossiers. Aujourd'hui ma situation est très supérieure à celle que j'avais le soir où Derval m'apprit à développer ma mémoire.

Comment retenir tout sans effort. Ce que j'ai appris ce soir-là, existe maintenant sous forme d'une méthode facile à suivre, tranquillement chez soi. Elle peut vous permettre d'acquérir une mémoire étonnante. Demandez le livret offert ci-dessous. Vous y verrez que vous pouvez retenir sans effort des centaines de dates ou de formules, des milliers de notions d'économie, de droit ou de médecine, les langues étrangères, les noms et les visages, les numéros de téléphone, les codes des 95 départements et faire les expériences dont nous avons parlé. Si vous voulez acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin, voici une occasion inespérée. Documentez-vous sur cette méthode en demandant le livret offert 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 M, 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.)* M14H

Mon nom: ..... Prénom: .....
(en majuscules SVP)

Mon adresse: .....

Code postal: ..... Ville: .....

naie internationale, qui n'est contestée par personne et reconnue par tous les Etats industrialisés (et beaucoup d'autres), on ne voit pas comment il s'ensuivrait une formidable dette extérieure, puisque tous les vendeurs de produits et services sont trop heureux de fournir du palpable contre du vent ou papier. Que peut bien être la formidable dette ? Par ailleurs : pourquoi la totalité du monde supporte-t-elle cette situation ahurissante d'une nation qui, par le biais de la monnaie, exporte déficits et chômage à tous ses clients ? »

La réponse est très simple : les Etats-Unis ont emprunté auprès des banques internationales une somme qui est actuellement égale ou supérieure à 2 000 milliards de dollars sous des formes diverses, essentiellement emprunts en devises étrangères et crédits. La conversion de ceux-ci en dollars à l'intention du marché intérieur pour le financement du budget fédéral, notamment celui de la Défense, grand moteur de l'économie américaine, a impliqué le recours à la production de papier-monnaie américain. La situation peut s'expliquer par une figure de thermodynamique : si l'on compare l'Etat américain à une machine, on peut dire qu'il a emprunté de la chaleur (l'argent) au milieu externe ; du coup, il a diminué la température du milieu externe.

Tous les économistes américains et internationaux le reconnaissent : la dette actuelle américaine est la plus formidable de l'histoire des Etats-Unis. Quant à savoir pourquoi le monde occidental accepte cette situation, il faut savoir que c'est à la suite des accords internationaux, et notamment ceux de Bretton Woods après la Seconde Guerre mondiale, où les Etats-Unis s'imposèrent comme le banquier du monde occidental et financèrent la reconstruction et la réorganisation des économies.

Suicide de microbes

A propos de l'article d'Alexandre Dorozynski, "La Grande peste expliquée", *une phrase prête à confusion*, estime Mme F.E., de Louvain-la-Neuve, en Belgique : « Cette hypothèse s'accorde avec l'idée que l'évolution favorise les microorganismes pathogènes qui ne sont pas mortels ; ceux qui le sont finissent par une sorte de suicide collectif, car ils tuent les organismes qui leur permettent de se multiplier. »

Doit-on comprendre que quelqu'un (un Dieu extraterrestre) qui s'appelle évolution pousse les "mauvais" microorganismes à se suicider ? Il vaudrait peut-être mieux écrire : les microorganismes pathogènes mortels détruisent leur propre milieu, ce qui entraîne leur extinction à plus ou moins long terme...

Sans doute. Il n'en demeure pas moins que c'est l'équilibre de l'évolution qui fait que les microorganismes, qui ne respectent pas leur milieu (c'est-à-dire qui ne sont pas écologistes...), commettent une sorte de "suicide".

Délit de...non-initié !

Plusieurs lecteurs nous ont fait reproche d'une publicité de caractère fort peu scientifique parue dans nos pages de janvier. Nous tenons à rappeler à nos lecteurs, d'abord, que les services de la publicité sont indépendants de la rédaction, donc que celle-ci ne choisit pas les publicités. Ensuite, que le service de publicité est certainement conscient du caractère de *Science & Vie*, mais n'applique pas automatiquement les mêmes critères que la rédaction au choix des insertions. En l'occurrence, un des membres de ce service, récemment intégré et donc un "non-initié", a accordé son visa à cette publicité, qui ne reparaîtra donc pas. ●

Trissotte, en direct du Labo

par Louchard & Glouton

Apprenez efficacement, à votre rythme par correspondance.

ETUDES METIERS AVENIR

LISTE DES BROCHURES ET ENSEIGNEMENTS DE L'ECOLE UNIVERSELLE

ETUDES SECONDAIRES

☐ Classe de 6e ☐ Classe de 5e ☐ Classe de 4e ☐ Classe de 3e ☐ Brevet des Collèges ☐ Seconde ☐ Premières A.B.S. ☐ Première G ☐ Premières F1.F3.F8 ☐ Terminales A.B.C.D. ☐ Terminales G1.G2.G3 ☐ Terminales F1.F3.F8.

INSTITUTEUR - INSTITUTRICE

Préparation au concours d'entrée dans les écoles normales.

CAPACITE EN DROIT

Accessible sans le baccalauréat. Nombreux débouchés.

ETUDES SUPERIEURES DE DROIT

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

ETUDES SUPERIEURES DE SCIENCES

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

ECOLES VETERINAIRES

Préparation au concours d'entrée.

ETUDES SUPERIEURES DE COMPTABILITE

☐ B.T.S. de comptabilité et gestion d'entreprise ☐ Diplôme préparatoire aux études comptables et financières (D.P.E.C.F.) ☐ D.E.C.F. ☐ Chef comptable ☐ Assistant de gestion.

COMMERCE - DISTRIBUTION

☐ B.T.S. action commerciale ☐ B.T.S. commerce international ☐ Bac. G3 ☐ Directeur commercial ☐ Gérant succursale ☐ Responsable export ☐ Vendeur ☐ Représentant.

TOURISME

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

PUBLICITE ET MARKETING

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

LANGUES ETRANGERES

☐ Cours universel d'anglais avec cassettes ☐ Allemand, espagnol, italien avec cassettes ☐ Arabe ☐ Russe ☐ Anglais commercial ☐ Allemand commercial ☐ Interprète ☐ Chambres de commerce étrangères.

FONCTIONNAIRE

☐ Secrétaire comptable à la Banque de France ☐ Agent de recouvrement du Trésor ☐ Agent de constatation des impôts ☐ Contrôleur des impôts ☐ Commis ☐ Commis de mairie ☐ Secrétaire administratif ☐ Secrét. adm. scolaire universitaire ☐ Greffier des tribunaux ☐ Surveillant des éts pénitentiaires ☐ Rédacteur de mairie.
P.T.T. : ☐ Préposé ☐ agent d'exploitation ☐ Contrôleur ☐ Inspecteur. **Police :** ☐ Gardien de la paix ☐ Inspecteur.

CULTURE SCIENTIFIQUE

☐ Mise à niveau mathématiques, physique, chimie ☐ Ecologie ☐ Biologie ☐ Anatomie ☐ Connaissances médicales ☐ Le corps et la santé ☐ Diététique appliquée ☐ Approche du micro-ordinateur ☐ Initiation à l'informatique.

CULTURE GENERALE

☐ Orthographe ☐ Rédaction ☐ Résumé de texte ☐ Analyse ☐ Commentaire ☐ Philosophie ☐ Rédaction du journal ☐ Rédaction littéraire ☐ Lecture rapide ☐ Conversation ☐ Graphologie ☐ Perfectionnement culturel ☐ Histoire des civilisations ☐ Histoire de la littérature.

SECRETARIAT - BUREAUTIQUE

☐ C.A.P. sténodactylo ☐ C.A.P. employé(e) de bureau ☐ B.E.P. ☐ Bac. G1 ☐ B.T.S. bureautique et secrétariat ☐ Bibliothécaire.

INFORMATIQUE

☐ Analyste ☐ Analyste programmeur ☐ Programmeur de gestion ☐ Opérateur de saisie ☐ Codifieur ☐ Opérateur ☐ Pupitreur.
Perfectionnement : ☐ Initiation ☐ Cobol ☐ Micro-processeurs ☐Approche du micro-ordinateur.

CARRIERES SOCIALES ET PARAMEDICALES

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 ☐ Pédicure ☐ Educateur de jeunes enfants ☐ Assistante sociale ☐ Orthophoniste ☐ Educateur spécialisé ☐ C.A.P. employé de pharmacie.

PERFECTIONNEMENTS PROFESSIONNELS

Comptabilité : ☐ Comptabilité générale ☐ Technique comptable ☐ Comptabilité analytique ☐ Gestion prévisionnelle ☐ Gestion financière ☐ Informatique appliquée à la comptabilité ☐ Gestion des entreprises ☐ Economie des entreprises.
Commerce : ☐ Techniques commerciales ☐ Marketing ☐ Commerce ☐ Vente ☐ Action commerciale ☐ Commerce international ☐ Communication et publicité ☐ Créativité et graphisme publicitaire ☐ Economie et comptabilité hôtelière.

DESSIN - PEINTURE - DECORATION

☐ Cours élémentaire de dessin ☐ Cours universel de dessin et de peinture ☐ B.D. ☐ Dessinateur de publicité ☐ Dessinateur illustrateur ☐ Dessinateur de mode ☐ Décorateur intérieur et ameublement ☐ Antiquaire ☐ Arts et styles ☐ Histoire de l'art.

Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue.

ORIENTATION CONSEILS
▶ Appelez le :
(1) 47.71.91.19

INSCRIPTION A TOUT MOMENT DE L'ANNEE

Bon pour une documentation gratuite :

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

USV012

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 IFOR
28, rue Pasteur - 92551 SAINT-CLOUD Cedex. Tél. (1) 47.71.91.19

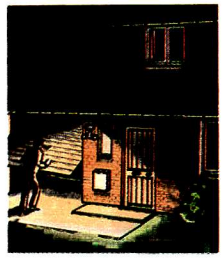
ECOLE UNIVERSELLE

Institut d'Enseignement Privé par Correspondance
soumis au contrôle du Ministère de l'Education Nationale
28, rue Pasteur - 92551 Saint-Cloud Cedex

la Sélection de SEDAO

CENTRALE D'ACHATS

LIGHT'ALERT : l'éclairage automatique



A l'extérieur

A l'intérieur

LIGHT'ALERT est un détecteur électronique de mouvements qui allume automatiquement deux lampes dès qu'il perçoit une présence et s'éteint tout seul au bout d'un laps de temps que vous aurez programmé.
Installé à l'extérieur, LIGHT'ALERT accueille par une lumière sympathique vos hôtes mais, lorsqu'un voleur s'approche, il fait croire que votre habitation est occupée et qu'il a été repéré.
Installé à l'intérieur, LIGHT'ALERT vous permet de ne plus chercher la lumière à tâtons dans les couloirs sombres, caves, greniers et pièces peu fréquentées.
- Entièrement étanche, zone de détection : 15 x 18 m (110 °).
- Type de détection : passif à rayons infrarouges, réglage : durée de l'éclairage 15 secondes à 15 minutes
- Sensibilité réglable (vous avez la possibilité de la faire fonctionner uniquement la nuit).
- Utilise des ampoules standard à vis ou des spots (jusqu'à 300 watts).

En Option : adapté au LIGHT'ALERT, les spots FLOOD de PHILIPS (120 watts) sont économiques et vous assurent un éclairage puissant.

FLEA REPELLER : le collier anti-tiques et anti-puces

Le FLEA REPELLER est un collier anti-parasites électronique révolutionnaire pour le confort de votre animal domestique et l'hygiène de ses amis les enfants.
Il émet des ULTRASONS inaudibles et sans danger pour l'homme et les animaux, qui font **fuir définitivement** les puces et les tiques.
Il n'utilise aucun produit chimique, ni produit malodorant.
Mieux ! La protection est efficace à 100 % dans un rayon de 1,20 m, ce qui fait également disparaître les parasites de sa niche et panier.
Etanche, il est livré avec un collier réglable à toutes les tailles.

LE TESTEUR d'ALARME

De la taille d'un paquet de cigarettes, cet appareil est fait pour vous **éviter de mauvaises et coûteuses surprises !** Ce nouveau TESTEUR D'ALARME RADAR permet de vérifier le bon fonctionnement du système de votre bureau, magasin, maison, etc... Adapté à toutes les fréquences, (X et K) il se branche sur l'allume-cigare de votre voiture et vous permet de contrôler à distance (maxi 1 500 m) sa bonne marche. Signal sonore réglable et lumineux de détection. Très faible rayonnement parasite.
Attention : il est bien sûr interdit en France d'utiliser cet appareil sur les routes et autoroutes pour dépister les radars de la police routière.

CREDIT GRATUIT de 3 MOIS pour toute commande supérieure à 500 F.

CONTROLEZ VOTRE FORME

L'AUTOTENSIOMÈTRE ELECTRONIQUE permet très simplement de **prendre soi-même sa tension** entre deux contrôles médicaux.
Les tensions maximales, minimales et le pouls s'inscrivent automatiquement sur son grand écran à affichage digital. Pratique, son brassard est équipé de velcro et se dégonfle seul.
- Alimentation : 4 piles (R6).
- Dimensions : 14 x 8 x 2 cm

Pour commander par téléphone, avec votre Carte Bancaire (C.B.), appelez le 16.(1).47.30.44.55 + de 8 à 20 h du lundi au samedi inclus

Bon de Commande

à retourner à : **SEDAO**
37-39 rue des Grands Champs - 75980 PARIS CEDEX 20

Nom Prénom

N° Rue

C.P ⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌋ Ville

Téléphone

Qté	Code	DESIGNATION		Montant
	000862	LIGHT'ALERT	395 F. TTC	
	001347	LOT DE 2 SPOTS PHILIPS	139 F. TTC	
	001503	FLEA REPELLER	149 F. TTC	
	000953	TESTEUR D'ALARME	1.950 F. TTC	
	000709	AUTOTENSIOMETRE	595 F. TTC	
		Participation aux frais de colisage		19 F
76KC07		TOTAL TTC		

LIVRAISON GRATUITE : • **Délai de livraison 15 jours maximum** • **Facture fournie pour toute commande** • **Tous nos produits sont garantis 1 AN** • "France métropolitaine uniquement"

Que je règle : ☐ COMPTANT par chèque bancaire/postal à l'ordre de **SEDAO**

par carte bleue n° ⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌊_⌋ Date de validité : _____

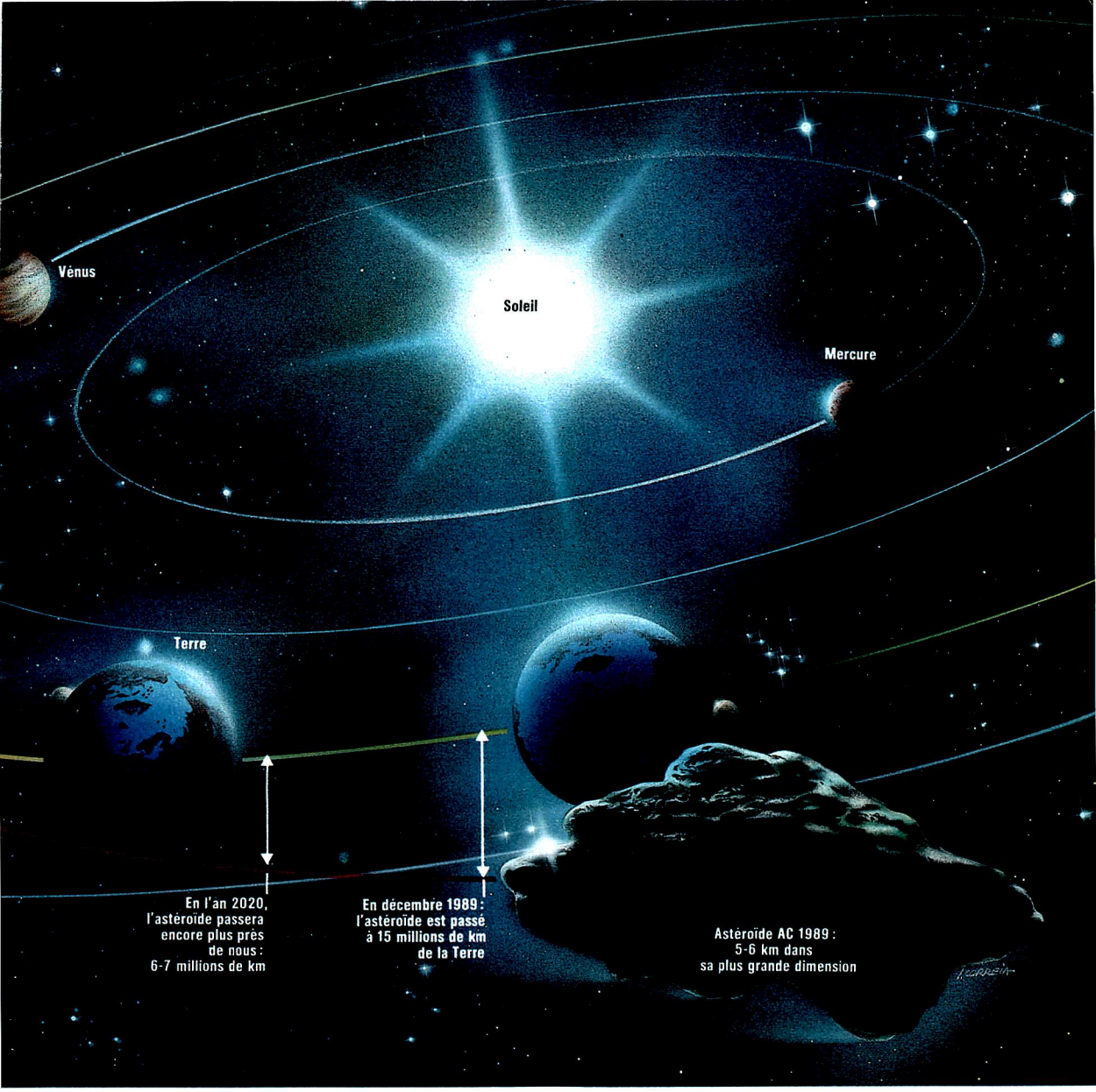
☐ CREDIT GRATUIT pour toute commande supérieure à 500 F, je joins 200 F à la commande et je m'engage à payer le solde en 3 mensualités égales

LA MONTAGNE QUI TOMBE DU CIEL

Un astéroïde de 5 à 6 kilomètres de diamètre vient d'être découvert alors qu'il passait près de la Terre. Comment ne l'avait-on pas déjà vu, alors qu'il tourne autour du Soleil quasiment dans le même plan que celui de la Terre, et que son orbite croise régulièrement la nôtre ? S'il nous heurtait, l'énergie dégagée serait égale à celle d'un million de bombes thermonucléaires !

PAR JEAN-FRANCOIS ROBREDO

Encore plus près en 2020. Fin décembre dernier, 1989 AC passait à moins de 15 millions de kilomètres de la Terre. Vers l'an 2020, il passera à 6 ou 7 millions de km seulement. D'après les premières indications, un passage à moins de 400 000 km est prévu (distance Terre-Lune), mais on ne sait pas encore quand. Le danger d'un passage proche est d'autant plus grand que l'astéroïde tourne sur une orbite qui se trouve quasiment dans le plan de l'écliptique, celui où la Terre autour du Soleil. Les gros astéroïdes (plus d'1 km) sont responsables de nombreux cratères observés sur les planètes telluriques (Mercure, Vénus, Terre et Mars). Sur Terre, un de ces objets, tombé il y a 40 000 ans environ, a creusé le Meteor Crater, en Arizona (**photo ci-contre**) : 1 km de diamètre et 200 m de profondeur.



Les lecteurs d'Astérix le Gaulois le savent bien, les Français vivent dans la crainte que "le ciel leur tombe sur la tête". Hasard ou flair gaulois, dans la nuit du 4 au 5 janvier, une équipe d'astronomes de l'Observatoire de la Côte d'Azur, près de Grasse, a détecté un astéroïde dont la trajectoire coupe celle de la Terre. La probabilité d'une rencontre bien que minime n'est donc pas nulle. Devant une telle possibilité, les astronomes ont proposé un nom de circonstance : Toutatis, dieu celte de la guerre.

En fait, en matière d'astéroïdes, le hasard a jusqu'ici joué le rôle dominant et c'est leur télescope pointé sur les satellites de Jupiter que l'équipe composée de Jean-Louis Heudier, Christian Pollas, Robert Chemin, Alain Maury et Derral Mulholland, a remarqué une traînée suspecte et anormalement longue sur deux de leurs clichés. « Nous avons tout de suite pensé à un astéroïde », raconte Alain Maury. La communauté scientifique avertie, la découverte est confirmée dès le 6 janvier par les astronomes de l'observatoire amériain du mont Palomar. Le visiteur est baptisé selon les règles internationales, 1989 AC.

En quelques semaines, les scientifiques ont engrangé de nombreuses informations ; « mais on ne connaîtra précisément son orbite que dans quelques mois, quand un nombre suffisant de mesures de position aura été fait », précise Alain Maury. Aujourd'hui on pense que sa révolution autour du Soleil dure 3,97 de nos années, sa taille est estimée entre 5 et 6 kilomètres et, ce qui est la principale

1

cause d'intérêt et d'inquiétude, l'inclinaison de son orbite n'est que de 0,45° par rapport au plan de l'écliptique. Les trajectoires de Toutatis et de la Terre sont donc pratiquement dans le même plan. Reste à déterminer la probabilité statistique d'une rencontre malheureuse...

Ce risque ne se limite d'ailleurs pas au seul astéroïde Toutatis. Outre les comètes et les météorites, 1989 AC fait partie d'une famille appelée Apollo-Amor dont la particularité est précisément de couper l'orbite de la Terre (famille Apollo) et celle de Mars (famille Amor). Plus d'une centaine d'objets ayant ces caractéristiques ont été recensés à l'heure actuelle mais aucun ne rasait d'aussi près l'orbite terrestre (1,5° d'inclinaison pour le plus proche connu, soit trois fois moins "dangereux" que 1989 AC).

On estime qu'un objet Apollo se trouve placé sur une orbite qui coupe celle de la Terre tous les 5 000 ans environ. Ces astéroïdes représentent donc un danger permanent pour notre planète. Si un tel objet venait à s'abattre sur une zone habitée, les conséquences seraient catastrophiques. Pour un diamètre d'un kilomètre, l'énergie dégagée serait équivalente à celle libérée par l'explosion simultanée de 100 000 bombes thermonucléaires de une mégatonne ! Le cratère creusé par l'impact s'étendrait sur une vingtaine de kilomètres... Selon les estimations statistiques, le nombre des astéroïdes dont les dimensions sont supérieures à 1 kilomètre, est compris entre 750 et 1 000. La fréquence des collisions atteint, dans cette hypothèse, le chiffre de 4 par million d'années. Une probabilité qui semble négligeable à l'échelle humaine mais qui prend toute son importance à l'échelle des 4,5 milliards d'années d'existence du système solaire.

Ainsi, il semble établi que les astéroïdes à la taille supérieure au kilomètre soient responsables des énormes cratères observés sur la Terre, la Lune, Mercure et Vénus. Sur notre planète, la collision la plus récente remonte à environ 40 000 ans. Elle a laissé un cratère d'un kilomètre de diamètre sur 200 mètres de profondeur (le Meteor Crater) en Arizona. Certains spécialistes soutiennent même que la disparition des dinausores ainsi que de 60 % des espèces animales, il y a 65 millions d'années, serait due à l'impact d'un astéroïde de 10 kilomètres de diamètre.

Plus près de nous, l'année 1937 a vu l'astéroïde Hermès frôler la Terre à moins de 800 000 kilomètres, soit seulement deux fois la distance Terre-Lune. Il n'est pas impossible que ce dernier puisse, lors d'un prochain passage, se rapprocher encore : à 350 000 kilomètres seulement. A signaler aussi le rase-mottes d'Icare, en juin 1968, à moins de 7 millions de kilomètres. Si aucune chute n'a été relatée pendant la période historique, on estime à 1 500 le nombre d'objets Apollo qui sont tombés sur la

Terre depuis 600 milions d'années. Sur le seul territoire canadien, vingt-trois cratères d'impacts sûrs ont été recensés. A la fin de l'ère primaire, un objet Apollo s'est écrasé en France, dans la région de Rochechouart (Haute-Vienne). L'impact a creusé un cratère de 18 kilomètres de diamètre et la zone est jalonnée de formations bréchiques consécutives au choc (1).

Si Toutatis venait à heurter la Terre — le frottement avec l'atmosphère lui arracherait bien une petite épaisseur, mais il en resterait largement assez pour arriver jusqu'au sol —, il y creuserait un cratère de 60 km de diamètre (dix fois la taille de l'astéroïde), soit, en gros, l'équivalent de la Région parisienne. L'énergie cinétique dégagée par l'impact correspondrait à celle d'un million de bombes thermonucléaires d'une mégatonne. Sans parler des autres conséquences d'une telle collision : tremblemts de terre, raz-de-marée, "hiver nucléaire" (3) qui durerait 3-4 mois.

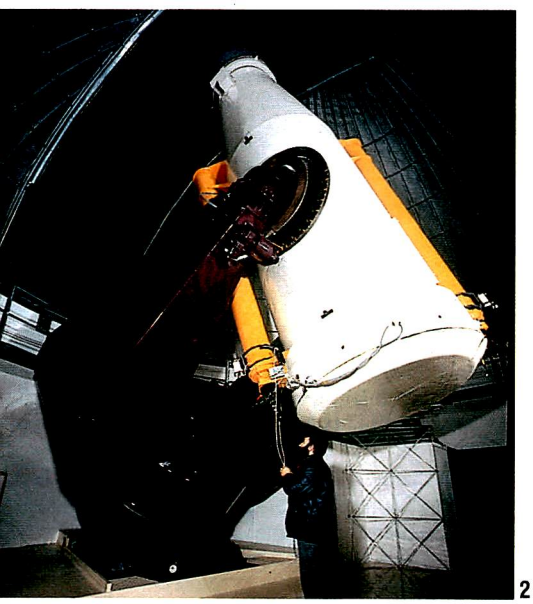
Mais l'intérêt des scientifiques pour les astéroïdes ne se limite pas aux seuls scénarios catastrophe. Une attention grandissante leur a été accordée malgré des débuts sur la scène scientifique peu glorieux. En effet, lorsqu'en 1801, le Sicilien Giuseppe Piazzi découvre une petite planète, Cérès, d'un millier de kilomètres de diamètre gravitant à 2,8 unités astronomiques (l'UA est égale à la distance Terre-Soleil, soit environ 150 millions de kilomètres), cette dernière se situe exactement à l'endroit où une loi, découverte quelques années auparavant et connue aujourd'hui sous le nom de loi de Titus-Bode, signalait une planète manquante.

La curiosité des astronomes est alors aiguisée, mais bientôt les découvertes se succèdent et, une fois le répertoire mythologique épuisé, les astronomes se lassent et les astéroïdes tombent... dans l'indifférence ! Quand ce n'est pas dans le rejet pur et simple, comme en témoignent les surnoms de "vermine du ciel" ou "poubelle du système solaire". Autant d'expressions qui font référence aux traits parasites qu'ils laissent sur les plaques photographiques.

Les découvertes se situant toujours dans cette vaste zone comprise entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter, désignée par le nom de "ceinture d'astéroïdes", on en conclut, dans un premier temps, qu'il s'agit des débris de l'explosion d'une grosse planète. Cette hypothèse est aujourd'hui abandonnée car la masse totale de tous les astéroïdes connus ne dépasse pas 1 % de la masse de Mercure, une des plus petites planètes du système solaire, soit mille six cents fois moins que celle de la Terre. Par ailleurs, les astronomes ne connaissent aucun mécanisme capable de faire exploser ainsi une planète.

Il faudra attendre la seconde moitié du XX^{e} siècle et les modèles de nébuleuse primitive comme origine du système solaire, pour relancer l'intérêt et les recherches sur les astéroïdes. Et quel intérêt ! Ces petits corps seraient les vestiges les plus anciens et les moins altérés de cette nébuleuse primitive composée de gaz et de poussières. Ils garderaient donc en mémoire les stades intermédiaires de la matière qui ont conduit dans d'autres régions à la formation des planètes. Les astéroïdes nous informeraient donc sur l'évolution du système solaire, de la même manière que les bactéries nous informent sur l'apparition de la vie sur notre planète. Ce "bloquage" à des stades intermédiaires de l'évolution de la matière s'explique par les perturbations gravitationnelles du "monstre" voisin en formation, Jupiter, dont la masse est deux fois et demie supérieure à celle de toutes les autres planètes réunies du système solaire.

Cette hypothèse n'est pourtant pas sans poser de problème car si, comme elle le suppose, les astéroïdes se sont formés à partir de collisions aléatoires de petits corps, la répartition de ceux-ci dans la ceinture devrait être uniforme. Or, il a été observé deux zones bien distinctes. Dans la plus importante d'entre elles, la ceinture interne, située entre 2 UA et 3,3 UA, plusieurs zones de vide, ou lacunes, ont été répertoriées. Inversement, la ceinture extérieure, située entre 3,3 UA et l'orbite de Jupiter à 5,2 UA, est pratiquement dépeuplée à l'exception de quel-

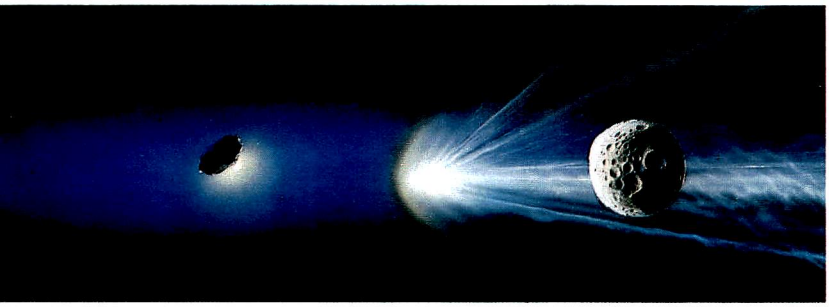


2

Voici la trace de l'astéroïde 1989 AC qui vient de "frôler" la Terre (photo **1** - flèche). C'est en pointant leur télescope (**2**) sur Jupiter, dont on aperçoit le halo de diffusion sur la droite de la photo **1** , que l'équipe de l'observatoire de la côte d'Azur a découvert, par hasard, la traînée lumineuse qui s'est révélée être cet astéroïde.

ques régions bien définies. Diverses explications existent mais aucune ne rend parfaitement compte aujourd'hui de toutes les particularités.

Un autre système intimement lié à la répartition des ceintures d'astéroïdes est la manière dont voyagent les objets Apollo-Amor qui, comme 1989 AC, quittent leur orbite pour venir s'aventurer sur le territoire des planètes telluriques (Mercure, Vénus, la Terre, la Lune et Mars). Il semble qu'ici encore l'influence gravitationnelle du géant Jupiter soit primordiale. Pour le dire simplement, si tous les corps pris isolément sont égaux devant les lois de la mécanique céleste, en réalité les plus légers sont aussi les plus couramment déviés. Ainsi sur de longues périodes les perturbations dues aux effets de résonnances avec Jupiter et Saturne peuvent être très importantes. Ces grosses planètes peuvent déformer leurs orbites : de quasi circulaires, elles deviennent très elliptiques, et leur inclinaison varie (jusqu'à 20° de différence).



Météorites, comètes et astéroïdes sont des vestiges des premiers temps du système solaire, d'où l'intérêt qu'ils suscitent chez les astronomes. D'ailleurs, ces trois types d'objets célestes sont très proches : l'origine astéroïdale des météorites a en effet été établie, et la sonde Giotto a montré une similitude entre le noyau de la comète de Halley et un certain type d'astéroïdes, qui seraient des noyaux de comètes éteints.

De tels bouleversement peuvent expliquer le vagabondage des astéroïdes Apollo-Amor ainsi que des météorites dont la composition chimique suggère une origine astéroïdale (2). Mais cette cause ne peut, à elle seule, rendre compte du nombre important d'objets Apollo, dont quinze d'entre eux s'écrasent en moyenne chaque million d'années sur les planètes telluriques. Plusieurs scientifiques, dont George Hetherill, pensent que nombre d'entre eux sont en fait des résidus de noyaux cométaires qui auraient perdu tous leurs composants volatils après leurs passages répétés autour du Soleil. La mission Giotto a ainsi montré, à la surprise générale, que le noyau de la comète de Halley semblait être carboné c'est-à-dire semblable à la composition chimique d'un certain type d'astéroïdes.

Débris cométaires, vestiges du passé : devant une telle source d'informations, les astronomes ont mis au point des missions destinées à explorer les astéroïdes les mieux connus. La sonde Galiléo, conçue pour explorer Jupiter et ses satellites (qui va être lancée par la navette spatiale américaine), sera déviée de sa trajectoire vers l'astéroïde 29 Amphidrite. Le projet Phobos a pour mission, lui aussi, d'explorer un astéroïde entre Mars et Jupiter. Avec la découverte de 1989 AC, certains astronomes n'excluent pas la possibilité de profiter des conditions exceptionnelles pour aller visiter "la montagne qui vient à nous".

Quel serait le moment le plus propice ? « En décembre dernier, 1989 AC a laissé la Terre à seulement 15 millions de kilomètres, vers 2020 elle sera deux fois plus proche et selon les premières indications elle pourrait même passer à une distance proche de celle de la Lune (384 000 kilomètres) », estime Alain Maury. Les occasions ne vont pas manquer.

D'ici là, les astronomes doivent être très vigilants, car l'influence des perturbations gravitationnelles engendrées par Vénus, Mars, la Terre et Jupiter peuvent perturber sa trajectoire et faire perdre sa trace. C'est malheureusement le destin de la plupart des petits corps trop légers pour garder une orbite stable. Dans le cas de Toutatis, les astronomes restent confiants et mobilisés. N'a-t-on pas retrouvé, en 1987, la trace de l'astéroïde 1959 LM, ou encore, en février de l'année dernière, celles de 1982 DB et 1982 XB.

La trajectoire très particulière, et même unique quant à sa proximité avec la Terre, de 1989 AC, en fait un objet très intéressant et un candidat idéal pour une visite. Les astronomes envisagent en effet d'envoyer une sonde qui puisse s'installer sur Toutatis, en analyser des échantillons et envoyer vers la Terre de précieuses informations sur l'origine du système solaire. « Cette mission serait facilitée par le fait que son orbite se trouve pratiquement dans le plan de l'écliptique : tous les problèmes techniques de sortie de l'atmosphère et de calcul du point de rencontre seraient plus aisés à résoudre », conclut Alain Maury. Nul doute que notre aventure commune ne va pas s'arêter là.

Jean-François Robredo

(1) Voir *Science & Vie* de mars 1978.

(2) Selon la théorie la plus acceptée, les météorites sont de petits astéroïdes qui ont quitté leur orbite d'origine pour aller s'écraser sur les planètes proches du Soleil.

(3) On appelle ainsi le refroidissement de la planète dû au bloquage des rayons solaires par l'épaisse couche de poussières que soulèverait une guerre nucléaire. Dans notre cas cette poussière serait due à l'impact de l'astéroïde.

"Comment étonner vos Amis"

Réalisez des prodiges qui étonnent et fascinent tous ceux - et celles - que vous rencontrez

Maintenant, n'importe où, n'importe quand, vous pouvez attirer l'attention, séduire et captiver les autres. Pas besoin pour cela de connaissances ou d'apprentissage difficiles. Il suffit de quelques secondes pour stupéfier votre auditoire.

Comment est-ce possible ? Grâce à un livre. Mais quel livre ! Un livre qui vous permettra d'étonner vos amis par votre prodigieuse mémoire. Un livre qui vous permettra de deviner les pensées les plus secrètes. Un livre qui vous permettra de faire faire ce que vous voulez secrètement, à n'importe qui.

Vous êtes sceptique n'est-ce pas ? Pourtant "Comment étonner vos amis" - expériences faciles de physique amusante et de magie - révèle bien, pour la première fois 200 secrets jalousement gardés jusqu'alors par les fakirs et les illusionnistes.

Regardez ce que vous pouvez faire :

■ Vous placez une pièce de 1 F dans une boîte d'allumettes. Vous faites une passe magnétique et la pièce disparaît. Vos amis peuvent vérifier, la boîte est vide.

■ Vous êtes assis sur une chaise, les yeux bandés. Un de vos amis se déplace parmi les spectateurs, on lui remet un objet ou on lui pose une question. Instantanément, vous désignez l'objet ou répondez à la question par "transmission de pensées".

■ Sans toucher un jeu de cartes, vous le faites battre, et un spectateur prend une carte au hasard.

Vous récupérez le jeu et, sans le regarder, vous trouvez la carte choisie.

Vous aurez une mémoire stupéfiante

■ On vous donne une date. Quelle que soit l'année ou le siècle, vous donnez instantanément le jour de la semaine auquel elle correspond.

■ Vous donnez 30 décimales de π, récitez de mémoire les noms et numéros de téléphone de n'importe quelles pages d'annuaire, ou la page d'un livre.

■ Ce ne sont là que quelques exemples. Il y a plus. Beaucoup plus.

Ayez plus d'influence sur les autres

Faites-en l'essai : il suffit de réaliser une seule de ces expériences pour que tous ceux qui vous entourent vous regardent avec admiration. Et combien d'expériences et de "trucs" vous sont révélés dans "Comment étonner vos amis", le livre du Pr Don Roberto ? 50 ? 100 ? Non ! Ce sont 200 expériences faciles de physique amusante et de magie - souvent jamais révélées à ce jour - que vous pourrez réaliser à volonté.

Imaginez-vous dans n'importe quel groupe - ou avec une amie - cocktails, dîner, fête, soirée : dans chaque situation, vous avez l'idée qui crée l'événement. Mystère, curiosité, surprise, vous êtes facilement le centre d'attention, le centre d'influence, et cela renforce votre confiance en vous dans toutes les circonstances de la vie.

Mais ce n'est pas tout, le meilleur vient encore.

Des expériences faciles même si vous n'y connaissez rien

Acceptez d'examiner librement "Comment étonner vos amis". Dès réception du livre, sans dextérité spéciale, sans matériel compliqué - une boîte d'allumettes, un bouchon, un jeu de cartes ou un papier et un crayon suffisent - vous pourrez réaliser des dizaines d'expériences faciles et amusantes.

Le Pr Don Roberto a choisi les meilleurs de ses tours : ceux qui font le plus d'effet avec le minimum de moyens. Et savez-vous pourquoi il a décidé de révéler de tels secrets, jalousement gardés jusqu'à présent ? Parce qu'il a quitté la scène.

Avant qu'il ne soit trop tard, il veut en faire profiter ses lecteurs. Pourquoi "profiter" ? Parce qu'il y a aussi - si vous le voulez - de l'argent à gagner !

Imaginez-vous réalisant ces exploits :

- Vous écrivez un nombre au hasard : 526 315 789 473 684 210 par exemple, sur un tableau, et vous demandez à vos amis un multiplicateur entre 2 et 200. Vous donnez le résultat instantanément.
- Vous démontrez que $2 = 1$, ou que $5 = 7$. Votre démonstration est imparable, et les meilleurs en maths s'y "casseront la tête" !
- Un mystérieux pouvoir magnétique vous permet d'hypnotiser instantanément nombre d'animaux : poule, coq, oiseaux de toutes sortes, grenouilles, lapins, jeunes chiens, écrevisses, etc.
- Tel un fakir, vous pouvez à volonté vous transpercer la jambe avec une épingle, la langue avec un couteau, le bras avec une tige, marcher sur des charbons ardents ou plonger le bras dans du plomb fondu !!!

Voici comment gagner de l'argent grâce à ce livre :

Dans "Les 5 expériences les plus passionnantes que je connaisse", le petit livre qui vous sera remis en cadeau gratuit et définitif, plusieurs moyens d'augmenter vos revenus vous sont dévoilés.

200 trucs, un cadeau, des moyens de gagner plus, combien cela vaut-il ? Nous pourrions vendre ce livre à 2 F le truc. Certains trucs sont vendus dans le commerce à 50 F ou plus. Mais, à la demande du Pr Don Roberto, vous pouvez les avoir à moins d'1 franc par expérience, soit 195 F seulement ! (Une conditions toutefois : vous engager au secret).

Garantie totale à 100 %

Si vous n'êtes pas enthousiasmé, éberlué, si vous n'avez pas un succès auprès de votre entourage avec les expériences révélées dans "Comment étonner vos amis", retournez-le dans les 30 jours suivant sa réception et vous serez remboursé, sans discussion, et dans les délais les plus brefs.

François Lauby

2 Cadeaux gratuits

Si vous répondez dans les 5 jours, nous joindrons deux cadeaux gratuits à votre colis. Le premier est un petit livre passionnant écrit par le Pr Powers et intitulé "Mes procédés secrets pour avoir des amis et influencer les gens". Le second est un recueil de 5 expériences, dont l'une a valu à son auteur un 1er prix de magie, et dont une autre n'a jamais été révélée à ce jour.

Il dévoile tous ses "trucs" mais il faut agir vite

L'ouvrage du Pr Don Roberto est à tirage limité et son édition est hors librairie, réservée seulement à nos lecteurs. Comment le recevoir avant qu'il soit épuisé ? C'est très simple. Il suffit de remplir et de découper le bon ci-dessous, puis de le poster dans la boîte la plus proche. Quelques jours plus tard, vous étonnerez aussi, tous vos ami(e)s.

AVIS IMPORTANT : Compte tenu du caractère étonnant de certaines révélations contenues dans "Comment étonner vos amis" et des protestations que cette publication peut provoquer chez les professionnels, nous ne pouvons garantir cette offre passé le **31.03.89**.

Découpez et renvoyez dès aujourd'hui le bon : Editions Godefroy, B.P. 94, 45, Av. du Gal-Leclerc 60505 Chantilly Cedex

BON POUR 200 "TRUCS"
de physique amusante et de magie

à retourner aux : Editions Godefroy
B.P. 94, 45, avenue du Général Leclerc
60505 Chantilly Cedex

☒ OUI, je veux connaître les secrets de 200 expériences faciles de physique amusante et de magie. Je m'engage, bien sûr, à ne pas divulguer ces secrets en public.

Je suis sûr(e) de réussir toutes ces expériences, et si, par extraordinaire, je n'y parvenais pas, ou si j'étais déçu(e), il me suffirait de retourner "Comment étonner vos amis" dans les 30 jours, pour être intégralement remboursé(e). Même dans ce cas, je garderai les 2 cadeaux gratuits.

Sous cette garantie formelle, envoyez-moi :

160 ☐ "Comment étonner vos amis" (épais ouvrage de 308 pages).
Je joins mon règlement, soit 195 F + 12 F de frais d'envoi par
☐ CCP ☐ mandat-lettre ☐ chèque

261 ☐ Je ne paie rien maintenant et préfère recevoir le livre en contre-remboursement. Cela me coûte 27 F de frais supplémentaires, soit 234 F à payer au facteur.

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

_____ Code _____

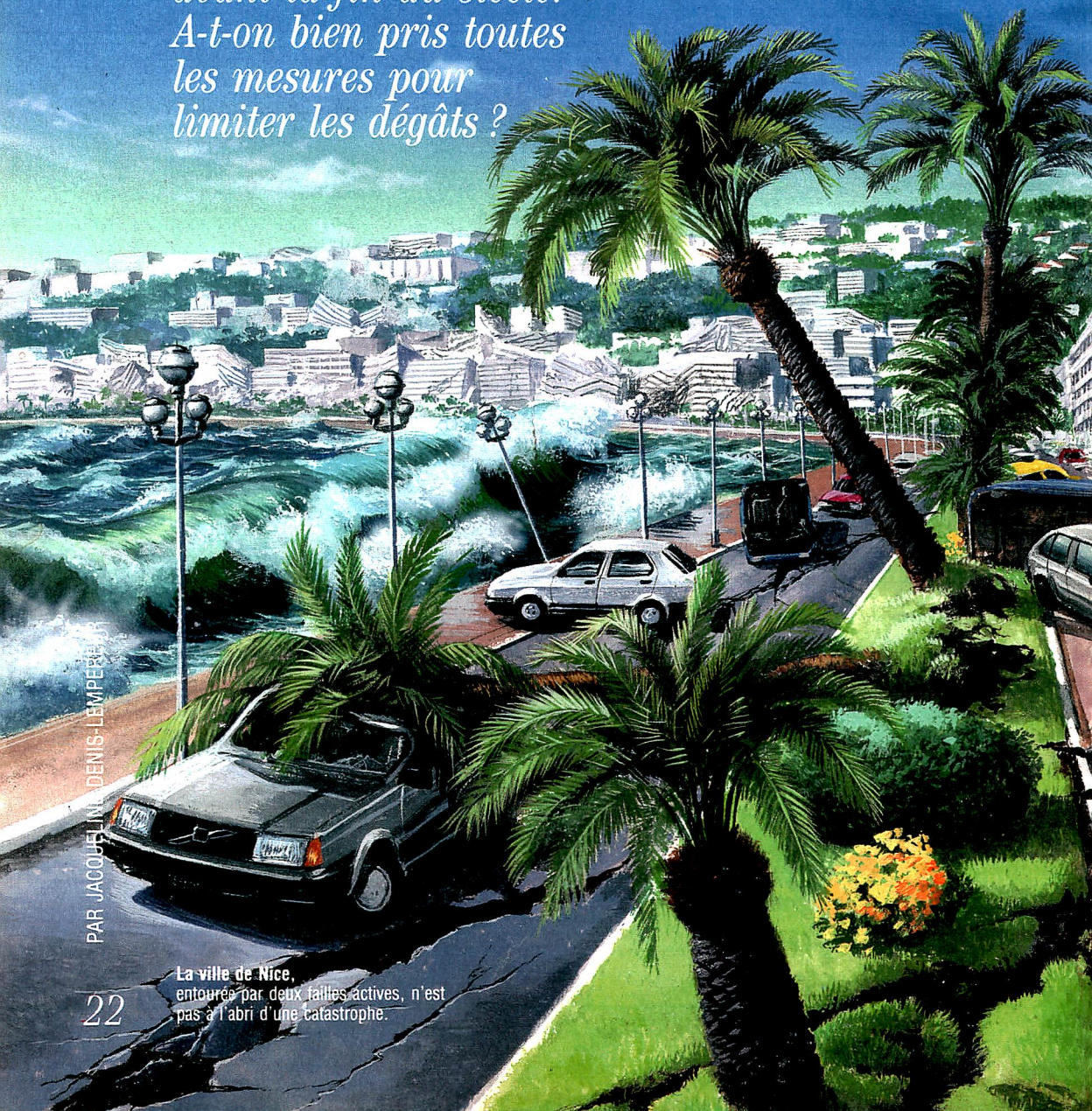
Ville _____

LP 25/SV424

© MCMLXXXVII - E.C.H.G. La Ferrière-sur-Risle

TREMBLEMENTS DE TERRE

Non, les tremblements de terre ne sont pas réservés aux autres, comme on pourrait le penser en lisant les journaux. Des secousses aussi violentes qu'en Arménie et au Tadjikistan doivent raisonnablement être attendues dans le Midi avant la fin du siècle. A-t-on bien pris toutes les mesures pour limiter les dégâts ?



PAR JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR

La ville de Nice, entourée par deux failles actives, n'est pas à l'abri d'une catastrophe.

ET NOUS ?

Près d'un millier de morts dans l'arrière-pays niçois. Des dégâts sur 2 500 km² ! Et 2 000 morts entre Bâle et Mulhouse. Le fait que ces deux catastrophes aient respectivement eu lieu en 1564 et en 1356 ne devrait rassurer personne. D'abord parce que la terre retremblera nécessairement là où elle a déjà tremblé et que plus on s'éloigne, dans le temps, d'un séisme, plus on se rapproche du suivant. Ensuite, parce que la prochaine fois, le nombre des victimes devrait être incomparablement supérieur, la population de ces deux régions n'ayant plus rien à voir avec ce qu'elle était il y a 4 et 6 siècles.

A moins que les mesures antisismiques compensent efficacement cette disproportion. En fait, il y a eu, en France, au cours des six derniers siècles, une bonne vingtaine de tremblements de terre d'intensité comparable à celui de l'Arménie. Cela représente une moyenne de 4 séismes destructeurs par siècle. Depuis le début de ce siècle-ci, nous en avons déjà essuyé deux : à Lambesc, en 1909, entre Salon et Aix-en-Provence ; à Arette, en 1967, dans les Pyrénées-Atlantiques. Nous avons donc "droit" à deux d'ici l'an 2000.

Si les Français n'y croient pas, les géophysiciens, eux, s'y attendent. Une cinquantaine de stations d'observation auscultent notre sol. Leurs instruments ont permis d'enregistrer, en France, quelque 8 500 secousses de tous gabarits entre 1962 et 1984, plus particulièrement dans certaines zones (***voir carte p. 26***). Leur magnitude c'est-à-dire l'énergie libérée à leur foyer, était évidemment variable (***voir encadré p. 32***). 2 074 d'entre eux avaient une magnitude comprise entre 3 et 4 ; 216 autres se situaient entre 4 et 5 ; et 5 étaient supérieurs à la magnitude 5. A titre de référence, le séisme armé-

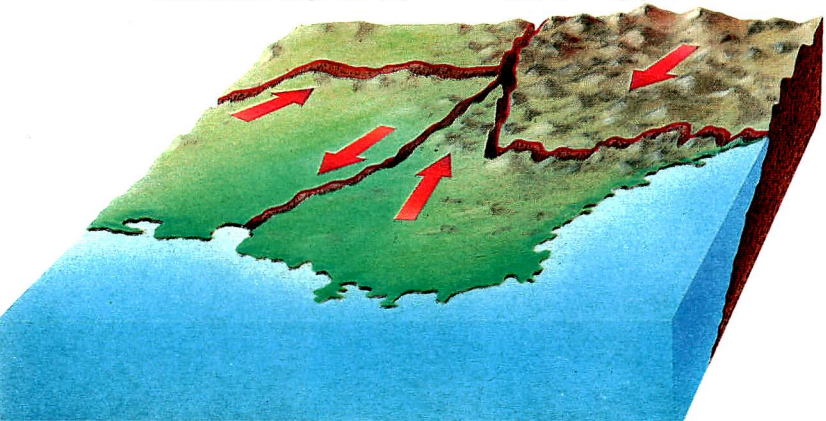
TROIS BLOCS EN MOUVEMENT PERMANENT SOUMETTENT LA PROVENCE A DES TENSIONS GIGA

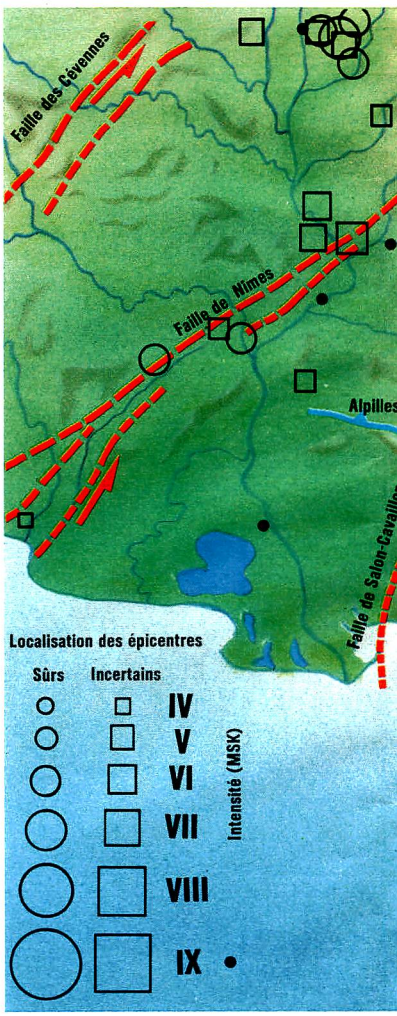
Le sol de la Provence abrite de gigantesques tensions engendrées par la collision entre la plaque africaine et la plaque européenne, qui se rencontrent sous la Méditerranée. Ces plaques avancent, en effet l'une vers l'autre au rythme de 1 à 2 centimètres par an. Ainsi comprimée depuis des dizaines de millions d'années, cette région subit des déformations que savent observer les néotectoniciens.

On y distingue trois grands blocs (**carte ci-dessous**) qui subissent différémment ces contraintes. Le bloc 1 correspond à l'Arc de Castellane et à l'Arc de Digne ; le bloc 2, délimité à l'ouest par la faille de la Durance, comprend le domaine sud-provençal, les Maures et l'Estérel ainsi que le plateau de Valensole ; le bloc 3 comprend le mont Ventoux, la montagne de Lure, les chaînes du Lubéron, des Costes, de la Trévaresse et les Alpilles.

D'innombrables fractures, blessures laissées par les tensions subies au cours des âges, entaillent ces trois blocs. La plupart sont définitivement refermées et inactives. Mais certaines (**carte ci-contre,** réalisée à partir des travaux de Philippe Combes, du Commissariat à l'énergie atomique) ne sont pas cicatrisées et pourraient à tout moment se rouvrir ou se déchirer sous l'effet d'une contrainte. C'est le long de ces failles que se produisent préférentiellement les tremblements de terre. Les failles "décrochantes" sont celles dont les lèvres coulissent horizontalement. C'est le cas des failles de Nîmes, de la Durance, etc. Les failles "inverses", elles, jouent suivant des plans obliques, ce qui se traduit par des mouvements verticaux. C'est le cas, notamment, de la faille de la Trévaresse, où eut lieu, à Lambesc, en 1909, le séisme record du siècle en France.

Ces failles sont rarement visibles en surface ; ce sont les tremblements de terre qui ont eu lieu dans le sud-est de la France qui ont permis de les repérer, puisque l'épicentre de ces séismes est généralement situé le long de ces faiblesses de la croûte terrestre. C'est ainsi que l'on, a pu cartographier les séismes historiques (cercles et carrés noirs sur la carte), que l'on a pu retrouver sur un millier d'années en arrière. Quant aux séismes qui ont eu lieu depuis 1962, leurs épicentres (points noirs sur la carte) ont pu être localisés grâce à des appareils de mesure, les sismographes.





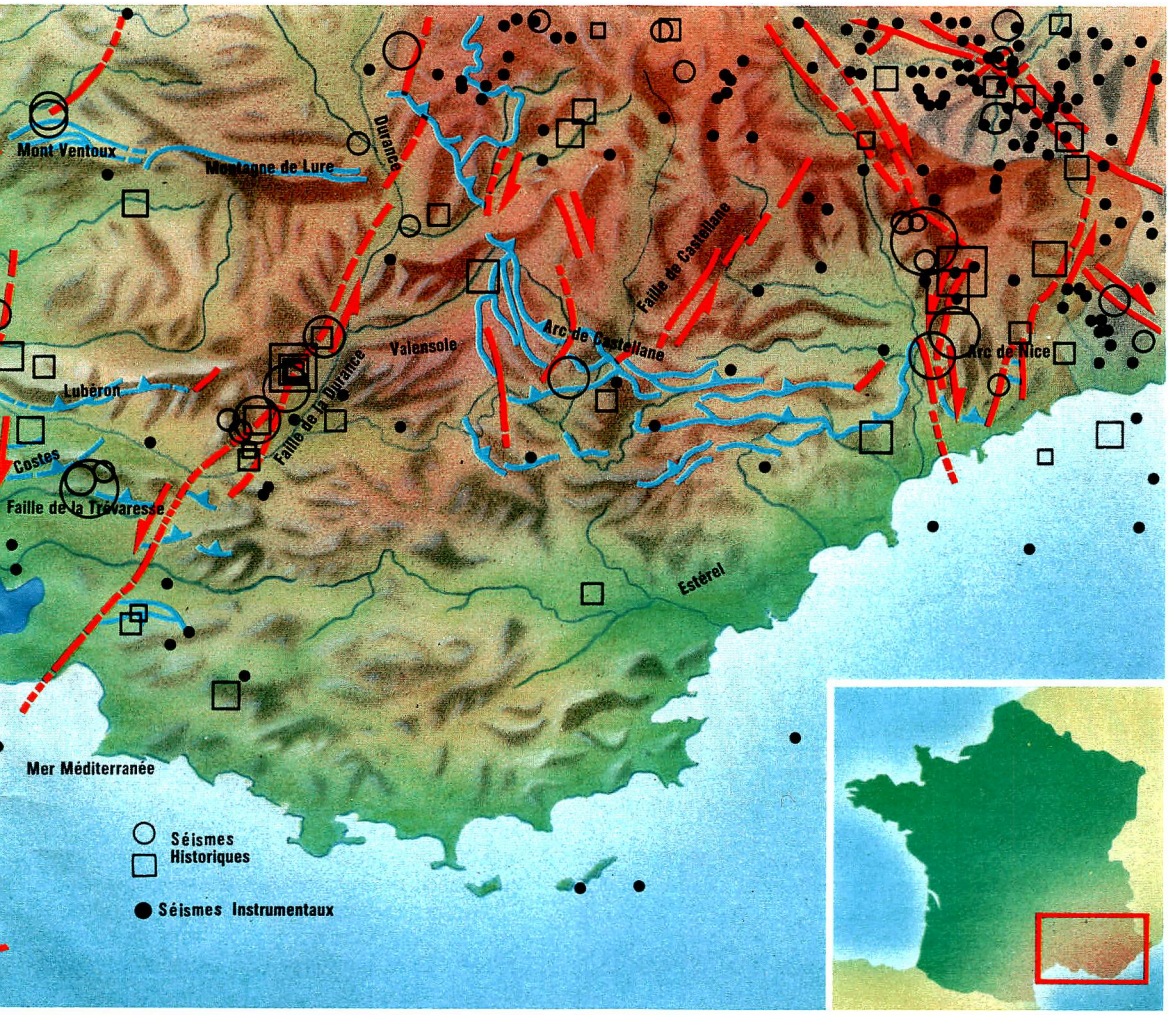
nien s'est situé entre 6,7 et 6,9 ; mais attention : entre 5 et 6, 7, il y a un pas de géant, car il ne s'agit pas d'une progression arithmétique, mais logarithmique.

Et ce foyer peut se situer à 10 km comme à 500 km sous terre. La différence se devine : à magnitude égale un séisme aura des effets d'autant plus violents qu'il sera plus près de la surface. En Provence, par exemple, les foyers se situent généralement à moins de 10 km de profondeur. Les séismes y seront donc violents, même sous une faible magnitude.

Mais d'abord, pourquoi la terre tremble-t-elle ? Parce que la croûte terrestre sur laquelle nous vivons n'est pas aussi rigide qu'on le croit. Elle est morcelée en une douzaine de grandes plaques, qui s'emboîtent les unes dans les autres comme les pièces d'un puzzle gigantesque. Flottant sur le magma visqueux du manteau, ces vastes radeaux dérivent, entraînés par d'immenses courants qui brassent lentement l'intérieur de la Terre. Parfois, deux plaques s'écartent l'une de l'autre, laissant remonter le magma des profondeurs, comme au milieu de l'Atlantique ; parfois, elles coulissent ou plongent l'une sous l'autre.

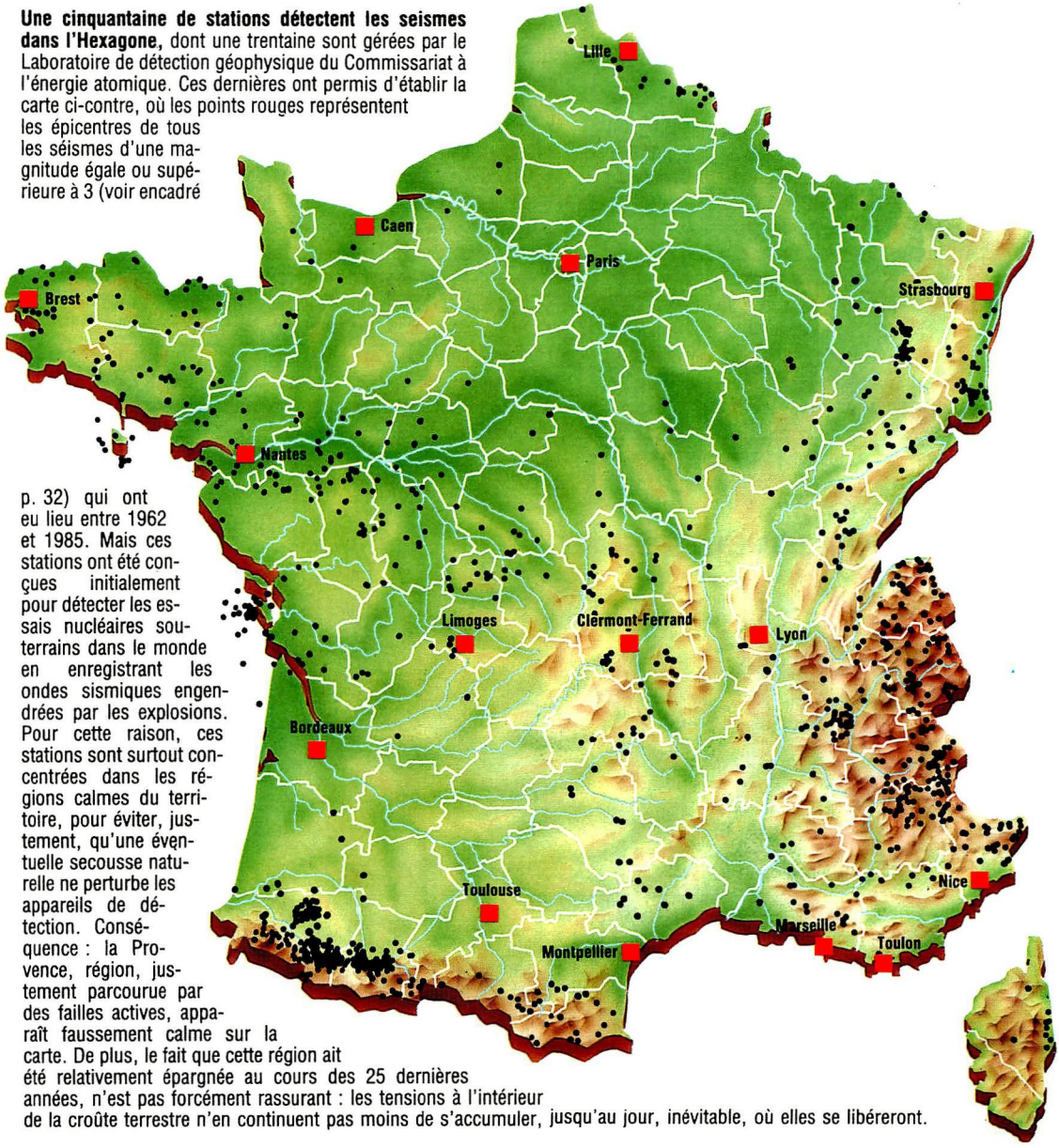
Ces mouvements s'effectuent à la vitesse de quelques centimètres par an, mais ils n'en entraînent pas moins des tensions violentes à l'intérieur de la croûte terrestre (lithosphère), qui est composée de roches dont la résistance est variable. Il s'ensuit des plissements, des petites fissures, puis, sous l'effet de la compression, de gigantesques morceaux de roches craquent d'un seul coup et s'effondrent, ébranlant le sol, parfois sur des milliers de kilomètres. Les zones situées en limite de plaque, comme la Californie, le Japon, la Grèce, sont les plus exposées. Les cataclysmes qui s'y produisent sont appe-

QUES, QUI FERONT UN JOUR TREMBLER SON SOL



Où la terre a tremblé en France...

Une cinquantaine de stations détectent les seismes dans l'Hexagone, dont une trentaine sont gérées par le Laboratoire de détection géophysique du Commissariat à l'énergie atomique. Ces dernières ont permis d'établir la carte ci-contre, où les points rouges représentent les épicentres de tous les séismes d'une magnitude égale ou supérieure à 3 (voir encadré p. 32) qui ont eu lieu entre 1962 et 1985. Mais ces stations ont été conçues initialement pour détecter les essais nucléaires souterrains dans le monde en enregistrant les ondes sismiques engendrées par les explosions. Pour cette raison, ces stations sont surtout concentrées dans les régions calmes du territoire, pour éviter, justement, qu'une éventuelle secousse naturelle ne perturbe les appareils de détection. Conséquence : la Provence, région, justement parcourue par des failles actives, apparaît faussement calme sur la carte. De plus, le fait que cette région ait été relativement épargnée au cours des 25 dernières années, n'est pas forcément rassurant : les tensions à l'intérieur de la croûte terrestre n'en continuent pas moins de s'accumuler, jusqu'au jour, inévitable, où elles se libéreront.



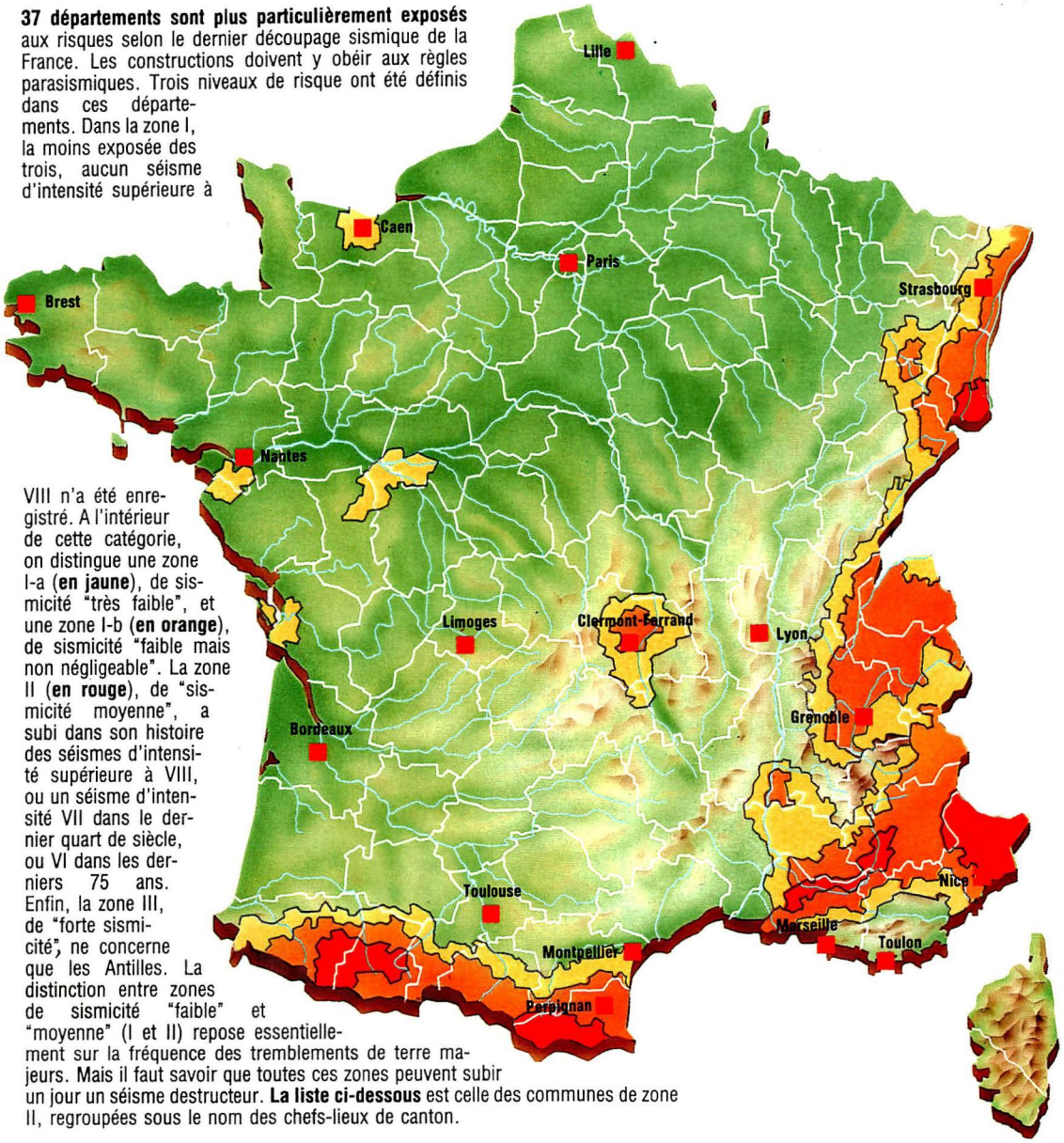
lés "séismes inter-plaques". Mais les forces colossales qui s'affrontent lorsque deux continents se rencontrent sont telles, qu'elles propagent des contraintes bien au-delà de la zone de rupture entre les deux plaques. Elles réactivent des accidents anciens du socle ; elles profitent, en quelque sorte, des faiblesses du terrain.

C'est ce type d'accidents qui nous guette en France, plus particulièrement dans quatre régions : Alpes-Provence, Pyrénées, Alsace-Vosges, sud du massif Armoricain.

C'est en effet sous les eaux de la Méditerranée ou sous ses rives les plus méridionales, que la plaque africaine se heurte à la plaque européenne. Ce qui explique que l'essentiel de l'activité sismique se situe en Afrique du Nord, en Yougoslavie, en Italie, dans le sud de l'Espagne et dans les îles grecques. C'est d'ailleurs l'observation des séismes qui s'y produisent plus ou moins régulièrement, qui a permis de situer grosso modo la zone d'affrontement : une bande de 200 à 800 km de large, qui va de Gibraltar à la Grèce. La collision des deux blocs continentaux se traduit par des compressions de part et d'autre, à raison de 1 à 2 cm par an. En Grèce

... et où elle risque de trembler à l'avenir

37 départements sont plus particulièrement exposés aux risques selon le dernier découpage sismique de la France. Les constructions doivent y obéir aux règles parasismiques. Trois niveaux de risque ont été définis dans ces départements. Dans la zone I, la moins exposée des trois, aucun séisme d'intensité supérieure à VIII n'a été enregistré. A l'intérieur de cette catégorie, on distingue une zone I-a (**en jaune**), de sismicité "très faible", et une zone I-b (**en orange**), de sismicité "faible mais non négligeable". La zone II (**en rouge**), de "sismicité moyenne", a subi dans son histoire des séismes d'intensité supérieure à VIII, ou un séisme d'intensité VII dans le dernier quart de siècle, ou VI dans les derniers 75 ans. Enfin, la zone III, de "forte sismicité", ne concerne que les Antilles. La distinction entre zones de sismicité "faible" et "moyenne" (I et II) repose essentiellement sur la fréquence des tremblements de terre majeurs. Mais il faut savoir que toutes ces zones peuvent subir un jour un séisme destructeur. **La liste ci-dessous** est celle des communes de zone II, regroupées sous le nom des chefs-lieux de canton.



ALPES DE HAUTE-PROVENCE
- Population concernée : 42 219
- Chefs-lieux des cantons exposés : Entrevaux, Les Mées, Valensole, Manosque, Peyruis.

ALPES-MARITIMES
- Population concernée : 578 072
- Chefs-lieux des cantons exposés : Cagnes-sur-mer, Coursegoules, Vence, Beausoleil, Breil-sur-Roya, Contes, L'Escarène, Guillaumes, Lantosque, Levens, Menton, Nice, Puget-Théniers, Roquebillière, Roquesteron, Saint-Etienne-de-Tinée, Saint-Martin-Vésubie, Saint-Sauveur-sur-Tinée, Sospel, Tende, Villars-sur-Var, Villefranche.

BOUCHES-DU-RHONE
- Population concernée : 91 568

Chefs-lieux des cantons exposés : Lambesc, Peyrolles-en-Provence, Salon-de-Provence.

PYRENEES-ATLANTIQUES
- Population concernée : 31 476
- Chefs-lieux des cantons exposés : Arudy, Laruns, Nay-Bourdettes.

HAUTES-PYRENEES
- Population concernée : 62 213
- Chefs-lieux des cantons exposés : Argelès-Gazost, Aucun, Lourdes, Saint-Pé-de-Bigorre, Bagnères-de-Bigorre, La Barthe-de-Neste, Campan.

PYRENEES-ORIENTALES
- Population concernée : 24 679
- Chefs-lieux des cantons concernés : Arles-sur-Tech, Prats-de-Mollo-la-Preste, Mont- Louis, Olette, Saillagouse-Llo.

HAUT-RHIN
- Population concernée : 162 888
- Chefs-lieux des cantons exposés : Altkirch, Ferrette, Hirsingue, Habsheim, Huningue, Sierentz.

CONSTRUCTION : DES PRATIQUES CRIMINELLES

Toutes ces maisons existent. Elles sont aujourd'hui achevées, toutes sont habitées. On n'ose croire que les règles les plus élémentaires de l'art puissent être à ce point bafouées dans un pays comme la France. Ces quelques cas que nous avons choisis parmi de nombreux autres se trouvent, justement, en Provence, région particulièrement exposée aux risques de tremblements de terre.

1. Mauvaise préparation du terrain. Au lieu de "décaisser", c'est-à-dire de creuser le sol pour obtenir un plan parfaitement horizontal, le constructeur s'est contenté de couler les fondations en épousant la pente du terrain. Une négligence qui laisse présager une improvisation pour la suite des fondations (ancrage au bon sol, section de l'acier, etc.).

2. Mauvais appui des poutrelles en béton précontraint (flèche rouge) : une poutrelle doit prendre un appui de 2 cm minimum sur le mur (flèche noire) ; ici elle est trop courte, et l'on compte, pour rattraper la longueur manquante, sur le béton qui sera coulé en chaînage, alors que le rôle de celui-ci est d'assurer la liaison des aciers (entre ceux qui dépassent de la poutrelle et ceux du bas du mur à venir).

3. Mauvaise liaison d'angle. Deux murs d'angle doivent être "liaisonnés" soit par un poteau en béton, soit par un "harpage" (briques ou parpaings dépassant en quinconce d'un des deux murs s'imbriquant entre ceux qui dépassent de l'autre).

4. Mauvais appui des pannes de la charpente (flèches rouges). Elles doivent reposer sur un chaînage, sorte de poutre horizontale en béton ou en bois courant sur tout le mur et dont la fonction est de répartir uniformément (et non sur des appuis ponctuels) les charges dues à la toiture.

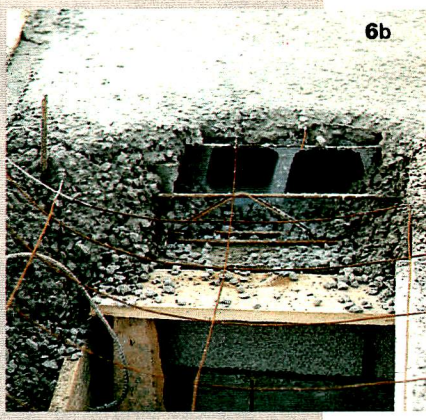
5. Mauvaises dimensions d'un linteau de porte ou de fenêtre. Un linteau doit s'appuyer largement (d'une longueur qui dépend du matériau utilisé) sur le mur de part et d'autre de la baie pour pouvoir transmettre les charges verticales qui s'exercent au-dessus de l'ouverture. Ici, le linteau est à peine de la même largeur que la baie, donc inutile (la planche en bois, élément de coffrage, sera enlevée ultérieurement).

6. Mauvais béton. Dans les poutres (**6a**) : béton hétérogène et mal dosé, avec aciers apparents, qui vont donc rouiller et perdre les caractéristiques de solidité qu'ils confèrent à l'ensemble de la construction. Toute armature de béton armé doit normalement être recouvert au minimum de 2 cm de béton. Dans les planchers (**6b**) : béton hétérogène, absence de coffrage, treillis métallique difforme et mal positionné.

et à l'est de la Sicile, la plaque africaine passe sous la plaque européenne (subduction).

Il n'est pas étonnant que ces poussées gigantesques se fassent sentir très loin. Ainsi la Provence, qui est comprimée depuis des dizaines de millions d'années, subit en permanence des déformations qui, de temps en temps, se traduisent par un tremblement de terre. Les Alpes, de leur côté, continuent de grandir de 1 à près de 2 cm par an.

Mais ces grands mouvements sont loin d'être uniformes. L'Afrique ne monte pas franchement le long d'un axe vertical. Elle oscille et se balance, se déhanchant d'un côté et de l'autre, provoquant à la fois des compressions et des distensions. En ce moment, c'est plutôt du côté oriental qu'elle projette son coup de rein. Il y a des époques où elle se trémousse plus que d'autres. Ainsi, au quaternaire ancien, les rapprochements ont été plus violents. Ces chocs font des ravages depuis des millions d'années ; et parfois les vieilles blessures, les failles, se rouvrent. À El Asnam (Algérie), en 1980, l'un des côtés d'une faille s'est soulevé de plus de 2 mètres. En Arménie, tout récemment, la terre s'est soulevée de 1,60 m. L'une des principales tâches de la "sismotectonique" est précisément de repérer ces cicatrices et de les observer pour savoir si elles sont ou non définitivement refermées. La plupart des fractures qui parcourent l'écorce terrestre n'ont pas bougé depuis des temps immémoriaux et ne présentent aucun danger du point de vue sismique. D'autres. en revanche, soit parce qu'elles sont récentes, soit parce qu'elles se situent dans des zones sollicitées par les forces de pression ou de distension, continuent de bouger. Ou risquent de le faire. Mais il y a des failles qui se sont formées il y a quelque 300 millions d'années et qui se mettent à



rejouer. C'est le cas notamment dans le Massif armoricain et le Massif central.

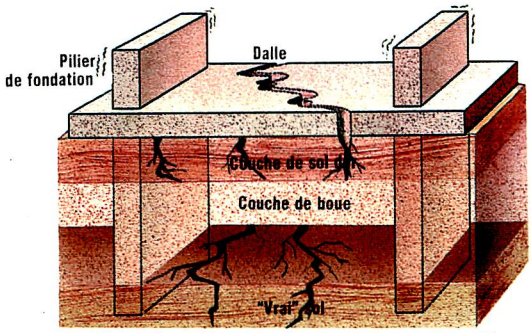
Le néotectonicien, pour qui la plus petite unité de temps est le million d'années, considère qu'une faille est active, ou susceptible de l'être, si les indices qu'il trouve lui indiquent qu'elle a bougé au cours des 5 à 10 derniers millions d'années. La grandeur insondable des échéances rassurera, ici, les plus craintifs.

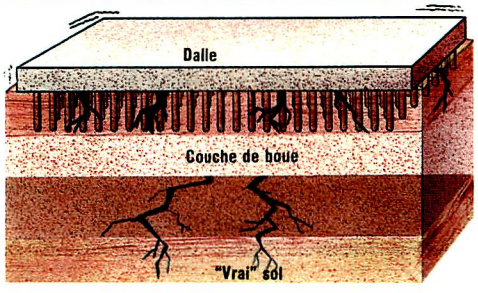
Mais ces indices quels sont-ils ?

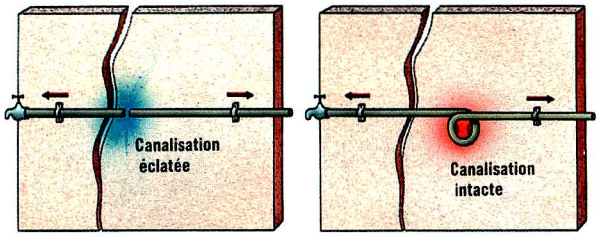
- Les enregistrements des sismographes permettent de repérer les zones que préfèrent les séismes, même les plus légers. Or, dans la grande majorité des cas, ces préférences vont aux failles.
- En France, un fichier informatisé, baptisé Sirène (1) et géré par le Bureau de recherches géologiques et minières, classe des informations historiques sur plus de 5 000 séismes. Ce qui complète les données des sismographes.
- Sur le terrain, le géologue recherche les déformations qui prouvent que la faille a bougé. Lorsque c'est le cas, les différentes couches se sont décalées. Il suffit parfois d'une tranchée transversale sur quelques mètres pour s'en apercevoir.

Même les aqueducs romains servent parfois de référence, pour peu qu'on y relève des déformations. La faille de la Durance, qui traverse la Provence de Marseille à Sisteron, est un héritage de la période hercynienne, c'est-à-dire l'ère primaire, durant laquelle se sont édifiés les massifs anciens (Massif central, Massif armoricain...). Mais tout au long de son histoire, elle a rejoué sous les pressions diverses, surélevant l'un des blocs à une époque, l'effondrant à une autre époque, ou encore le fai-

(1) Créé suite aux minutieuses recherches des Prs Rothé et Vogt.







Les astuces de Wright. L'hôtel Imperial de Tokyo est construit sur 3 m de sol dur reposant sur 20 mètres de boues. En cas de séisme, s'il avait été construit avec des fondations classiques, traversant la couche de boue pour aller s'ancrer dans le "vrai sol", le tremblement de terre de Tokyo (**photos ci-contre**) aurait ébranlé ces fondations et les masses de maçonnerie se seraient effondrées. Au lieu de cela, Wright, l'architecte, fit faire des trous dans la couche supérieure de sol dur ; puis il fit injecter du béton pour obtenir une sorte de gigantesque brosse, dont le dos était la dalle sur laquelle fut construit l'hôtel et dont les poils étaient pris dans le sol. Tokyo a été détruit, mais l'hôtel, construit sur cette espèce de radeau flottant sur la boue, tint bon. De plus, ses canalisations d'eau et de gaz formaient des boucles qui ont absorbé les mouvements de la construction, sans rompre.

sant glisser horizontalement. Après avoir reconstitué l'histoire de cette grande faille (qui est en fait un réseau de failles), l'un des points chauds de la sismicité française, Philippe Combes, néotectonicien au Commissariat à l'énergie atomique, s'est plus particulièrement intéressé aux formations récentes qui la longent ; ces petites jeunettes qui n'ont pas plus de 5 à 10 millions d'années, se situent entre Sisteron, Manosque et Beaumont de Perthuis. Plus au sud, vers Marseille, les terrains sont plus anciens et il est plus difficile de mettre en évidence d'éventuels jeux de failles.

Le plan d'une faille peut d'ailleurs adopter diverses orientations. Il peut être oblique ou vertical. La faille de la Durance est verticale. Elle entaille sans doute la croûte terrestre sur une trentaine de kilomètres de profondeur. La menace de dégât maximale se trouve, dans ce cas, à l'aplomb de la faille. Quatre gros séismes s'y sont d'ailleurs déjà produits, de force VIII à IX sur l'échelle MSK (qui traduit l'intensité d'un séisme par les effets qu'il provoque et non par sa magnitude — ***voir carte p. 24***).

Une nouvelle carte des failles françaises, qui aura la particularité d'être informatisée et constamment remise à jour, sera disponible fin 89, si tout va bien (2).

C'est sous l'impulsion d'Haroun Tazieff que le Gouvernement français a pris conscience des risques sismiques. But : établir des règles de construction dans les régions à risque. Mais d'abord, préciser le plus exactement possible ces régions, car trop les élargir grèverait inutilement les frais de construction.

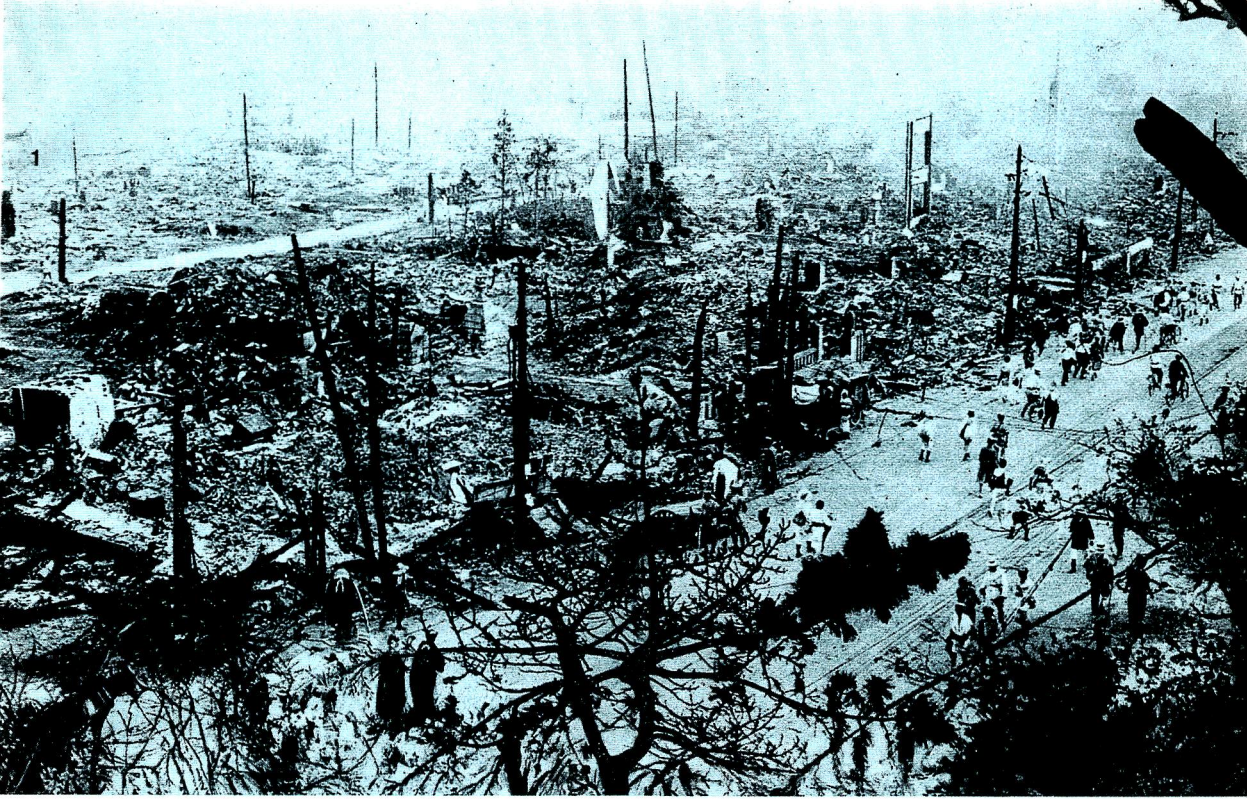
Il existait bien un document datant des années 60 et partiellement réactualisé en 1982, qui, jusqu'à présent, définissait les règles de calcul et de construction parasismique dans les différentes régions de l'Hexagone. Mais ce document — à caractère quasi occulte — avait terriblement vieilli sur le plan technique. Il était urgent de lui donner un coup de neuf. C'est chose faite avec le nouveau zonage sismique, réalisé par la Délégation aux risques majeurs en octobre 1985.

Un travail plus récent du ministère de l'Environnement et non encore publié a recensé les populations concernées : plus de 8 millions de Français habitent dans une zone menacée par des séismes, dont près d'un million dans les régions où le risque est le plus grand. Ou encore 3,5 millions d'habitations, dont plus de 2 millions sont des immeubles.

Il est évident que c'est l'urbanisation qui rend les séismes de plus en plus destructeurs. Et quand cette urbanisation, de surcroît, s'est faite en dépit du bon sens, en érigeant des constructions prêtes à s'écrouler comme des châteaux de cartes à la moindre secousse, comme ce fut le cas en Arménie, le séisme se transforme en hécatombe. Là où l'on aurait, malgré tout, hélas, déploré la mort de quelques milliers de victimes, on en compte des dizaines de milliers ! En Arménie, c'est le type de constructions en préfabriqué qui est responsable de l'ampleur de la catastrophe. Non pas parce que les éléments préfabriqués sont forcément à proscrire dans les régions sismiques, mais parce qu'ils demandent un assemblage adapté.

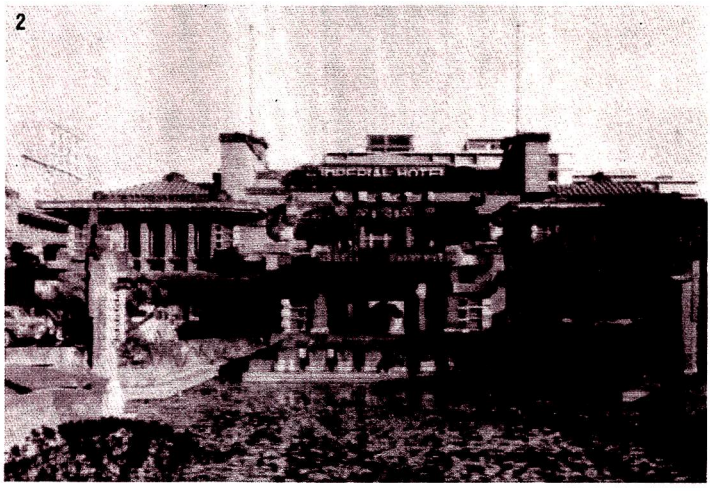
Une simulation réalisée à Lambesc, dans les Bou-

(2) Réalisée pour le CEA, par Géotecsis, un bureau d'études de Montpellier regroupant de jeunes physiciens et géologues.



Une construction parasismique avant la lettre

Achevé en 1923, l'hôtel Imperial de Tokyo (**1**) essuya la même année un tremblement de terre extrêmement violent (magnitude 8,2). Il tint bon, alors que la ville, a été presque complètement rasée (**2**), causant la mort de près de 150 000 personnes. Le cataclysme a été agravé par de terribles incendies dus à la rupture des conduites de gaz. Véritable pionnier en la matière, l'architecte, le célèbre Frank Lloyd Wright, avait appliqué à la construction de cet hôtel nombre de techniques parasismiques (**dessins ci-contre**). Il avait même prévu un grand bassin ornemental qui devait servir de réserve d'eau en cas d'incendie.



ches-du-Rhône, prouve la responsabilité de l'urbanisme. Cette petite commune de Lambesc avait subi un violent tremblement de terre, en 1909. On y avait déploré 46 morts, 250 blessés et 1,5 à 2,2 milliards de francs de dégâts. La simulation a démontré que si le même séisme se reproduisait aujourd'hui, il causerait la mort de 400 à 970 personnes, en blesserait 1 850 à 5 650, tandis que les dégâts s'élèveraient à plus de 4,5 milliards de francs. On préfère ne pas imaginer ce qui se passerait si la ville de Nice était frappée !

La seule prévention contre les tremblements de terre, c'est la construction parasismique. Le but n'est pas de protéger les bâtiments — hormis dans des cas bien particuliers comme les centrales nucléaires ou les installations dangereuses — mais de faire en sorte que les constructions, même déformées, ne s'écroulent pas sur leurs habitants. Car ces bâtiments parasismiques eux-mêmes sont généralement bons à détruire après un violent séisme.

Le génie parasismique ne consiste donc pas, comme on le croit volontiers, à équiper toutes les constructions d'amortisseurs divers, sous forme de ressorts ou de coussins de caoutchouc. Ces systè-

mes, dont bénéficient certaines installations nucléaires ou industrielles, visent à protéger le bâtiment lui-même et entraînent bien évidemment des surcoûts. La construction parasismique classique se réclame simplement de sa bonne qualité et de ses bons matériaux assortis de quelques règles préventives.

Avant d'en énoncer quelques-unes, précisons l'état de la réglementation actuelle. D'emblée, disons qu'elle est insuffisante.

Premier constat : toutes les constructions, maisons individuelles et autres, antérieures à 1977 échappent à la réglementation (3). Seules exceptions : depuis 1965, les bâtiments recevant du public et, depuis 1967, les tours à logements de plus de 50 mètres sont soumis à un certain nombre de règles lorsqu'ils se trouvent dans les départements à risque. Par une bizarrerie de l'administration, c'est à partir de 28 m que les tours sont soumises aux mêmes règles lorsqu'elles abritent des bureaux ! La vie des cols blancs serait-elle plus précieuse que celle des ménagères ? En réalité ces choix ont été calqués sur le règlement incendie, qui est plus draconien pour les bureaux que pour les habitations, ces dernières devant disposer d'issues de secours.

(3) Depuis 1986, les maisons individuelles des département d'Outre-Mer, où les séismes sont les plus forts, doivent respecter certaines règles.

Depuis 1977, toutes les constructions dépendant d'un marché de l'Etat doivent répondre aux règles. Ce qui fait qu'un hôpital financé par les collectivités locales n'y est pas soumis ! Enfin, depuis 1981 les immeubles collectifs, suivis en 1982 par les établissements scolaires, doivent s'aligner sur ces mêmes règles.

A l'énoncé de ces obligations et surtout de leurs dates d'application, on s'aperçoit que la grande majorité du bâti français a échappé à toute réglementation. Une exception, qui peut paraître paradoxale : les bâtiments, même anciens, qui comptent au moins 20 niveaux ; ils ont été construits pour résister à un vent extrême, ce qui demande plus de solidité encore que celle exigée pour les séismes. Ainsi le long de la Riviera, il est probable que les grands immeubles tiendraient le coup, si les règles de construction concernant le vent ont bien été respectées. Que dire en revanche des autres bâtiments ? Le Conseil général de Provence-Alpes-Côte d'Azur constatait, dans un ouvrage publié en 1984, qu'à Nice certains bâtiments particuliers n'avaient même pas été calculés pour résister au vent !

On peut donc se protéger. Et il est criminel de ne pas le faire. Tous les vices de construction qui peuvent ne jamais apparaître en temps normal, seraient immédiatement révélés en cas de séisme. Si la terre tremblait sur la Côte d'Azur, on verrait des

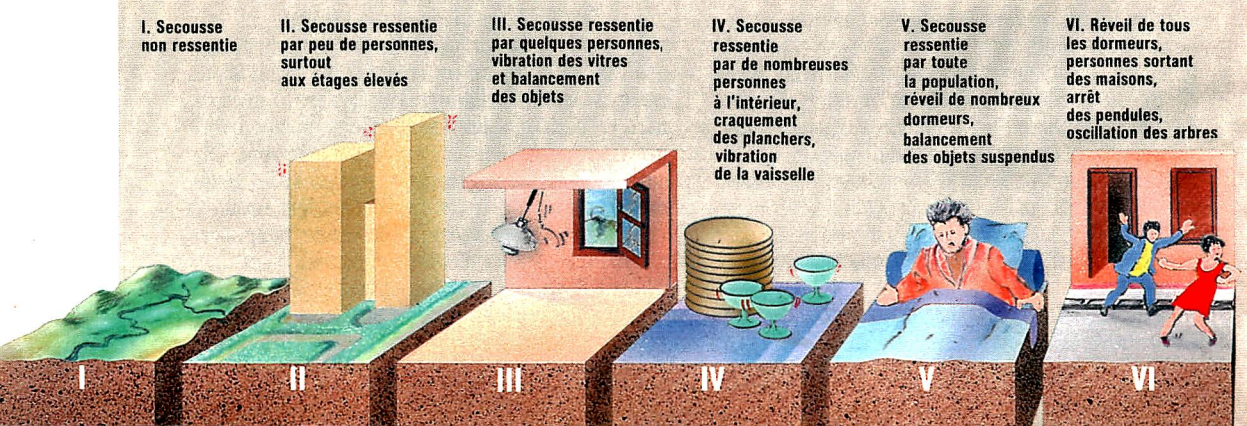
L'ECHELLE DE RICHTER POUR L'ENERGIE D'UN

La seule manière précise d'évaluer la force d'un tremblement de terre consiste à mesurer l'énergie libérée par les ondes sismiques. Mais comme cette énergie peut aller du milliwatt-heure aux centaines de milliers de millions de kWh, soit un rapport de 10^{20} (1 suivi de 20 zéros), on a choisi de retenir le logarithme de cette puissance. C'est ainsi qu'en base 10, le logarithme de 10 est 1, celui de 100 (10^2) est 2, celui de 1 000 (10^3) est 3, ... et celui de 10^{20} est 20. Cette notation évite d'écrire des nombres ayant une douzaine de chiffres.

L'Allemand Richter avait choisi comme référence un tremblement de terre dont l'énergie est telle qu'à 100 km de distance, elle fait bouger le sismographe de 1 micromètre. La magnitude de tout événement sismique était alors définie comme le logarithme en base 10 du rapport entre l'amplitude des ondes sismiques ramenée à la distance de référence et celle du tremblement de terre étalon. On monte de 1 degré sur l'échelle chaque fois que le rapport augment de 10.

Ainsi, si un événement a une amplitude de 300 000, et que celle du tremblement de terre de référence est de 10, la magnitude de l'événement est log (300 000/10) = log 30 000 = 4,48.

Plus tard, l'échelle fut revue pour tenir compte des tremblements de terre profonds ainsi que de ceux mesurés très loin (des milliers de km). De 1900 à 1950, l'expérience montra que la plus forte magnitude enregistrée



choses surprenantes. La principauté de Monaco, pourtant largement urbanisée, serait vraisemblablement moins touchée que les villes françaises voisines. Le gouvernement princier a, en effet, pris le problème très au sérieux, imposant, depuis 1973, une réglementation rigoureuse. Le tiers des logements, plus de la moitié des surfaces industrielles et près des trois-quarts du potentiel hôtelier sont en principe protégés.

Un projet de loi est actuellement discuté en France par un groupe dirigé par l'ingénieur général Tanzi. Il vise à simplifier l'application de la réglementation actuelle, particulièrement touffue, en obligeant toutes les nouvelles constructions, sans exception, à adopter les règles parasismiques lorsqu'elles se situent dans les départements désignés par le nouveau zonage sismique.

Le génie parasismique, qui compte en France des spécialistes de réputation mondiale, n'est malheureusement enseigné dans aucune école. Il n'existe que des cours épisodiques par-ci, par-là. Ce que déplore particulièrement Victor Davidovici, président de l'Association française de génie parasismique, qui a dirigé la rédaction d'un volumineux ouvrage, *Génie parasismique* (4). Ce travail, que nous envient de nombreux pays, a pour but, comme l'écrit Davidovici dans la préface, de faire en sorte que « la Terre ne fasse plus trembler ».

En quoi consiste le génie parasismique ? Précisons d'abord qu'il concerne les constructions qui peuvent être soumises à des séismes d'intensité variant entre VII et IX sur l'échelle MSK (qui mesure, encore une fois, non pas l'énergie du séisme, mais ses effets en surface). Au-dessous de VII, on n'a pas besoin de parasismique, si l'on a respecté bien sûr les règles habituelles de construction. Au-dessus de IX, les précautions parasismiques habituelles ne sont plus suffisantes.

Au cours d'un séisme, les constructions sont soumises à des forces qui s'exercent dans plusieurs directions. Un séisme se traduit par l'apparition de deux phénomènes :

- une cassure brutale dans l'écorce terrestre, qui se propage à plusieurs kilomètres par seconde, et qui peut entraîner des déformations de la surface du sol pouvant atteindre quelques mètres de hauteur sur des kilomètres de longueur ;
- une émission d'ondes qui vont rayonner jusqu'à l'épuisement de l'énergie libérée par la cassure et vont ébranler le sol par des mouvements vibratoires. Ces derniers peuvent entraîner des glissements de terrains ou un phénomène de liquéfaction lorsqu'il y a des sables ou des terrains meubles dans les formations géologiques. Sous l'effet des ondes sis-

(suite du texte page 158)

(4) Editeur : Presses de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. L'adaptation en anglais, est attendue pour la fin 1990.

SEISME, L'ECHELLE MSK POUR SON INTENSITE

était de 8,6 (en Colombie, en 1906) et la plus faible 0 (log 1 = 0). De ce fait, le rapport entre le plus puissant tremblement de terre et le plus faible était de 400 millions (log 400 000 000 = 8,6). Relier l'énergie (en kWh) à la magnitude est chose moins commode : log E = A + B log M, où E est l'énergie, M la magnitude, A et B des constantes.

Retenons seulement de l'échelle de Richter qu'entre un tremblement de terre de magnitude 4 et un autre de 6, il y a 2 points d'écart, et donc un rapport de puissance de 100 puisque log 100 = 2. Pour les valeurs intermédiaires — par exemple entre 4,2 et 5,7 soit 1,5 degré d'écart — il faut prendre une table de logarithmes ou une calculatrice, et on aura le rapport des énergies en jeu.

Contrairement à la magnitude, qui se calcule, l'intensité d'un séisme est, elle, estimée selon les effets observés ou ressentis en surface. L'échelle utilisée en Europe pour traduire ces effets est l'échelle Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK) 1964 qui comprend 12 notes de I à XII (voir ci-dessous). Aux Etats-Unis, on se sert plutôt de l'échelle de Mercalli modifiée (MM), légèrement différente.

Un séisme de forte magnitude, mais dont le foyer est très profond, pourra avoir une intensité faible ; tandis qu'un séisme de magnitude moyenne, mais dont le foyer se situe à quelques km de la surface seulement, pourra occasionner de gros dégâts et avoir une forte intensité.

VII. Fissuration des murs, et plâtres chute de débris

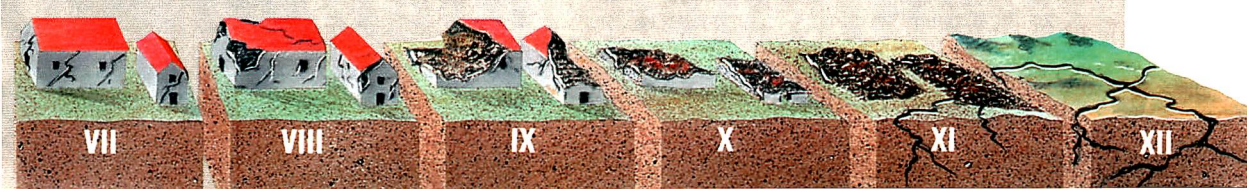
VIII. Lézardes larges et profondes dans les murs, chute de cheminées

IX. Brèches dans les murs, effondrements partiels, destruction de cloisons intérieures

X. Effondrement total de la construction

XI. Catastrophe générale

XII. Modification profonde du paysage



L'AFFAIRE DU BIJOU MAUDIT

Des chiffonniers tombent un jour sur un vieux "frigo" abandonné, le cassent et y découvrent un "bijou" merveilleux qu'ils se partagent. Le bijou était du césium 137 (et le "frigo" un appareil de radiothérapie). D'où quatre morts et des centaines de contaminés. L'histoire se passe au Brésil, mais elle est loin d'être unique.

PAR PERLINE TOURGNEZ

L'affaire remonte à septembre 1987, mais l'Agence internationale pour l'énergie atomique vient de lui consacrer un ouvrage. Centre ville, Goiânia, capitale de l'Etat brésilien de Goiàs, à moins de 200 km de Brasilia. Un groupe de chiffonniers découvre, dans un terrain vague, un bloc de métal qui leur semble ordinaire et qu'ils emportent pour le revendre au poids à un ferrailleur. Arrivés chez celui-ci, ils cassent ce bloc à la masse et mettent ainsi à nu un caillou très brillant. C'est de la poudre de césium 137 compactée. Le bloc dans lequel il était enfermé appartenait en fait à un appareil de radiothérapie qui, détail extraordinaire, avait été abandonné comme un vieux frigo dans une ancienne clinique désaffectée.

Afin de faire profiter les amis de la trouvaille, nos chiffonniers cassent la pastille de césium en miettes. C'est ainsi qu'une centaine de grammes de poudre de césium radioactif, compactée, dégageant 1 400 curies, se trouve répartie en petites doses. Et c'est également ainsi que des particules de césium emportées par le vent sont allés s'accrocher un peu partout alentour.

Un des chiffonniers qui manipulèrent ce césium, Roberto, va plus tard à l'hôpital, pour soigner une lésion à l'avant-bras, conséquence du transport de la boîte qui contenait le césium. On l'y soigne comme s'il s'agissait d'une banale brûlure. On finit par lui amputer l'avant-bras, qu'on enterrera dans un cercueil de plomb, celui d'une fillette qui, elle, avait avalé un fragment du "caillou". Cercueil enco-

re pour Maria-Gabriela, qui dormait depuis près d'une semaine dans la pièce où gisait un autre fragment, et pour deux autres personnes qui dormaient dans la même pièce.

L'affaire intrigue les autorités, alertées par un physicien en vacances à Goiânia qui devine que de la radioactivité est en jeu. Mais les spécialistes de haut niveau qu'on délègue sur les lieux de l'éparpillement initial y arrivent en chemisette. L'aiguille du compteur Geiger se bloque au maximum de l'échelle de mesure ; ils croient l'appareil détraqué et en vont chercher un autre. Là aussi, l'aiguille se bloque. Ils blêmissent.

L'Institut Curie, de Paris, envoie 200 stylos dosimètres pour évaluer les doses reçues par les victimes, par l'entremise d'un médecin de Rio de Janeiro qui vient d'effectuer un stage d'un an dans cet Institut. Mais les contacts se font à titre privé et se limitent à des entretiens téléphoniques. Ce sont des médecins d'Argentine, de la République fédérale d'Allemagne, des Etats-Unis qui se rendent sur place une semaine après l'annonce de l'accident.

Les médias français ont accordé peu d'importance à l'"incident" ; sans doute, en France, à tous les niveaux de l'Administration, n'a-t-on pas jugé l'incident exemplaire. Il l'est pourtant, car il résulte de la négligence ou des insuffisances en matière de contrôle des substances radioactives, carences qui ne se limitent pas aux pays du Tiers Monde. Qu'on en juge : en août dernier, un véhicule contenant lui aussi une source de césium 137 était volé en Normandie. Appels répétés de la Sécurité civile demandant au voleur de ne pas jeter n'importe où la pastille radioactive. On la retrouvera dans une décharge !

Combien de contaminés qui s'ignorent ? Après l'accident, seuls les habitants qui le souhaitaient subissaient des contrôles de dose reçue (**1**). Et qu'en est-il du site lui-même (**2**), d'où furent évacuées plusieurs tonnes de déchets contaminés par la capsule de césium 137 broyée par les ferrailleurs qui l'y ont découverte ? Il est maintenant déclaré assaini par les autorités. Mais alors, s'il est désormais vraiment sans danger, pourquoi celles-ci refusent-elles toute demande de permis de construire ? Et sinon, pourquoi n'interdit-on pas l'accès de ce terrain qui sert maintenant de parking ?

Accident exceptionnel ? Non : en juin 1984, 6 personnes d'une même famille mouraient parce qu'elles avaient, elles aussi, récupéré un matériau radioactif industriel comme celui de Goiânia. Une vingtaine de personnes du voisinage ont été également irradiées. En février de la même année, au Mexique, un appareil de radiothérapie au cobalt 60, dégageant 400 curies, fut lui aussi vendu à un ferrailleur. Fondu avec d'autres métaux, le cobalt a été incorporé dans 600 t de métal, évidemment contaminé, destiné à fabriquer, entre autres, des barres pour le béton armé et des pieds de table ; une partie en a été exportée dans 10 Etats américains.

Et que dire de l'étonnante ven-

geance d'un travailleur du centre de retraitement de La Hague qui, en 1978, avait mis des déchets radioactifs dégageant 10 rads/h sous le siège de son directeur ! Ce fut à l'occasion d'un accident de la circulation, qui mit le véhicule hors d'usage, qu'on découvrit le métal irradié... Or de pareils incidents il y en a des dizaines, dont nous ne citons plus bas que quelques-uns. Il est également notoire qu'en France, pour ne parler que de ce pays, les matériaux radioactifs sont expédiés par colis avec signe distinctif uniquement sur l'emballage. En cas d'accident de la route, par exemple, comment identifier ces colis si l'emballage est détérioré ? Les ingénieurs des Mines estiment à 140 millions de tonnes les matières dangereuses déplacées chaque année en France. Et ils chiffrent à 250 le nombre d'accidents de la route impliquant des camions-conteneurs transportant des matières radioactives.

Quelle réglementation protège donc le simple citoyen, même normalement alphabétisé, d'un contact accidentel avec un colis radioactif endommagé ? Il suffit de passer à côté d'un convoi dont le véhicule accidenté laisserait échapper des rayonnements. En octobre 1986, à Mol, en Belgique, un camion transportant des déchets radioactifs de la RFA vers la Belgique fut ainsi accidenté... et permit de découvrir un vaste trafic dans lequel la firme allemande Transnuklear, dont un tiers du capital est détenu par la firme française Transnucléaire, était impliquée. Les déchets ne correspondaient pas à leur définition sur les documents officiels, et ils étaient beaucoup plus radioactifs. On y trouva même du plutonium et du cobalt 60. Va-t-on instaurer un radiotest pour les conducteurs ?...

Les installations nucléaires dites de base sont gérées par un décret, plusieurs fois modifié. Et des contrôles sont prévus. Or, combien y a-t-il d'inspecteurs pour toute la France ? 82. Ils effectuent quelque 500 visites par an. Faute de temps, ces inspecteurs ne contrôlent que les centrales et les irradiateurs alimentaires, au nombre de 150. Etant sous le serment du secret, ils n'ont le droit de communiquer leurs informations à personne. Les installations intéressant la défense nationale, quant à elles, sont classées secrètes et ne sont pas soumises au décret, ni aux inspections et contrôles. Elles ne sont pas non plus soumises aux enquêtes dites d'utilité publique en ce qui touche aux rejets radioactifs. Elles échappent aux mises en demeure, car le civil ne peut intenter d'action en justice contre l'armée. En cas de différend, celle-ci est à la fois juge et partie. La surveillance de ces installations est l'affaire de contrôleurs choisis par l'armée elle-même dans ses propres rangs. On a pu vérifier à l'occasion de Tchernobyl que notre Service central de protection contre les rayonnements ionisants (plus connu sous le sigle SCPRI) est soumis au même secret que ces inspecteurs. Et qu'il a menti (voir *Science & Vie* n° 827, p. 10, et n° 829, p. 28).

Il y a donc une aberration législative : les gens chargés de protéger notre santé n'ont le droit de rien dire. Et cette aberration est maintenue par un corporatisme entre tous les "gens du nucléaire", civil ou pas. Vide d'autant plus paradoxal que, depuis lès années 1960, la Sécurité civile s'entraîne aux interventions avec risques de radioactivité. Triste ironie du sort : un des "châteaux" (1) de cobalt 60 utilisés pour l'entraînement des pompiers, a atterri — en guise de bibelot, sans doute ? — sur la cheminée de la salle de la mairie de Plenée-Jugon, petit village de Bretagne. Il y est resté 10 ans ! Suzanne Moulin, employée de la mairie, y a été exposée 8 heures par jour ; elle est morte de leucémie. Suzanne Moulin tomba malade en 1971 ; le cobalt ne fut enlevé qu'en 1977.

Accident exceptionnel, là aussi ? Non : le 28 juin 1985, le SCPRI était avisé par la direction départementale de la Sécurité civile du Tarn-et-Garonne de la découverte, parmi d'autres objets métalliques de récupération, chez un industriel de Coulommiers, d'une source fortement radioactive, de nature et d'activité inconnues. Or, c'était du cobalt 60, dégageant 75 curies, sans doute utilisé dans la prospection pétrolière... et perdu ! Qui y a été exposé ?

En attendant que les législateurs mettent enfin bon ordre à une situation anormale, on pourrait au moins imposer le marquage des objets radioactifs du sigle international bien connu. « Si on marque la présence radioactive, on entraîne une psychose », objecte un industriel. C'est selon ce même principe que, lorsqu'on construisit les centrales nucléaires, Pierre Pellerin, directeur du SCPRI, déclara qu'il ne fallait pas exagérer la sécurité sous peine d'angoisser les populations. Message reçu : le surgénérateur Superphénix a redémarré en janvier alors que des travaux sont en cours dans le bâtiment même du réacteur.

Mais il n'y a pas que la législation qui soit défaillante, la protection civile est dans un état à peine plus enviable. Le Dr Lafuma, chef de l'Institut de protection et sécurité nucléaire (ISPN), avait déclaré quelque temps après Tchernobyl que la France ne pourrait pas traiter plus de 40 personnes gravement atteintes en même temps, faute de médecins capables de prendre des décisions quant au traitement à appliquer. En cas de contamination alimentaire, l'efficacité des contrôles et les interdictions qui doivent en découler ne sont pas plus probantes, pour dire le moins.

Voilà pour le pays qui se vante de la plus forte nucléarisation mondiale par tête d'habitant.

Perline Tourgnez

(1) Coffre de protection en plomb dans lequel est confinée la pastille de radioélément lorsqu'elle n'est pas en action (dans une unité de radiothérapie, par exemple). Les radiations qui traversent le coffre sont faibles et n'agissent plus sur l'aiguille du compteur Geiger. Mais on sait que les faibles doses accumulées ont été responsables de cancers et de leucémies.

Serge KNAUSS
Directeur des recherches
au Centre Européen de Recherche
pour l'Efficacité Personnelle

LE CEREP OFFRE EN CADEAU A 700 ETUDIANTS LE NOUVEAU GUIDE

GRATUIT pour les étudiants

"Comment réussir tous vos examens"

A l'occasion d'une campagne nationale d'information le Centre Européen de Recherche pour l'Efficacité Personnelle a décidé d'offrir gratuitement 700 de ses guides "Comment réussir tous vos examens".

Découpez et renvoyez simplement le bon ci-dessous - *les photocopies ne sont pas acceptées.*

Ce guide gratuit vous informe sur une étonnante méthode de préparation et de réussite aux examens.
Vous comprendrez pourquoi certains étudiants, ni spécialement doués, ni spécialement intelligents, travaillent nettement moins que d'autres et réussissent brillamment leurs examens. Vous saurez comment en faire autant.

Maintenant ayez la certitude de réussir à vos examens

Les étudiants qui ont déjà pu utiliser cette méthode sont enthousiasmés. Ils écrivent par exemple :

"J'ai le grand plaisir de vous annoncer mon succès au concours de l'école HEC. Il ne fait aucun doute que, grâce à votre méthode, j'ai accompli des progrès spectaculaires pendant l'année. Votre méthode est d'une efficacité absolue." *M. F.H. de Paris*

"Mes études sont devenues plus faciles et plus agréables. Depuis que j'ai votre méthode je mémorise les noms, dates, chiffres et formules avec une facilité déconcertante." *M. G.E. de St-Laurent*

"Lorsque j'applique votre méthode mes résultats varient entre 11 et 19 (sur 20), lorsque je ne l'applique pas, ils varient entre 3 et 10 !"
M. G.L. de Strasbourg

"Voici un mois que j'ai commencé à étudier par la Méthode CEREP. Tout de suite j'ai veillé à mettre en application ses conseils. Et je commence à me rendre compte que cette méthode est un petit " bijou " pour réussir. Merci d'avoir pensé à tous ceux qui ne connaissaient pas ces "trucs" et qui désespéraient de réussir."
Mlle N.M. d'Audincourt

Profitez de cette offre gratuite avant qu'il ne soit trop tard

Ne pensez-vous pas qu'il serait dommage de laisser passer cette occasion unique de réussir vos examens et vos études tout en réduisant vos efforts ?
Renvoyez dès aujourd'hui le bon ci-dessous, vous serez ainsi certain de ne pas arriver trop tard. Dans quelques jours vous recevrez chez vous le petit guide "Comment réussir tous vos examens". Ce guide vous montrera qu'il existe des techniques qui permettent :

1. D'étudier plus efficacement en travaillant moins.
2. D'assimiler plus vite et plus facilement toutes les matières ardues.
3. De multiplier par 3 votre vitesse de lecture.
4. D'augmenter la puissance de votre mémoire et de retenir sans effort les noms, les dates, les chiffres, les formules, etc...
5. De retenir l'essentiel d'un exposé, ou d'un livre après une seule lecture.

Et ce n'est pas tout

Cette méthode jusqu'ici réservée au training de haut niveau vous montrera également :

- Un moyen facile qui efface la fatigue et vous recharge d'énergie en 15 minutes.
- Comment être au plus haut de votre forme le jour de l'examen.
- Une technique à utiliser la veille de l'examen pour être sûr de ne pas avoir le trac.

Ce ne sont là que quelques exemples. Il y a encore d'autres techniques. Le guide d'information que vous offre ici le CEREP (Centre Européen de Recherche pour l'Efficacité Personnelle) vous fera découvrir toutes les techniques contenues dans la Méthode "Comment réussir vos examens et vos études". La Méthode du CEREP - véritable guide du succès - révèle votre potentiel de réussite et enclenche cette dynamique du succès qui donne des résultats étonnants (et attestés !).
Pour recevoir votre exemplaire du guide gratuitement, remplissez et renvoyez l'original du bon ci-dessous.

IMPORTANT : Les demandes seront servies dans leur ordre d'arrivée.

C.E.R.E.P. - 8H4 -
10/12, rue Deltéral,
93314 Le Pré-St-Gervais Cedex

Belgique : DEMA, 1, quai Condroz, 4020 Liège.

GRATUIT
Un seul guide par demande

Bon pour recevoir **gratuitement et par courrier,** sans engagement d'aucune sorte, le guide "Comment réussir tous vos examens".

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

Découpez et renvoyez ce bon à :
C.E.R.E.P. 10/12, rue Deltéral,
93314 le Pré-St-Gervais Cedex

8H4

L'ADN VIVANT VU AU MICROSCOPE

En 1986, Gerd Binning et Heinrich Rohrer obtenaient le prix Nobel pour leur microscope à balayage à effet tunnel. Aujourd'hui, ce fabuleux instrument permet de photographier pour la première fois la structure de l'ADN.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

Ce sont des images d'un ADN (acide désoxyribonucléique) grossi un million de fois qu'ont obtenues les chercheurs californiens du Lawrence Livermore National Laboratory et du Lawrence Berkeley Laboratory. On y voit la longue chaîne des gènes responsable de la transmission des caractères héréditaires chez chaque être vivant. De nouvelles perspectives sont ainsi offertes par ce type de microscope qui permettra de reconstituer le "film" des transformations moléculaires lors de processus biologiques complexes, et peut-être d'identifier les gènes mêmes en distinguant les bases ou "lettres" du code génétique qui les composent.

Si la construction d'un microscope à effet tunnel est extrêmement délicate, son principe de fonctionnement est simple : alors que les autres microscopes font appel à des sources lumineuses d'appoint pour éclairer l'échantillon — ce qui pose des problèmes d'optique et limite la résolution de l'instrument —, le microscope à effet tunnel utilise, lui, les électrons de l'échantillon même : il va collecter ceux de chacun des atomes situés à sa surface.

Pour la physique classique, la surface d'un objet (un morceau de métal par exemple) est une frontière étanche : les particules qui en forment les atomes, notamment les électrons, sont strictement confinées à l'intérieur du solide. La mécanique quantique a montré que chacun de ces électrons a un comportement ondulatoire : sa position est donc incertaine. En particulier, au voisinage de la surface, il existe un nuage d'électrons dont la densité décroît considérablement (de façon exponentielle) lorsqu'on s'éloigne du solide. Ainsi l'électron peut-il se trouver à l'extérieur de l'objet.

Un microscope à effet tunnel se termine par une pointe extrêmement fine qu'on approche à quelques angströms (dix milliardièmes de mètre) de la surface de l'échantillon. Légèrement polarisée, cette pointe permet à un flux d'électrons provenant de la surface de l'échantillon, de passer et de l'atteindre : c'est l'effet tunnel. En d'autres termes, cet effet désigne la capacité des électrons à franchir une barrière naturelle (du vide ou un isolant énergétique) située entre deux matières conductrices (l'échantillon et la pointe), comme si cette barrière était percée d'un tunnel.

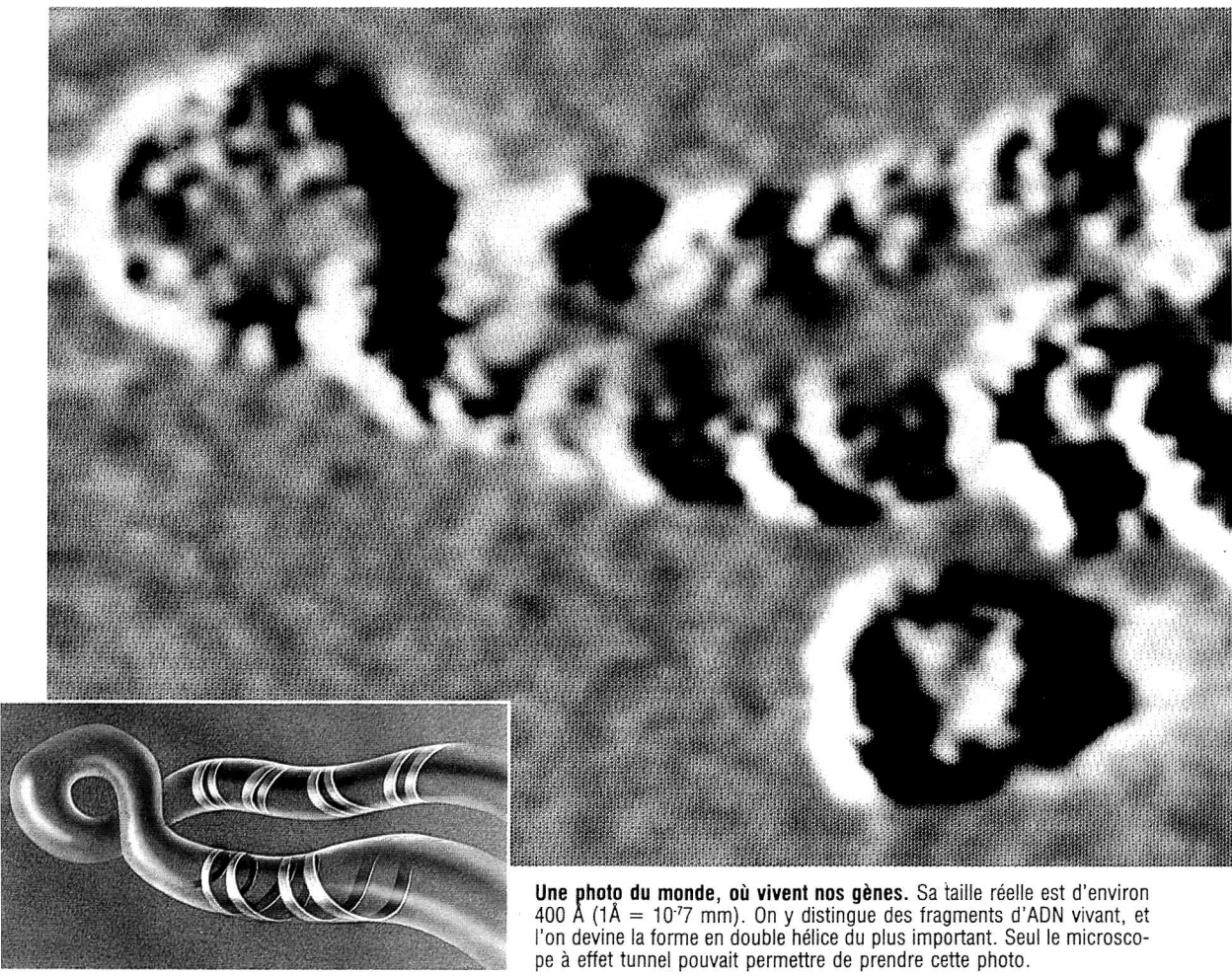
Comme la densité des électrons décroît exponentiellement avec leur distance à la surface, l'intensité du courant tunnel varie considérablement avec cette distance. Plus précisément, elle diminue dix fois lorsque la distance surface-pointe augmente d'un angström.

Pour produire une image topographique de l'échantillon, la pointe en balaye la surface à une distance telle que l'intensité du courant pointe-échantillon demeure inchangée (un milliardième d'ampère). Conséquence : tout relief de surface à l'échelle atomique, induit une variation de courant qui provoque une modification de la hauteur de la pointe. Cette variation de hauteur est enregistrée. En balayant l'échantillon avec la pointe, on obtient ainsi une série de profils traités par un ordinateur, qui permettront de reconstituer la topographie de la surface explorée (***dessin page 40***).

Le microscope à effet tunnel réalisé, sur ce principe, par les chercheurs du Lawrence Livermore National Laboratory et du Lawrence Berkeley Laboratory, comporte une aiguille en alliage de platine et de rhodium, fixée sur un tube de céramique piézo-

électrique, matière qui a la propriété de se déformer par variation d'un courant électrique. La pointe de l'aiguille est d'une finesse extrême puisqu'elle est faite d'un seul ou de deux atomes d'alliage. L'intensité du courant qui passe par le "tunnel" est fixée à une valeur de référence (on l'a dit, un milliardième d'ampère) afin que la pointe reste constamment à égale distance de la surface de l'échantillon. Puisque le courant est constant, le tube de céramique piézo-électrique ne se déforme pas, et les mouvements les plus infimes de la pointe sont enregistrés

brins constituant la double hélice de l'ADN. La goutte est déposée sur une plaque de graphite — un bon conducteur, chimiquement inerte, qui présente une surface plate. Lorsque le liquide s'évapore, il reste sur le graphite des bribes d'ADN qui ne sont pas déshydratées (contrairement aux échantillons biologiques placés sous vide, pour examen par microscope électronique) ; elles ne sont pas, non plus, recouvertes d'une fine couche de métal ; ce sont, pour ainsi dire, des échantillons "vivants", non dénaturés.



Une photo du monde, où vivent nos gènes. Sa taille réelle est d'environ 400 Å (1Å = 10^{-7}7 mm). On y distingue des fragments d'ADN vivant, et l'on devine la forme en double hélice du plus important. Seul le microscope à effet tunnel pouvait permettre de prendre cette photo.

et traités par un ordinateur qui dressera la carte de la surface.

L'échantillon utilisé par les chercheurs californiens était de l'ADN de thymus de veau, disponible dans des laboratoires commerciaux. Cet ADN est placé dans une goutte d'eau contenant du chlorure de potassium, qui empêche la séparation des deux

L'aiguille du microscope balaye alors, dans un mouvement de va-et-vient, une surface d'un demi micromètre (millionième de mètre) de côté. Ce balayage transmet à l'ordinateur les variations d'altitude de plusieurs dizaines de milliers de points élémentaires qui définissent cette surface, et l'ordinateur en reconstitue une image sur un écran. Un

tel écran, de 50 cm de côté, agrandit un million de fois la structure atomique de l'échantillon. Des dénivellations de l'ordre d'un angström pouvant être enregistrées par le microscope, cela représente un extraordinaire pouvoir de résolution, puisque le diamètre moyen d'un atome est d'environ 3 angströms.

En pratique, la prise d'une image comme celle de ce brin d'ADN est difficile. La goutte, en s'évaporant, laisse sur le graphite une surface d'environ 4 millimètres faite d'une série d'anneaux concentriques résultant du processus d'évaporation. Il faut y retrouver un brin d'ADN long de quelques centaines d'angströms, et ceci en quelques minutes, avant que l'ADN ne se déshydrate et se dénature. « C'est encore une question de chance. Si on ne réussit pas avant que l'échantillon se dessèche et se déforme, il faudra recommencer », dit Troy Wilson, un étudiant en biophysique qui fut le premier de l'équipe à réussir un cliché d'ADN.

Wilson et ses collègues ont présenté les résultats de leurs travaux à la réunion annuelle de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), à San Francisco, en janvier dernier. Les autres membres de l'équipe sont Thomas Beebe, chimiste, Rod Balhorn, biochimiste,et Wigbert Siekhaus, spécialiste des matériaux, du Lawrence Livermore National Laboratory ; et Frank Ogletree et Miguel Salmeron, spécialistes des matériaux, du Lawrence Berkeley Laboratory.

Plusieurs autres équipes, aux Etats-Unis et en Europe, poursuivent des travaux sur ce microscope qui permet de voir la structure de molécules dont les analyses biochimiques ne peuvent que donner des formules. Virus, bactéries, molécules et associations de molécules biologiques en sont les cibles privilégiées.

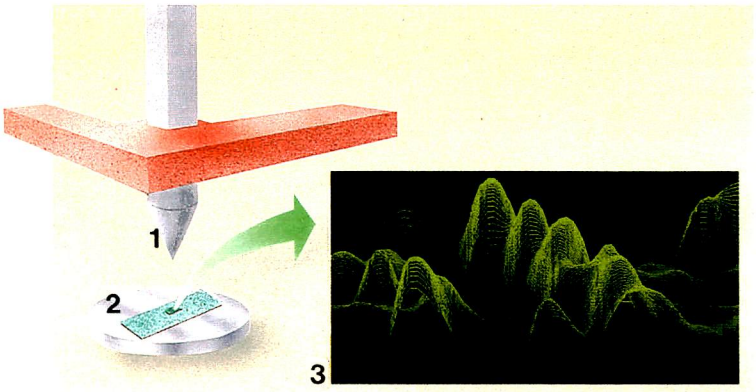
John S. Foster, du Centre de recherches IBM d'Almaden (San José, Californie) a rapporté, de son côté, qu'il a utilisé l'aiguille microscopique non seulement pour la visualisation mais aussi pour la manipulation de molécules organiques.

Les premiers essais montrent qu'une molécule peut être "épinglée" sur son substrat et transformée par le courant d'électrons. Selon Foster, ces techniques de manipulations permettent d'isoler des molécules, et de les modifier.

L'équipe du Laboratoire de recherches IBM de Zurich a rapporté, elle, de nombreuses tentatives de réalisation d'images de molécules biologiques. G. Travagini a pu ainsi visualiser l'association d'ADN avec d'autres molécules qui interviennent dans son expression — c'est-à-dire dans la transcription des ordres inscrits dans les gènes.

Selon le Pr Rod Balhorn, le microscope à effet tunnel aura des milliers d'applications dans tous les domaines : en biologie, biochimie, biophysique et biomédecine. On devrait pouvoir visualiser les molécules biologiques dont on connaît les formules, comprendre comment et pourquoi ces molécules (protéines, ADN, enzymes,...) peuvent prendre différentes configurations dans l'espace, et comment elles réagissent entre elles lors des réactions métaboliques qui se produisent incessamment dans un organisme vivant. On pourra, en somme, voir vivre les atomes qui constituent les tissus.

Alexandre Dorozynski



DRESSER LA CARTE DE L'INFINIMENT PETIT

L'aiguille (**1**) du microscope à effet tunnel balaye la surface de l'échantillon (**2**) à une distance étalon constante : quelques angtröms (dix-milliardièmes de mètre). Un courant de très faible intensité (1 milliardième d'ampère) passe entre la surface de l'échantillon et l'aiguille. Tant que la distance surface-aiguille reste constante l'intensité du courant ne varie pas. Mais si un relief apparaît sur l'échantillon, il va modifier l'intensité du courant et la pointe bougera de façon à ce que le courant retrouve son intensité initiale. L'appareil est très sensible puisqu'il peut déceler des variation du relief de l'ordre de l'angström. L'enregistrement de ces micromouvements (**3**), pour les dizaines de milliers de points élémentaires composant l'échantillon d'un demi-micromètre (1/2 millionième de mètre) de côté, permet d'obtenir un relevé topographique de la partie "intéressante" de l'échantillon. En l'occurence celles où les chercheurs auront préalablement repéré la présence d'ADN. Traité par l'ordinateur, l'ensemble des points relevés permettra d'obtenir, sur l'écran, une photo numérique comme celle qui figure en ouverture de cet article.

NOUVEAU

UNE OREILLE PARTOUT

TOUT L'ESPIONNAGE ET LE CONTRE-ESPIONNAGE

NOUVEAU

Nous sommes le premier fabricant français d'appareils de surveillance, espionnage et contre-espionnage avec plus de 60.000 appareils sur le marché national et étranger à ce jour. Tous nos appareils sont garantis trois ans pièces et main-d'œuvre. Nos émetteurs sont tous réglables par vis de 88 à 115 MHz minimum. Les microphones Electret dont ils sont équipés captent un chuchotement à dix mètres et plus.

EMETTEURS PROFESSIONNELS FM

TX 500 : Emetteur FM fonctionnant sur une pile 9 volts, portée 500 à 1.000 mètres. Qualité de son supérieure, capte un chuchotement à 10 mètres. Corps antichoc, interrupteur, antenne amovible. Fréquence de 88 à 115 MHz. Qualité irréprochable. Aisément dissimulable.

TX 1000 : Idem, mais surpuissant car fonctionne sur deux piles 9 volts. Portée 1.000 à 3.000 mètres.

TX 500 **650 F** | TX 1000 **950 F**

PRISE MULTIPLE EMETTRICE FM

Emetteur FM très astucieux banalisé dans une triple prise-rallonge, utilisable normalement sur le 220 volts. Très puissant, porte à 3 km. Capte un chuchotement à dix mètres. Ne se distingue pas des autres prises multiples, indécelable. Emet sur 88 à 115 MHz. Se reçoit sur simple poste radio FM ou scanner hors bande. S'alimente en permanence sur le 220 volts, c'est l'appareil des surveillances permanentes de bureaux, locaux, magasins, chambres d'enfant, etc.

PME **450 F**

ESPION TELEPHONIQUE FM

Pas plus grand qu'un morceau de sucre, cet émetteur FM transmet très clairement la conversation des deux interlocuteurs au téléphone.
Vous entendrez cette conversation sur votre poste radio FM, vous pourrez l'enregistrer sur radiocassette FM et ce, même en votre absence avec le radio enregistreur automatique Rea ci-dessous. Emet dans un rayon de 300 à 500 mètres, se branche très rapidement (1 à 2 minutes) sur tout type de téléphone, moderne ou ancien. Sans pile, il s'alimente sur le courant du téléphone. Indétectable, invisible sans appareils spécialisés. Excellent moyen de surveillance, très sophistiqué et très fiable. Fréquence réglable de 88 à 115 MHz.

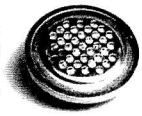
TRANSTEL **450 F**

CAPSULE TELEPHONIQUE FM

Cette capsule ressemble aux capsules normales comme une sœur jumelle, mais elle est modifiée pour transmettre la conversation des deux interlocuteurs comme le Transtel ci-contre.

Son avantage : se monte en quelques secondes. Mais nécessite un téléphone classique.

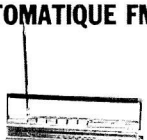
Caractéristiques idem à celles du Transtel.



CAPTEL **580 F**

RADIOCASSETTE AUTOMATIQUE FM

Se déclenche seul, à distance (300 à 500 m) à chaque utilisation du téléphone. Système indispensable pour enregistrer en votre absence les appels surveillés par les Transtel ou Captel ci-dessus. Ralenti électroniquement, il enregistre clairement trois à cinq heures de conversations, et s'arrête entre les appels ou en cas de silence prolongé (attente, réflexion, recherche, etc.). Vous avez ainsi cinq heures d'écoute utile. Décalé en fréquence, permet l'écoute en dehors des bandes FM publiques. Pas de risque d'écoute accidentelle. Très sophistiqué. Sur piles ou secteur. Se cache aisément. Fonctionne en silence total.



RCA **2950 F**

ATTACHE-CASE ENREGISTREUR

Permet d'enregistrer trois heures de conversation par face de cassette, qu'il soit ouvert ou fermé. Déclenchement à la voix : économie de durée. Système invisible, ouvert ou fermé. Très utile pour les VRP, hommes d'affaires, etc. Déductible dans le cadre de la formation des commerciaux (outil agréé de formation professionnelle). Mode d'emploi avec dix utilisations astucieuses, comme s'absenter d'une réunion en laissant l'appareil enregistrer ce qui se dit pendant l'absence (aux toilettes, etc.). Qualité d'enregistrement stupéfiante (amplifiée, filtrée). Mallette qualité supérieure, matériel idem.

ACE **3750 F**

DETECTEUR DE MICROS ESPIONS

Très précis, permet la localisation de micros émetteurs FM ou AM. Discrimination des émissions externes (taxis radios, ambulances, police, avions, etc.) par filtrage sélectif.
Antenne détectrice, permet par un balayage minutieux de détecter les émetteurs camouflés (gaines de ventilation, parois creuses, prises de courant ou téléphones, lampes, calculatrices, cendriers, radios, attachés-cases, tiroirs, armoires, plinthes, radiateurs, équipements électriques, etc.). Efficace et précis, outil de base des dépisteurs.

DME **850 F**

DETECTEUR D'ECOUTES TELEPHONIQUES

Appareil très utile car permet de détecter toute écoute, qu'elle soit par émetteur FM, standard* ou bretelle autorisée.
* Certains standards prévoient la possibilité d'écoute discrète par les directeurs, surveillants, etc.
Toute intervention sur le réseau est immédiatement signalée par une lampe témoin d'alerte rouge.
Hypersensible, installation discrète, rapide et aisée.
De plus en plus indispensable...

DET **450 F**

Commandez par téléphone : 91.92.39.39 - 24 h/24 h
par télex : 402 440 F
ou achat direct au magasin SCANNER'S® : 31, rue Jean-Martin - 13005 Marseille

Adressez votre commande à : **Laboratoires PRAGMA**
B.P. 26
13005 MARSEILLE

BON DE COMMANDE RAPIDE (envoi discret et recommandé urgent)

☐ Oui, adressez-moi la commande suivante :
☐ Je vous joins mon règlement par :
☐ chèque ☐ mandat
☐ Envoyez-moi cette commande en contre-remboursement (+ 30 F à payer au facteur).
☐ Catalogue complet contre 30 F en timbres ou chèque.

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : |_|_|_|_|_| Ville : _____

DESIGNATION	PRIX
FRAIS D'ENVOI	20.00
TOTAL	

LE MARCHÉ DU BÉBÉ-ÉPROUVETTE

Le ministère de la Santé vient de fermer plus de 300 centres de procréation assistée sur 400. Les prix que certains pratiquaient tendraient à une véritable exploitation de la stérilité. Dans le même temps, les méthodes se multiplient (FIV, GIFT, ZIFT). Quelle est la meilleure ?

PAR DIDIER DUBRANA

La petite Anglaise Louise Brown a 10 ans et sa sœur spirituelle, la Française Amandine, vient de fêter sa septième année. Toutes deux sont nées grâce au pouvoir de la médecine, ou plus précisément celui de la fécondation in vitro et transfert embryonnaire (FIVETE ou FIV).

Depuis, cette technique médicale, mise au point par deux Anglais, R. Edwards et P. Steptoe, est entrée dans la pratique ordinaire et près de 400 centres de procréation médicale assistée ont été créés en France. Cependant, la technique initiale a évolué pour mieux résoudre les problèmes de stérilité des couples. Parallèlement à la FIV, est apparu le GIFT (*Gamete Intra Fallopian Transfer*) et, plus récemment, le ZIFT (*Zygote Intra Fallopian Transfer*), témoins d'une multiplication simultanée des solutions possibles et des équipes médicales.

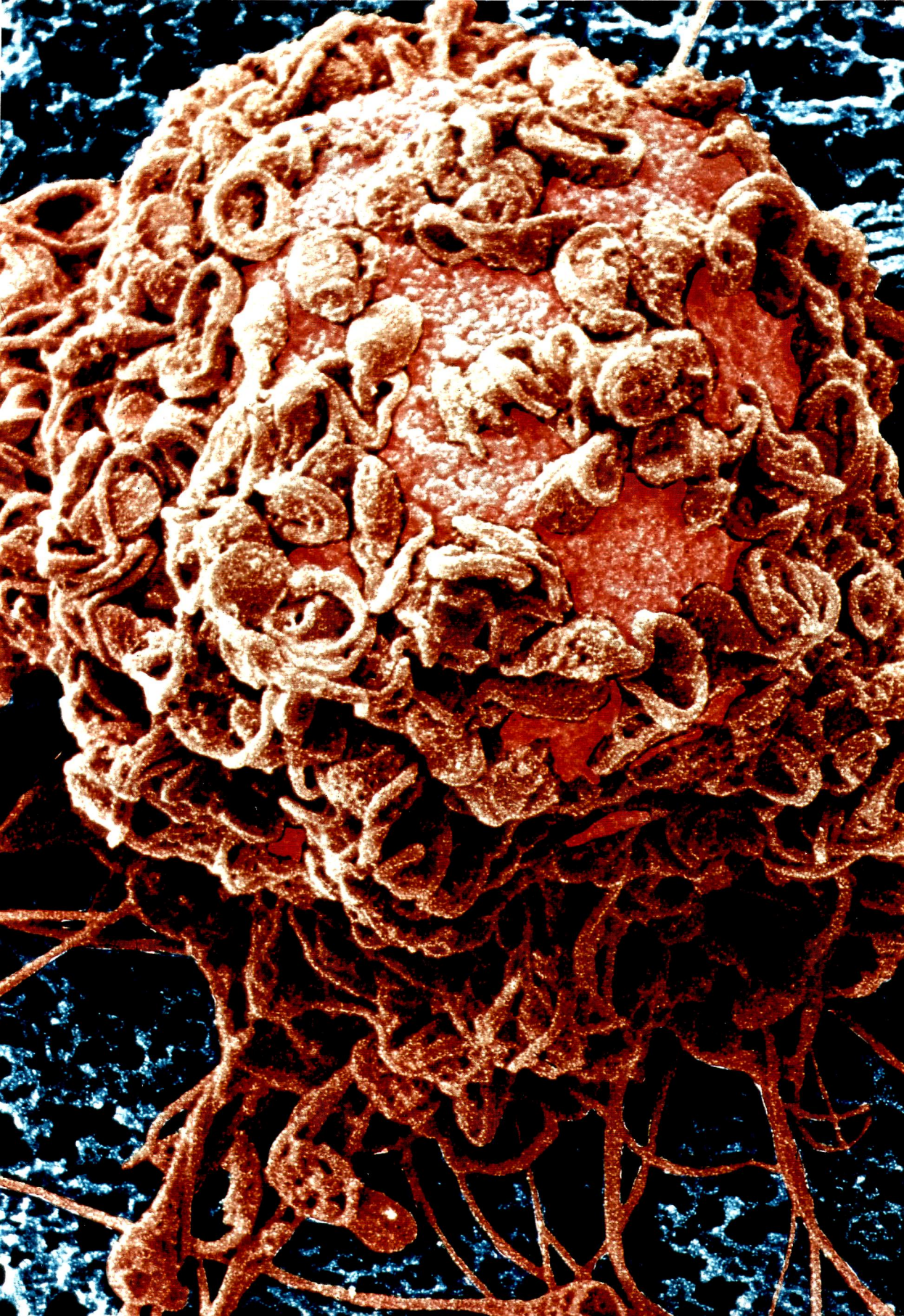
Confronté à cette prolifération, partiellement dictée, il faut bien le dire, par la demande croissante du marché, le ministère de la Santé a dû intervenir pour mettre de l'ordre. Sur l'ensemble de la France, près d'un centre sur quatre, seulement, a obtenu le label "PMA", de centre de procréation médicale assistée (1), et au 1er janvier 89, les centres non admis, donc proscrits, ont cessé leur activité. Cette réorganisation administrative du tissu médical de la FIV, accompagnée des nouvelles techniques GIFT et ZIFT, ne doit pas faire oublier, qu'au centre de la tourmente se trouvent des couples qui ne peuvent avoir d'enfants. Rappelons donc brièvement les grandes étapes physiologiques de la fécondation, pour mieux comprendre les principales causes de stérilité.

Pour concevoir un enfant, l'homme et la femme doivent tout d'abord prendre un rendez-vous. Cet instant déterminant se situe vers le 14e jour du cycle menstruel de la femme, date à laquelle l'ovaire émet un ovule qui pourra être fécondé, quelques heures plus tard, par un seul des milliers de spermatozoïdes injectés dans le vagin. Cette rencontre a lieu dans la trompe de Fallope, couloir qui relie l'ovaire à l'utérus et dans lequel débouchent les spermatozoïdes. Le plus chanceux d'entre ceux-ci traverse alors la paroi protectrice de l'ovule. La cellule mâle fusionne avec la femelle pour donner naissance à l'embryon.

Mais l'œuf ainsi créé ne peut pas se transformer en fœtus dans ce couloir exigu — si cela advenait par accident, la grossesse serait extra-utérine et très dangereuse. Tout en continuant à grandir, par division cellulaire, il entame un voyage de quatre jours qui le ramène dans l'utérus. Là, il s'accroche à la paroi, devient fœtus et se développe les 9 mois de la gestation. Toutes ces étapes sont soumises au bon vouloir du cerveau par l'entremise d'hormones sécrétées par l'hypothalamus (LH-LR) — qui lui-même stimule l'hypophyse pour qu'elle sécrète les normones FSH et LH qui commanderont l'ovulation et la gestation par la voie sanguine (***voir encadré p. 45***). Cela, c'est quand tout va bien (2).

Pour les couples stériles, la première réponse fut la FIVETE, qui se déroule en dehors du corps humain, par fécondation des deux gamètes dans une

Cet ovule est bien entouré ! Mais quel sera le spermatozoïde qui le fécondera ?



éprouvette. L'œuf obtenu est transféré dans l'utérus de la femme pour y poursuivre la gestation (3). En général, 60 % des FIV s'appliquent à des femmes qui n'ont plus de trompes, ou dont le fonctionnement est altéré. Privés de leur lieu de rencontre, les gamètes ne pourraient jamais fusionner ; c'est l'éprouvette qui remplace ce stade. Actuellement, l'augmentation des maladies sexuellement transmissibles (MST) et plus particulièrement les salpingites en France, cause une recrudescence de cette pathologie. L'infection qui débute dans le vagin s'étend à l'utérus puis aux trompes. Si la maladie n'est pas traitée en temps voulu par antibiotiques, le résultat est souvent irréversible pour la femme. Avec une progression de 8 % par an, les 200 000 nouveaux cas actuels sont pour moitié constitués de femmes de moins de 25 ans, celles qui, quelques années plus tard, accroîtront le nombre des candidates à la FIVETE. Certains voient là une utilité à la psychose du SIDA, car la prudence qu'elle impose réduit les risques de transmission des MST.

En ce qui concerne les spermatozoïdes utilisés par la FIV, ils sont disponibles à tout moment ; on sélectionne les plus performants (par une étude succincte à la loupe binoculaire) lors d'un spermogramme (nombre, mobilité et forme). Pour la femme, c'est plus complexe, puisqu'elle ne produit qu'un ovule par cycle ; il faut donc aller le chercher au niveau de l'ovaire. Au début de la FIV, la ponction du gamète à l'aide d'une seringue, se faisait en ouvrant le ventre, sous anesthésie générale. Actuellement, on utilise toujours la seringue, mais l'anesthésie générale et la "chirurgie lourde" ont presque disparu, pour laisser la place à une technique moins contraignante : la ponction sous échoguidage en passant par le vagin (89,9 % des cas de ponction ovocytaire). Cette technique a été perfectionnée, et l'opération est moins dangereuse, mais des problèmes subsistent !

Comment contrôler le moment de l'ovulation pour prélever les meilleurs gamètes (ovocytes matures), qui sont produits par l'ovaire (sous stimulation hormonale, afin d'augmenter leur nombre et multiplier du même coup les chances de récolte) ? Une course s'est donc engagée entre le médecin et l'ovaire ; elle a abouti en 1986 à la découverte de nouveaux médicaments : les agonistes du LH-RH, la buséreline et le DTRP 6. Ceux-ci permettent de mieux maîtriser le jeu hormonal de l'ovulation et augmentent les chances finales de grossesse.

En fait, ils affranchissent les ovaires de l'ordre hormonal transmis par le cerveau à l'aide des deux hormones hypophysaires FSH et LH, déjà contrôlées par celles de l'étage supérieur, les gonalibérines, LH-LR, de l'hypothalamus. La structure chimique des molécules d'agonistes est identique à celle des hormones hypothalamiques, et l'hypophyse, qui les reçoit, ne pourra pas faire la différence entre les deux. Résultat, lorsqu'on sature l'hypophyse de ce leurre chimique, elle arrête de produire ses propres hormones et déconnecte la liaison chimique qui relie l'ovaire au cerveau (***voir encadré ci-contre***). Le médecin parle à cet égard, quelque peu crûment, de "femme sans tête".

Bref, le médecin seul peut déclencher à bon escient l'ovulation, en injectant d'autres hormones qui stimulent directement l'ovaire, les hMG (human menopausal gonadotrophine). Leur action spectaculaire est soulignée par les dernières statistiques du FIVNAT, un des deux organismes qui récoltent les résultats de 70 centres, correspondant à 15 000 tentatives de procréation médicale assistée. Lorsqu'on compare les types de stimulation anciennes à celle des agonistes LH-RH, on observe une augmentation de plus de 10 % de grossesses par FIV.

Cependant, il y a une ombre au tableau. Voilà déjà 25 ans que les inducteurs de l'ovulation sont employés ; depuis l'apparition de la FIV, leur consommation a augmenté en changeant de cible. Utilisés au départ sur des femmes qui avaient des problèmes d'ovulation, on les emploie maintenant sur celles qui ovulent normalement pour stimuler leur production et augmenter les chances de ponction par cycle. Si leurs effets immédiats sont bien connus (vomissements, bouffées de chaleur, trouble de la vision) par contre, les effets à long terme sont moins évidents, et des études sont en cours sur les risques éventuels de cancer.

Les nouvelles méthodes de fécondation in vitro, GIFT et ZIFT, sont en fait des variantes de la première. Utilisant les mêmes méthodes de stimulation ovarienne et de recueil d'ovocytes, elles présentent toutefois des différences fondamentales dans la fécondation des deux gamètes et le lieu d'accueil de l'embryon. Dans le GIFT, les gamètes ne se rencontrent plus dans une éprouvette, mais dans la trompe, ce qui l'apparente au processus naturel. Dès les première heures de sa division, l'œuf baigne dans un environnement plus favorable que le milieu synthétique de l'éprouvette. Cependant, cette technique n'intéresse qu'un petit nombre de femmes, celles dont la stérilité n'est pas due à l'absence ou à l'altération des trompes, mais à des causes inexpliquées, celles qu'on désigne, faute de mieux, sous le nom de stérilités idiopathiques.

Les premières statistiques sur l'efficacité du GIFT ont immédiatement été probantes, les taux de grossesse sont largement supérieurs à ceux de la fécondation artificielle classique (30 %). Mais le plus encourageant est que ce taux de réussite ne diminue pas avec l'âge de la femme traitée comme pour la FIV. Or, c'est souvent des femmes "âgées" (33,3 ans ± 4,2 ans) qui viennent demander le secours des médecins. C'est alors la course, à chaque traitement, pour pratiquer des FIV avant que la femme atteigne l'âge critique. En effet, au delà de 38

ans, les chances de grossesse diminuent d'un facteur 4 par année pour la FIV. Résultat, après 40 ans, les chances d'obtenir une grossesse sont inférieures à 1 %, alors qu'elles plafonnent encore à 20 % pour le GIFT.

Le GIFT n'est pas une procédure légère ; il exige une anesthésie générale pour introduire les deux gamètes dans les trompes, à l'aide d'un cathéter (cœlioscopie). De plus, une fois les gamètes déposés, on n'a aucun moyen de savoir si la fécondation a bien eu lieu.

C'est d'ailleurs cette inconnue qui a inspiré la mise au point de la troisième technique, le ZIFT. Solution hybride des deux précédentes, elle consiste à réimplanter dans les trompes les zygotes (ovule + spermatozoïde) obtenus *in vitro*. On est donc sûr de la fécondation des gamètes, mais l'anesthésie générale est obligatoire pour le transfert. Le ZIFT n'en est qu'au stade expérimental et il est trop tôt pour juger de sa compétitivité. En revanche, il confirme l'importance du passage des gamètes dans les trompes par un pourcentage de réussite similaire au GIFT.

Ce foisonnement de techniques a excité les polémiques. Les partisans de la FIV brandissent leur taux de réussite modeste, mais en constante augmentation, et assurent que leur technique, "plus douce", est psychologiquement mieux acceptée par les femmes. Tandis que les adeptes du GIFT, forts de leurs premiers résultats, pensent éliminer, à l'a-

LES HORMONES DE L'OVULATION

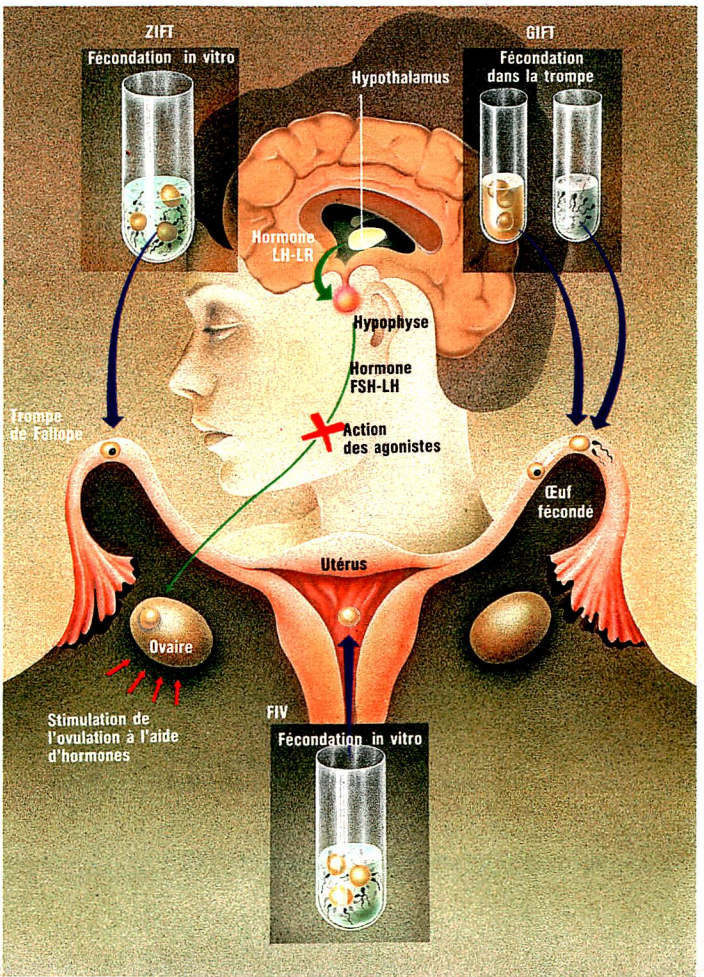
L'ovule, pondu par l'ovaire à chaque cycle, est le fruit d'un jeu hormonal complexe, divisé en deux phases : la phase folliculaire (avant l'ovulation) et la phase luthéale (après).

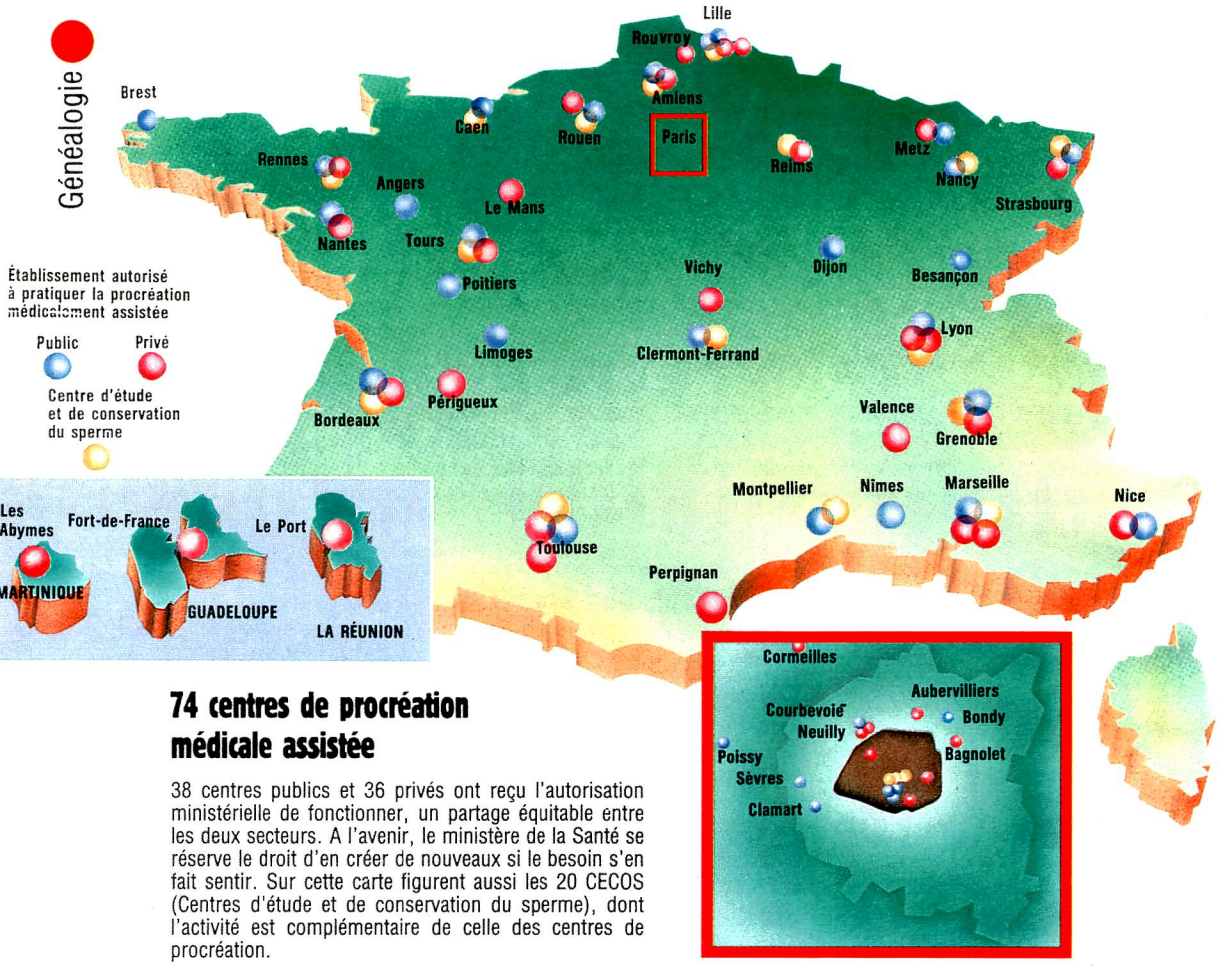
Au départ l'ovule est inclus dans une prison dorée à la surface de l'ovaire, le follicule. Au fil des jours, ce follicule va grandir sous l'influence d'une hormone sécrétée par la glande hypophyse — la FSH ou hormone de stimulation folliculaire — pour devenir une petite sphère gonflée, toujours à la surface de l'ovaire. En même temps, il sécrète, lui aussi, une autre hormone — les œstrogènes — qui prépare l'utérus à accueillir les spermatozoïdes. Puis sous l'action d'une deuxième hormone hypophysaire — le LH ou hormone lutéinisante — le follicule se rompt pour libérer l'ovule qui sera aspiré par les trompes de la femme.

Dans un deuxième temps, le follicule rompu se transforme en une nouvelle glande, le corps jaune, qui produit deux sortes d'hormones : les œstérogènes et les progestérones qui favorisent la gestation.

Dans ce jeu hormonal, l'hypohyse et l'ovaire ne sont que de simples exécutants ! L'ordre suprême vient de l'hypothalamus qui, à l'aide des gonadolibérines ou LH-LR, contrôle l'hypophyse et, a fortiori, l'ovaire.

Maintenant, de nouveaux médicaments, les agonistes, peuvent agir sur ce premier contrôle. Ils prennent alors la place de la LH-LR sur les récepteurs hypophysaires, l'empêchant de venir s'y fixer, et bloquent ainsi la libération de la FSH et de la LH. Résultat, la liaison hormonale naturelle qui relie l'hypophyse à l'ovaire se trouve déconnectée : l'ovulation n'est plus soumise au bon vouloir du cerveau. Il est alors possible de déclencher, à l'aide d'autres hormones, l'ovulation au moment choisi et ainsi de prélever les meilleures gamètes, ce qui augmentera les chances de grossesse quelle que soit la méthode de procréation assistée utilisée : FIV (la fécondation se déroule en dehors du corps et l'œuf est transféré dans l'utérus), GIFT (les gamètes prélevées sont réintroduites dans la trompe avant fécondation) ou ZIFT (les gamètes, fécondées en éprouvettes, sont réintroduites dans la trompe).





74 centres de procréation médicale assistée

38 centres publics et 36 privés ont reçu l'autorisation ministérielle de fonctionner, un partage équitable entre les deux secteurs. A l'avenir, le ministère de la Santé se réserve le droit d'en créer de nouveaux si le besoin s'en fait sentir. Sur cette carte figurent aussi les 20 CECOS (Centres d'étude et de conservation du sperme), dont l'activité est complémentaire de celle des centres de procréation.

venir, le problème de l'anesthésie générale. D'autres, plus sereins, affirment qu'il y a de la place pour tout le monde. Chaque technique se tournera vers des indications pathologiques spécifiques.

En attendant, il faut bien parler d'un véritable marché de "l'enfant éprouvette", d'autant plus que les frais hospitaliers engagés sont importants. Estimé à 360 000 F en 83, le prix de revient par naissance issue de la FIVETE, aurait été presque divisé par 5 en 5 ans, soit 68 000 F. Cette évaluation encourageante pose quelques questions quant à la méthode de calcul. Elle ne tient pas compte des soins postnatals, qui sont coûteux.

En effet, 50 % de ces enfants sont hospitalisés après la naissance pour deux raisons principales : leur prématurité et leur faible poids (30 % de moins que la normale). Ce qui représente en moyenne 30 jours d'hospitalisation par enfant, soit déjà 7 000 F de plus. Prématurité et poids faible ne sont pas liés à la FIV, mais plutôt à l'âge élevé des femmes qui enfantent pour la première fois. Enfin, une autre raison d'hospitalisation, moins courante mais beaucoup plus inquiétante, est le taux de malformations, un peu plus élevé que la normale.

La réduction du nombre actuel de centres FIVETE permettra sûrement d'obtenir, d'ici quelques années, des évaluations de coût plus précises. De plus, il serait bien utile de connaître exactement le nombre de naissances par FIV. Comment juger autrement de l'efficacité des techniques ? Etrangement, aucun moyen de contrôle ne permet de vérifier les résultats transmis au centre collecteur (FIVNAT) par les différentes équipes médicales... Les données statistiques se basent donc sur la bonne foi des médecins qui font office de juges et parties. C'est d'ailleurs ce que relève P. Bustany, un jeune médecin, qui vient de soutenir sa thèse à l'hôpital Antoine-Béclère de Clamart : « Les données recueillies (4) sont couvertes par le sceau du secret et ne sont l'objet d'aucun contrôle de véracité. » En fait, ce "flou artistique" se retourne contre certaines équipes, car la sélection des nouveaux centres par le ministère de la Santé s'est basée en partie sur le

(suite du texte page 164)

(1) Décret ministériel du 11 avril 1988.
(2) Voir *Les enfants de l'impossible*, Dr Joëlle Belaïsch - Allart, éd. Balland.
(3) Voir *Science & Vie* n° 805 p. 24 et *Science & Vie Hors-Série* n° 153.
(4) *Fécondation in vitro et transfert embryonnaire — Les différentes étapes, coûts biologique, médicaux et sociaux.*

LES PREMIERS HOMMES BRICOLÉS

Des chercheurs américains viennent d'obtenir la première autorisation de manipulations génétiques sur des humains vivants. Grande date dans l'histoire de la médecine. Mais les biologistes restent prudents, et on les comprend.

Dix volontaires américains atteints d'une forme avancée de cancer de la peau vont subir, ces jours, le premier traitement génétique direct. Pas une thérapie réalisée par manipulations génétiques, mais une intervention génétique sur leurs propres cellules.

L'intervention n'a pas un caractère directement curatif. Mise au point l'année dernière par les cancérologues French Anderson et Steven Rosenberg, elle consiste simplement à introduire un gène marqueur dans des globules blancs, des lymphocytes, qui défendent normalement l'organisme contre la maladie. Mais son intérêt est toutefois très grand, puisqu'il sera ainsi possible de suivre le trajet de ces lymphocytes dans le corps.

Or, la connaissance de leur itinéraire permettra de mieux appliquer un tout récent traitement qui consiste à prélever dans une tumeur les lymphocytes K (tueurs), qui ont réussi à l'infiltrer, à les activer puis à les réinjecter au malade pour renforcer ses défenses naturelles (***voir dessin p.48***).

Il a toutefois fallu six mois aux autorités sanitaires pour accorder leur autorisation. En réalité, ce n'est pas seulement six mois, mais dix ans qui auront été nécessaires à la conscience éthique américaine et internationale pour "digérer" le principe d'une intervention directe sur des cellules d'un humain vivant. Quand, en effet, Martin Cline, de l'université de Los Angeles, proposa, en 1980, une intervention directe sur deux jeunes femmes atteintes de thalassémie, affection héréditaire du sang, le même comité lui refusa son autorisation. Cline passa outre ; il y perdit sa carrière. Le comité d'éthique n'avait pas tort : bien que l'expérience ne se fut pas révélée dangereuse, l'efficacité de la méthode, qui avait semblé douteuse, se révéla nulle. Mais les risques, eux, étaient graves.

Une autre expérience devait encore donner raison au même comité d'éthique ; ce fut celle de Robert Wieder et de French Anderson, qui voulaient traiter des "enfants-bulles", c'est-à-dire des petits malades atteints d'une grave déficience immunitaire, causée par l'absence d'une gène. Ce gène est celui qui commande la fabrication de l'enzyme adénosine désaminase, indispensable à la formation du système immunitaire. Wieder et Anderson firent des essais sur l'animal ; ces essais consistèrent à prélever de la moelle osseuse et à y greffer le gène nécessaire, avant de la réinjecter. Les essais sur l'animal furent satisfaisants, mais Wieder et Anderson les annoncèrent un peu tôt : quelque temps plus tard, il se révéla que le gène greffé avait cessé de fonctionner.

C'est le même French Anderson qui a imaginé, cette fois avec Rosenberg, de marquer simplement des lymphocytes.

L'idée n'est pas gratuite : Rosenberg avait été déçu par les résultats de la technique d'activation des lymphocytes décrite plus haut. En effet 60 % seulement des malades réagissaient bien au traitement ; pourquoi les 40 % restants n'en bénéficiaient-ils pas ? Par le biais de ce tatouage, il va pouvoir observer si les lymphocytes, une fois réinjectés, retournent vers la tumeur d'origine, s'ils sont capables de s'y multiplier et d'y agresser les cellules cancéreuses.

Cependant, cette expérience ne vise pas seulement à la compréhension du mécanisme d'action des cellules tueuses. Le but recherché, à plus ou moins long terme, est bel et bien d'améliorer le traitement et de réaliser la première véritable thérapie génétique en greffant cette fois, non plus un marqueur, mais un gène susceptible de décupler l'agressivité des lymphocytes.

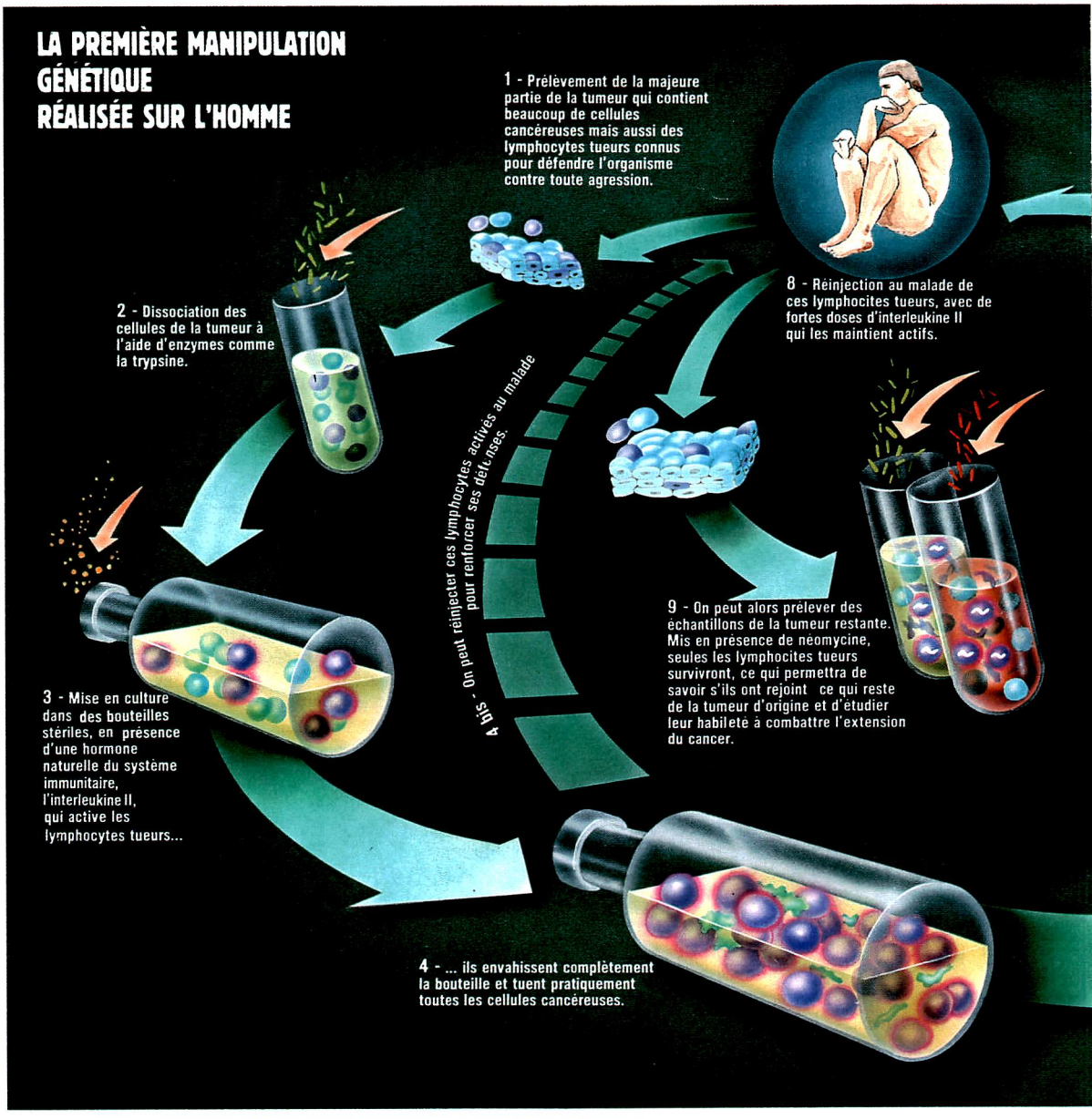
Introduire directement un gène dans des lym-

PAR MARIE-FRANCOISE LANTIERI

phocytes d'humain pour en augmenter l'activité est une entreprise audacieuse. Il fallait, pour la tenter dans des conditions raisonnables de sécurité, que l'expérimentation sur l'animal soit sans failles, ce qui fut obtenu après révisions du protocole expérimental.

Par ailleurs, ce gène doit être greffé grâce à un rétrovirus, qui en est le porteur ou vecteur. C'est la méthode dite de la transfection, qui a été déjà décrite il y a plusieurs années. Mais le vecteur est-il lui-même inoffensif ? Ce n'est pas le cas, chez la souris, chez laquelle il déclenche une forme de leucémie. Certes, il s'agit d'une leucémie spécifique de la souris, qui ne pourrait donc pas affecter l'homme. Mais ce dernier point inquiéta le comité d'éthique américain qui exigea des expériences complémentaires sur ce point, car il n'est pas toujours sûr que des virus pathogènes pour l'animal, ne le soient pas pour l'homme.

De plus, on n'a pas écarté la possibilité que ce rétrovirus, celui qui porterait le gène dans les lymphocytes, n'aille pas le porter dans d'autres cellules. Le gène transporté accroîtrait alors l'agressivité de cellules, susceptibles, elles, de migrer n'importe où dans l'organisme avec leur pouvoir destructeur.



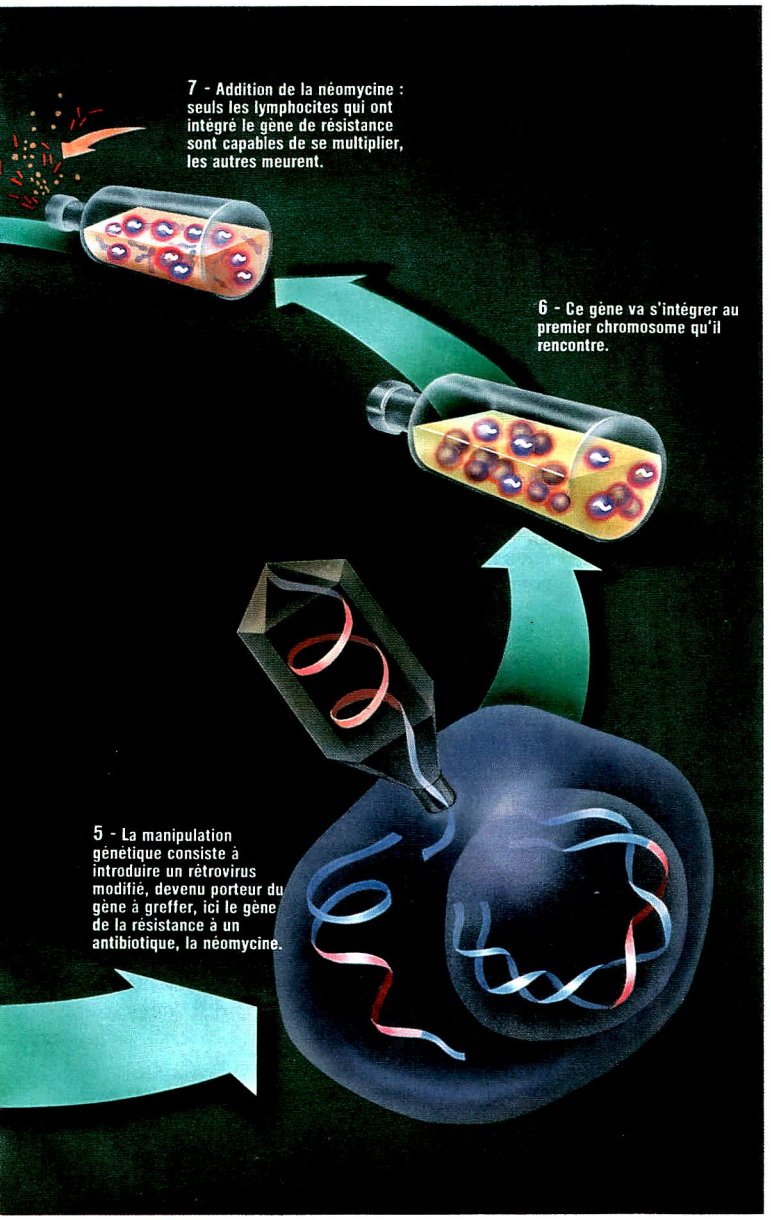
On conçoit, dans ces conditions, que le comité d'éthique américain n'ait rien voulu laisser au hasard avant de donner son feu vert à une expérience préliminaire à l'introduction d'une sorte d'explosif biologique dans le corps d'humain, avec le risque de rééditer la bévue de l'ours qui jeta une pierre sur le visage d'un humain pour tuer une mouche... C'était le 19 janvier dernier que les National Health Institutes et la Food and Drug Administration ont donné leur autorisation.

La réserve colore actuellement les attitudes des biologistes, américains et internationaux. Ceux-ci ne sont pas en principe opposés à la greffe de gènes dans des cellules somatiques, à condition que la preuve de l'innocuité soit bien établie. Les greffes sur cellules somatiques ne sont pas héréditaires ; elles ne modifient que le patrimoine génétique de l'individu qui les a reçues. Mais admettre ce type de chirurgie biologique pourrait incliner à envisager le même type de greffe sur l'embryon ou sur les cellules reproductrices qui, elles, sont bien héréditaires et aboutiraient à une modification de la race humaine.

L'utilisation même de greffes génétiques sur l'embryon n'est pas sans danger pour l'espèce, aux dires des biologistes, qui font observer qu'il ne faut pas forcément s'obstiner à supprimer les gènes de certaines maladies héréditaires. Témoin le cas de l'anémie falciforme, maladie parfois mortelle, qui affecte surtout les Africains, mais qui présente le paradoxal avantage de protéger contre le paludisme. Cette anémie n'est dangereuse que lorsque le sujet en reçoit les gènes de ses deux parents ; mais si le gène n'est transmis que par un seul géniteur, elle constitue, au contraire, un avantage. Supprimer l'anémie falciforme par manipulations génétiques risquerait de réduire le pouvoir d'adaptation de l'espèce.

Le grand pas de l'intervention génétique sur l'humain vivant ayant été franchi, c'est à une vigilance exceptionnelle qu'appellent les biologistes et les comités d'éthique. Il faut, désormais, à chaque pas, réfléchir longuement. Sans quoi on court le risque de voir des biologistes fous ou peu scrupuleux se mettre à "trafiquer" des embryons pour obtenir des traits déterminés, donnant alors corps au cauchemar de Frankenstein. Pour le moment, il faut s'en tenir à traiter le cancer.

Marie-Françoise Lantiéri



LE RETOUR DU FAUCON PÈLERIN

Ce rapace élégant et utile, virtuose du vol acrobatique où il frôle les 350 km/h en piqué, fait, de justesse, un rétablissement écologique. Impresarios : ses amis humains.

Le faucon pèlerin, considéré par beaucoup comme le plus parfait des oiseaux de proie, a bien failli disparaître. Pourtant, diversifié en une vingtaine de sous-espèces, il avait réussi à coloniser la plus grande partie de la planète. En France, vers 1945, il occupait tout le territoire situé à l'est d'une ligne passant par les Ardennes et Bayonne. De plus, on le retrouvait sur le littoral entre la Belgique et le sud de la Bretagne.

En 1965, les choses avaient bien changé. La régression était si forte que les spécialistes prévoyaient la fin prochaine de ce rapace prestigieux ; il n'en restait plus en effet que quelques nids dans les massifs montagneux. Partout ailleurs, il avait disparu ou semblait devenu incapable de se reproduire. Dans les autres pays d'Europe, la situation était semblable, voire pire. Idem dans l'est des Etats-Unis.

Les causes de mortalité, autres que naturelles, n'étaient pas mystérieuses. L'obscurantisme de certains chasseurs, la cupidité des fauconniers, celle des collectionneurs d'œufs, la maladresse de certains photographes, les grimpeurs de rocher, les poteaux et les lignes de transport d'électricité, tout cela est responsable de la disparition d'un nombre important d'oiseaux.

Pourtant ces facteurs ne s'étaient pas, en vingt ans, développés de manière spectaculaire ; au contraire, certains avaient même régressé. En fait, il y avait un élément nouveau, qui fut assez facile à déceler : les insecticides organo-chlorés, très largement utilisés et déjà mis en accusation pour bien d'autres raisons (1). Ces insecticides, très peu dégradables, sont stockés dans les graisses des oiseaux. A l'occasion d'un jeûne forcé, en hiver ou pendant la formation des œufs, ces graisses de réserve sont utilisées rapidement et le produit toxique accumulé lentement se trouve brutalement relâché dans l'organisme.

Le faucon se trouve placé en bout d'une chaîne alimentaire, partant des insectes et passant par les oiseaux insectivores. Il partage d'ailleurs ce privilège avec l'homme et c'est sans doute surtout pour cette raison, plus que pour l'amour des rapaces, que les produits à longue durée de vie, comme le DDT et la dieldrine ont été bannis.

Résultat : la remontée du faucon pèlerin, partout où il en restait quelques couples, a été spectaculaire. En France, il a reconquis presque tout le terrain perdu, sauf dans les falaises normandes et bretonnes, où on l'attend encore.

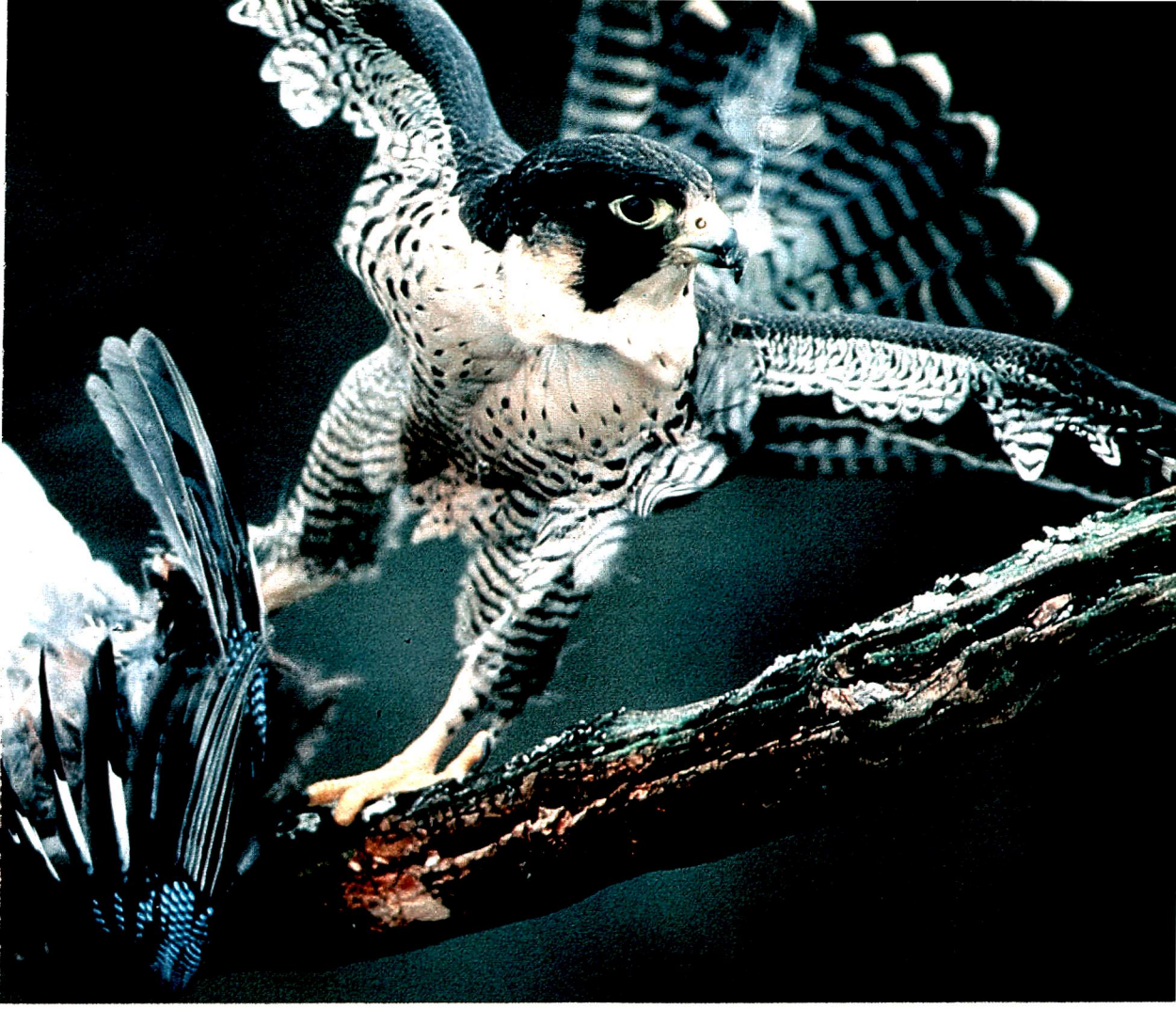
Ayant donc retrouvé sa fécondité depuis l'interdiction des produits les plus dangereux, mieux protégé par la loi et par des bénévoles qui n'hésitent pas à surveiller les nids, notre faucon est revenu sans qu'il soit besoin de beaucoup d'interventions.

Aux Etats-Unis, les choses n'ont pas été si faciles. Sa population dans l'est du pays n'existait plus qu'à l'état de souvenir, vers la fin des années 60, quand on décida de lancer un programme de réintroduction sous l'égide de l'université Cornell. Après avoir

(1) Groupes du DDT, de l'HCH (hexa-chloro-cyclo-hexane), du chlordane (aldrine, dieldrine) dérivés de l'essence de térébenthine. Aujourd'hui, seul reste largement utilisé le lindane, isomère gamma de l'HCH.

(2) *Le Faucon pèlerin*, par René-Jean Monneret. Ed. du Point Vétérinaire, 125 p. 1988.

PAR JACQUES MARSAULT



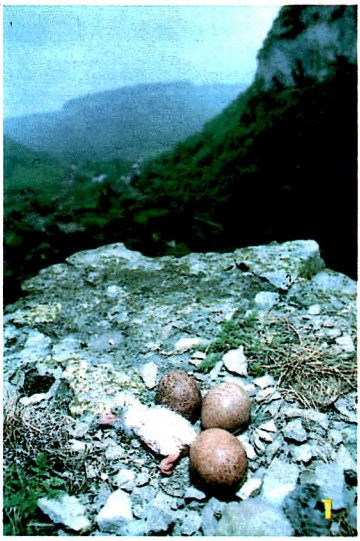
mis au point des techniques de fécondation artificielle, d'élevage et de conditionnement des jeunes oiseaux à la vie sauvage, l'équipe a obtenu un plein succès. La première nidification dans la nature d'oiseaux d'élevage eut lieu en 1979, mais les œufs furent détruits par des corbeaux. En 1980, trois couples réussissaient à élever des jeunes et, depuis le début du programme, ce sont plus de deux cents jeunes faucons qui volent dans les cieux qu'ils avaient désertés.

Sans aucun doute le but fixé, à savoir cent soixante quinze couples nicheurs dans l'est des Etats-Unis, sera atteint en 1991. Des essais analogues ont été d'ailleurs conduits en France et ont permis, en particulier, de fournir des oiseaux aux fauconniers chargés de la protection des aérodromes contre les oiseaux indésirables.

L'oiseau lui-même mérite ces efforts. Il fait depuis toujours l'admiration de ceux qui le connaissent. Les naturalistes comme les fauconniers considèrent qu'il s'agit du plus remarquable des oiseaux de proie.

René-Jean Monneret, spécialiste mondial de ce rapace et responsable de la naissance du "projet pèlerin" grâce auquel l'avenir du faucon semble aujourd'hui assuré, vient d'écrire un excellent ouvrage (2) où il nous rapporte le résultat des observations de chasse qu'il a pu effectuer. Le faucon pèlerin commence sa chasse par un affût. Soit qu'il se perche sur un point élevé, soit qu'il effectue un vol d'observation connu sous le nom de vol d'amont, il attend souvent très longtemps avant de choisir sa proie. Quand une victime particulière a été choisie, pour des raisons inconnues, l'attaque a lieu, selon des modalités très variables. Chaque oiseau semble avoir ses techniques en fonction du lieu et de la nature de la proie.

Les proies diffèrent. Les pigeons constituent un gibier recherché, mais les geais, les choucas, les merles et les étourneaux sont loin d'être dédaignés, de même d'ailleurs que de nombreux petits passereaux. Cet éclectisme remarquable fait d'ailleurs que le faucun pèlerin ne peut en aucun cas être considéré comme une menace pour une autre espèce, ni d'ailleurs comme un facteur de régulation,



PROJET PÈLERIN : DES SCIENTIFIQUES AU SERVICE DU FAUCON

Deux problèmes principaux ont dû être résolus : les œufs pondus en captivité par des oiseaux sains étaient infécondés; les résidus toxiques contenus dans le corps de la femelle sauvage se retrouvent dans la ponte, d'où des œufs trop fragiles qui s'écrasent sous le poids de l'oiseau couveur.

Comment a procédé le Fonds régional d'intervention pour les rapaces du Jura et du nord des Alpes ?

Le prélèvement des œufs dans les aires (les nids). Il doit se faire dans les huit jours suivant leur ponte. Quelquefois, l'aire est abandonnée (**photo 1**) par des parents tués par des chasseurs ou dérangés par la curiosité intempestive de certains "amoureux" de la nature. Il est alors souvent trop tard pour sauver les œufs.

- Ce prélèvement a permis, tout d'abord, de vérifier que le pèlerin, comme d'autres espèces, pratiquait une ponte de remplacement (elle a lieu une quinzaine de jours après le prélèvement, sur une aire nouvelle) ;
- La ponte de remplacement est moins contaminée, une partie des toxines présentes dans le corps de la femelle (en raison de la pollution, voir l'article) étant éliminée après la première ponte.

L'incubation artificielle des œufs contaminés évite leur écrasement lors de la couvée sous le poids du parent couveur. Effectuée dans les meilleures conditions possibles, dans les locaux du FRIR, elle permet aux moins atteints d'aboutir, et aussi de mesurer le degré de la contamination des autres.

L'insémination artificielle (**2**). En captivité, les œufs ne sont pas fécondés. Incubés artificiellement, les œufs pondus par les femelles inséminées avec le sperme prélevé sur des géniteurs captifs ont donné des jeunes en bonne santé élevés (**3**, ici un jeune nourri par René-Jean Monneret) comme leurs parents dans les volières du FRIR ou introduits dans des aires de la région pour son repeuplement.

De 1975 à 1978, 57 œufs ont été prélevés chez 17 couples. 20 provenaient de huit couples naturellement improductifs. En incubateur, 19 poussins sont venus au monde et ont été élevés sans problème.

9 de ces jeunes ont été introduits dans des aires peu productives, où ils ont été pris en charge par les parents adoptifs (**4**, on en voit deux ici avec leur mère adoptive) et se sont développés comme le reste de la nichée sauvage.

Les 10 autres ont été élevés dans les volières du FRIR.

sauf peut-être dans les villes.

Mais quelle que soit la proie, le vol de chasse se termine par le spectaculaire piqué final. Piqué oblique, se terminant presque à l'horizontale, qui permet souvent d'aborder la proie par derrière, dans l'angle mort de sa vision. Ce piqué, bien que n'atteignant pas les vitesses extrêmes des piqués observés pendant les pariades, s'exécute cependant à 150 ou même 200 km/h. Ce qui explique la force de l'impact quand l'oiseau rencontre sa proie. Celle-ci, toutefois, est loin d'être sans chances de survie : des attaques sans succès sont bien plus souvent observées que celles qui réussissent.

Les pariades sont hivernales : précocement, en février, dans le sud de la France, les couples se forment ou se reforment. La fidélité du couple, à ce propos, n'est peut-être pas aussi absolue qu'on a bien voulu le dire. En fait, il s'agit sans doute plus d'une fidélité au territoire de reproduction. Le rituel amoureux est assez complexce, illustré par d'extraordinaires vols acrobatiques, en solitaire ou en couples. C'est pendant ces vols que les étourdissants piqués verticaux cités plus haut, dépassent en vitesse, et de loin, les piqués de chasse. De nombreuses observations situent, en effet, cette vitesse aux environs de 350 km/h.

Quelque temps après, sur l'emplacement choisi, le long d'une paroi rocheuse de préférence, la femelle pond sur l'aire, de trois à quatre œufs. Ceux-ci sont couvés pendant environ un mois par les deux parents. Mais le mâle passe beaucoup moins de temps à couver, étant en grande partie chargé du ravitaillement.

Le jeune faucon reste longtemps au nid, dépendant totalement de ses parents et ne tente l'envol qu'au cours de la sixième semaine. Après beaucoup d'hésitations, il effectue le grand saut dans le vide, sans beaucoup de succès, dans un grand nombre de cas ; en effet, ce premier vol ressemble plutôt à une chute amortie. Mais très rapidement le jeune faucon fait des progrès, car ses plumes poussent, améliorant le rapport entre la surface portante et le poids du corps. Devenu maître, l'oiseau affine sa technique de vol en jouant avec ses frères. Pour

3

4

cette espèce, le vol paraît lié à un long apprentissage, débutant par les battements d'ailes de l'oisillon contemplant le vide au bord de son aire, pour culminer dans les vols de pariade des adultes.

La chasse aussi s'apprend. Les poursuites des jeunes, les essais de capture de divers objets volants, feuille, insecte, petit oiseau, n'ont pas d'autres buts.

Peu à peu, l'apport de nourriture par les parents diminue et, deux mois après le premier vol, le jeune faucon doit être capable de subvenir à ses propres besoin. Les faucons de l'année vont se disperser, migrer plus ou moins loin, pour que les survivants de ces voyages puissent à leur tour perpétuer l'espèce.

Sauvé de justesse d'un poison fatal, encore menacé par de nombreux dangers, le faucon mérite qu'on fasse un effort continu en sa faveur. Ceux qui ont pu assister à son vol de chasse ou à ses ballets amoureux savent qu'il s'agit d'un très grand spectacle qu'il faut absolument conserver.

Jacques Marsault

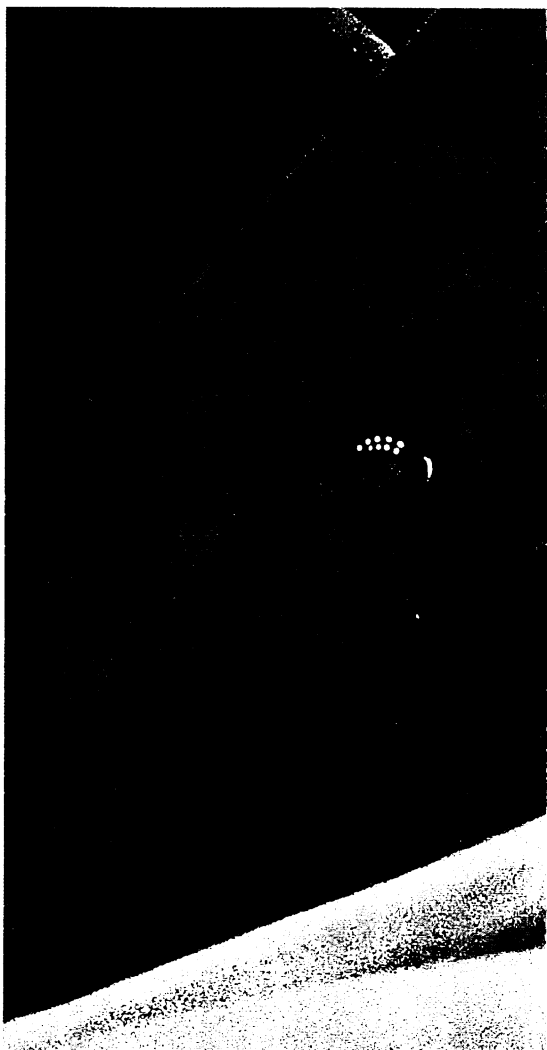
PARKINSONIENS : LA FIN DU TREMBLEMENT

Pour vaincre les tremblements irréductibles de certains parkinsoniens, un neurochirurgien et un neurologue grenoblois utilisent, depuis deux ans, une méthode nouvelle : un stimulateur électrique, branché sur une électrode implantée dans le cerveau du patient. "Science & Vie" a voulu en savoir plus sur cette innovation décisive.

En France, quatre-vingt mille personnes sont victimes de la maladie de Parkinson. Elles sont raides, leurs mouvements sont lents, presque saccadés. Ecrire est pour eux souvent un exploit, parfois impossible. Pour les gestes courants de la vie, certains ont besoin d'aide presque en permanence : pour manger, se laver, se vêtir. Le visage est figé et inexpressif, les yeux n'y clignent plus, la mimique est pauvre, la parole lente et privée des inflexions qui nuancent normalement le discours.

Le parkinsonien, "condamné à perpétuité au mouvement volontaire" disait Charcot, doit se concentrer en permanence sur le mouvement à exécuter. Ceux qui en ont le courage sortent encore, mais au risque de subir soudain de redoutables effets *on-off*, signe que les médicaments ne sont soudain plus efficaces. « Certains d'entre eux se statufient littéralement, en une seconde, avant qu'ils aient pu tenter quoi que ce soit, nous a expliqué le Dr Pierre Polla, médecin à la Clinique neurologique du Pr Jean Perret au CHR de Grenoble. C'est le SAMU ou Police-Secours qui les amènent aux urgences : les chutes ne sont pas rares, ainsi que les fractures. »

Le handicap est aggravé, chez 85 % des malades, par un tremblement de repos, incessant, déclenché par l'émotion, tremblement qui prédomine à la main, au pied, mais peut aussi toucher la bouche ; il



Cette patiente dont les mains tremblent sans cesse va subir, en pleine conscience, une opération inimaginable naguère. Dans quelques instants elle sera délivrée de son handicap. Cette opération, d'une extrême précision, nécessite que la tête soit prise dans un étau spécial, pour lui assurer une parfaite immobilité.

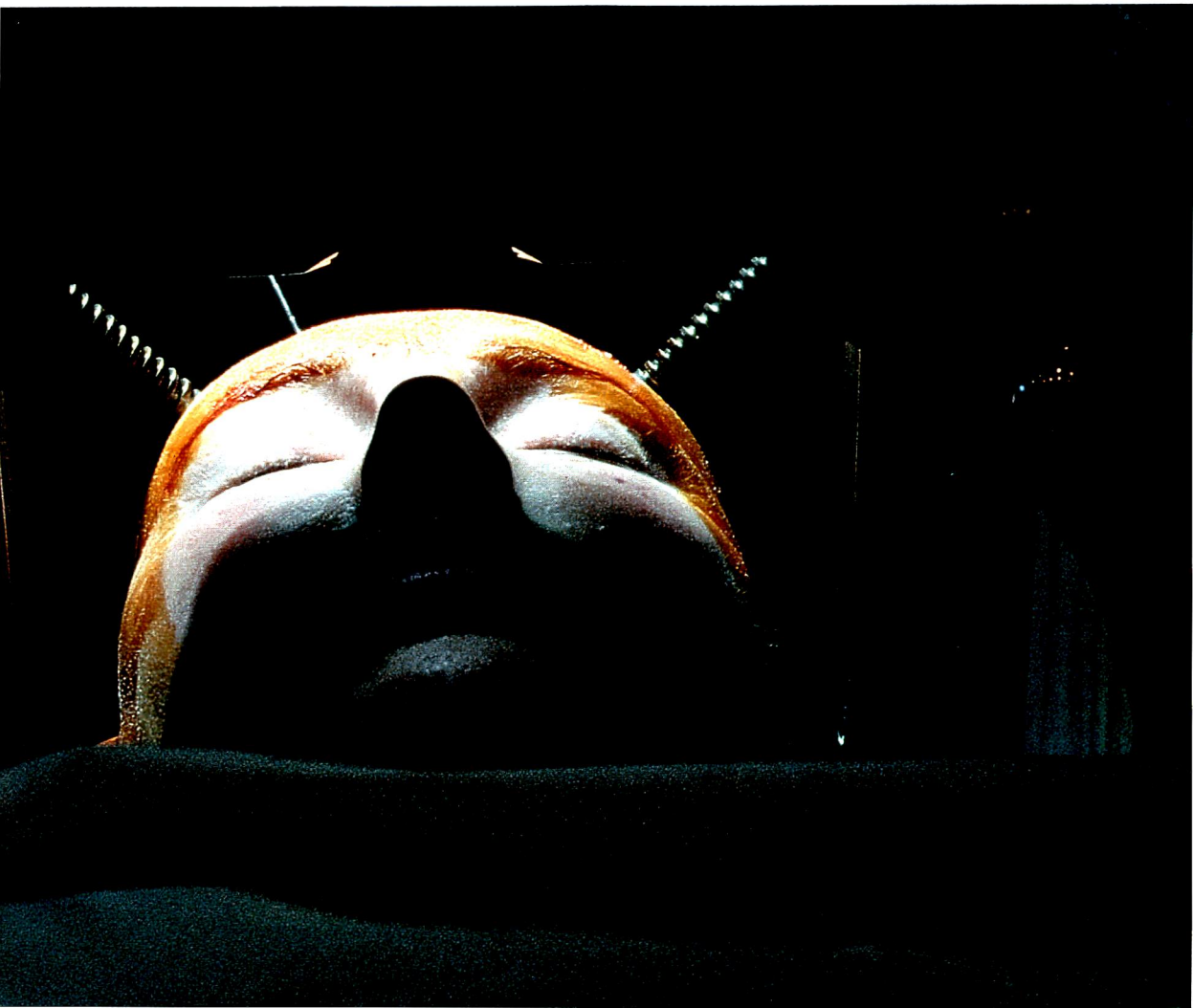
PAR JEAN-MICHEL BADER

s'interrompt quand la main effectue un mouvement volontaire, mais très souvent "flambe" lorsqu'une autre partie du corps se met en mouvement. C'est d'ailleurs ce tremblement, signe évident, marque de la maladie, que les malades, leur entourage, ou le public reconnaissent en premier. Mme D., assistante de cantine dans un village de montagne, se souviendra toujours de la remarque des enfants : « Dis, pourquoi tu trembles?», « Ce jour-là, j'ai compris » avoue-t-elle. Et beaucoup de malades ne veulent plus montrer cette infirmité, ils ne sortent plus...

Pourtant l'apparition en 1968 de la L-DOPA, le médicament antiparkinsonien de référence, a permis des miracles. Le Dr Oliver Sacks a rappelé dans un livre bouleversant, *Cinquante ans de sommeil*, comment, au début des années 1920, une épidémie internationale et foudroyante d'une maladie infectieuse du cerveau, l'encéphalite léthargique de von Economo (responsable d'une forme de syndrome parkinsonien), avait plongé ses victimes dans un sommeil léthargique, que rien ne pouvait apparemment interrompre. Sauf la L-DOPA, précurseur pharmacologique de la dopamine (le neurotransmetteur cérébral manquant), qui « a ainsi réveillé » ces malades, au bout d'un demi-siècle.

Et nombre de parkinsoniens bénéficient aujourd'hui avec la dopathérapie (celle-ci leur redonne en outre une espérance de vie presqu'égale à celle de la population normale) d'une excellente amélioration de leurs symptômes au prix de quelques effets secondaires. Cependant les effets indésirables de ce médicament, comme les mouvements anormaux involontaires, les troubles du comportement et les modifications psychologiques, mais aussi les phénomènes d'interruption brusque de l'efficacité du médicament, les *on-off* encore, rendent parfois son utilisation très délicate, voire impossible à cause de sa toxicité ; et la vie de ces malades devient alors insoutenable.

Le Dr P. Pollak nous a montré une cassette vidéo tournée à la Clinique neurologique : un parkinsonien atteint d'un tremblement des deux bras, tente



1

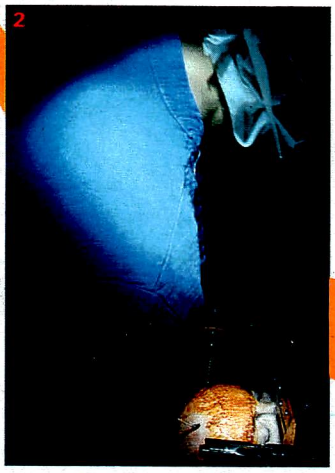
LA MAIN TREMBLE...

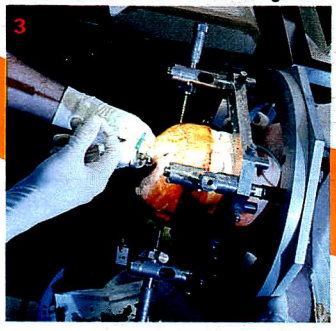
Au bloc opératoire, cette femme, la tête dans l'étau du cadre de stéréotaxie, montre au chirurgien l'ampleur de son tremblement (**1**). Dans quelques dizaines de minutes, elle en sera totalement soulagée.

Tout d'abord, une radio. Pour cela, le chirurgien rase le crâne, aseptise la peau et fore l'os pour y faire passer une aiguille à injection, dont il pique l'extrémité dans le ventricule cérébral, là où baigne le liquide céphalique (**2**). Un liquide opaque aux rayons X est alors poussé par la seringue dans l'aiguille (**3**), et va opacifier les ventricules cérébraux. C'est grâce aux contours de cette structure liquidienne que le chirurgien pourra repérer la zone malade.

Ensuite, repérer la cible profonde. Sur les clichés de face et de profil, le neuro-chirurgien trace (**4**) les contours des ventricules, repère par son plafond et son plancher le thalamus, où se trouve le noyau ventral intermédiaire, cible ultime de la stimulation cérébrale. L'angle que fait l'axe de la trajectoire de la sonde avec la verticale est calculé de face et de profil. Puis l'opérateur reporte exactement sur le goniomètre installé sur le cadre de stéréotaxie (**5**), les angles calculés sur les radios du cerveau.

Installer la sonde. Le chirurgien fore l'os du crâne avec une mèche glissée


2


3

de saisir à deux mains un verre posé sur la table. La tentative tourne vite à la catastrophe : éclaboussé par le liquide, désespérément accroché à ce verre qui cogne à grands coups sur la table au risque de se briser, le patient tente sans y parvenir de lâcher l'objet devenu monstrueux entre ses doigts. Le verre s'échappe, roule sur la table, et le patient le regarde, consterné. C'est donc cela, ce que les médecins nomment un tremblement "bénin" ?

L'homme en question, appareillé depuis par les médecins grenoblois, est entièrement soulagé. Il ne tremble plus, et sur la cassette, on le voit effectuer ce geste jusqu'alors impossible : il tend la main dans la bonne direction, saisit le verre, le porte à ses lèvres, boit, sourit.

Dans la maladie de Parkinson, c'est une petite région très localisée du cerveau profond qui est responsable de l'ensemble des symptômes. C'est dans la substance noire (un petit noyau gris de la partie supérieure du tronc cérébral, situé immédiatement au-dessous des hémisphères cérébraux) que tout se passe. Cette zone est d'importance primordiale pour l'activité motrice ; c'est le "bouton de volume" qui régule l'activité du corps strié, ou *striatum*, situé dans chaque hémisphère, par une voie ascendante appelée voie nigro-striatale. Celui-ci est un carrefour de neurones, recevant de nombreuses afférences du cortex moteur céré-

7

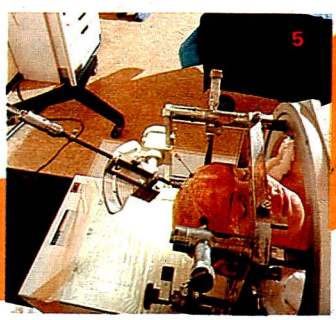
dans un guide solidaire du goniomètre (**6**), guide qui se trouve maintenant exactement dans l'axe de la cible. A travers l'orifice, il pousse une sonde rigide dans la profondeur du tissu cérébral. C'est indolore (la patiente est consciente). Par des clichés radiologiques successifs, il vérifie la position de l'extrêmité de la sonde dans le noyau ventral intermédiaire.

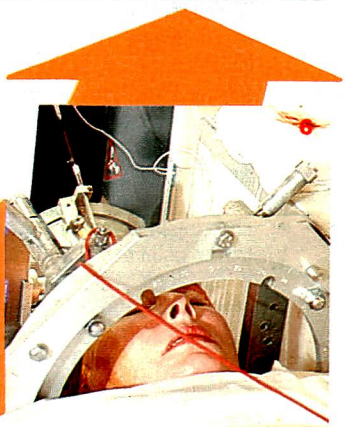
Brancher le stimulateur électrique sur la sonde. On opère alors une ultime vérification avec un faible courant : la patiente ressent des fourmillements, dans la bouche et dans les doigts.

Et enfin lancer le courant de stimulation. Pour cela, le chirugien choisit sur le cadran de l'appareil une fréquence de stimulation plus importante, et soudain, la main ne tremble plus (**7**). Sans détruire de tissu cérébral, mais en contrôlant son activité désordonnée, le stimulateur interrompt le cercle vicieux. La maladie existe toujours, mais le symptôme est soulagé.

...LA MAIN NE TREMBLE PLUS

4


5


6

bral (où s'organisent les programmes moteurs), et renvoyant les ordres de contrôle de ces mouvements aux structures cérébrales. Comme le corps strié est un microordinateur qui intègre, filtre, sélectionne les informations venues du cortex, de la substance noire et du thalamus, et comme lui-même renvoie en circuit fermé des connexions neuronales à la substance noire et au thalamus (dont part également une voie vers le cortex cérébral), tout ce système, appelé extra-pyramidal, fonctionne en circuit fermé, autoréglé sur le cortex cérébral. C'est lui qui déclenche et suit normalement les programmes et les plans moteurs permettant l'action volontaire et l'action automatique. Et la maladie de Parkinson se caractérise justement par un dépeuplement des neurones dopaminergiques de la substance noire et par une anarchie du mouvement. On ne connaît pas encore tous les détails des boucles de contrôle biochimiques qui utilisent ce neurotransmetteur, mais en revanche, on sait que l'activité motrice normale va de pair avec la présence et la fonction de ces neurones dopaminergiques. Sans eux, la boucle fonctionnelle est interrompue.

C'est pour la rétablir que l'on donne au malade la L-DOPA, précurseur chimique de la dopamine, pour qu'elle traverse la barrière sang-cerveau et qu'elle aille rétablir les connexions neuro-chimiques dans le désert dopaminergique du striatum, conséquence de la perte neuronale de la substance noire.

C'est également pour cette raison que l'on a tenté, depuis quelques années, avec des résultats divers, de greffer dans cette région du cerveau des cellules-usines à dopamine. Enfin, c'est quand toute thérapeutique médicale a échoué que l'on a recours à la chirurgie du cerveau.

« La neurochirurgie stéréotaxique, rappelle le Pr Alim Louis Benabid, chirurgien dans le service du Pr Jacques de Rougemont au CHR de Grenoble et nouveau directeur de la nouvelle unité INSERM 318 de neurobiologie pré-clinique, a suscité dans les années cinquante, avant la L-DOPA, une vague d'enthousiasme. Pour la première fois, l'on pouvait enfin, en coagulant,au moyen d'une sonde thermique plantée par stéréotaxie, la cible du thalamus, faire disparaître un tremblement, une rigidité rebelles. »

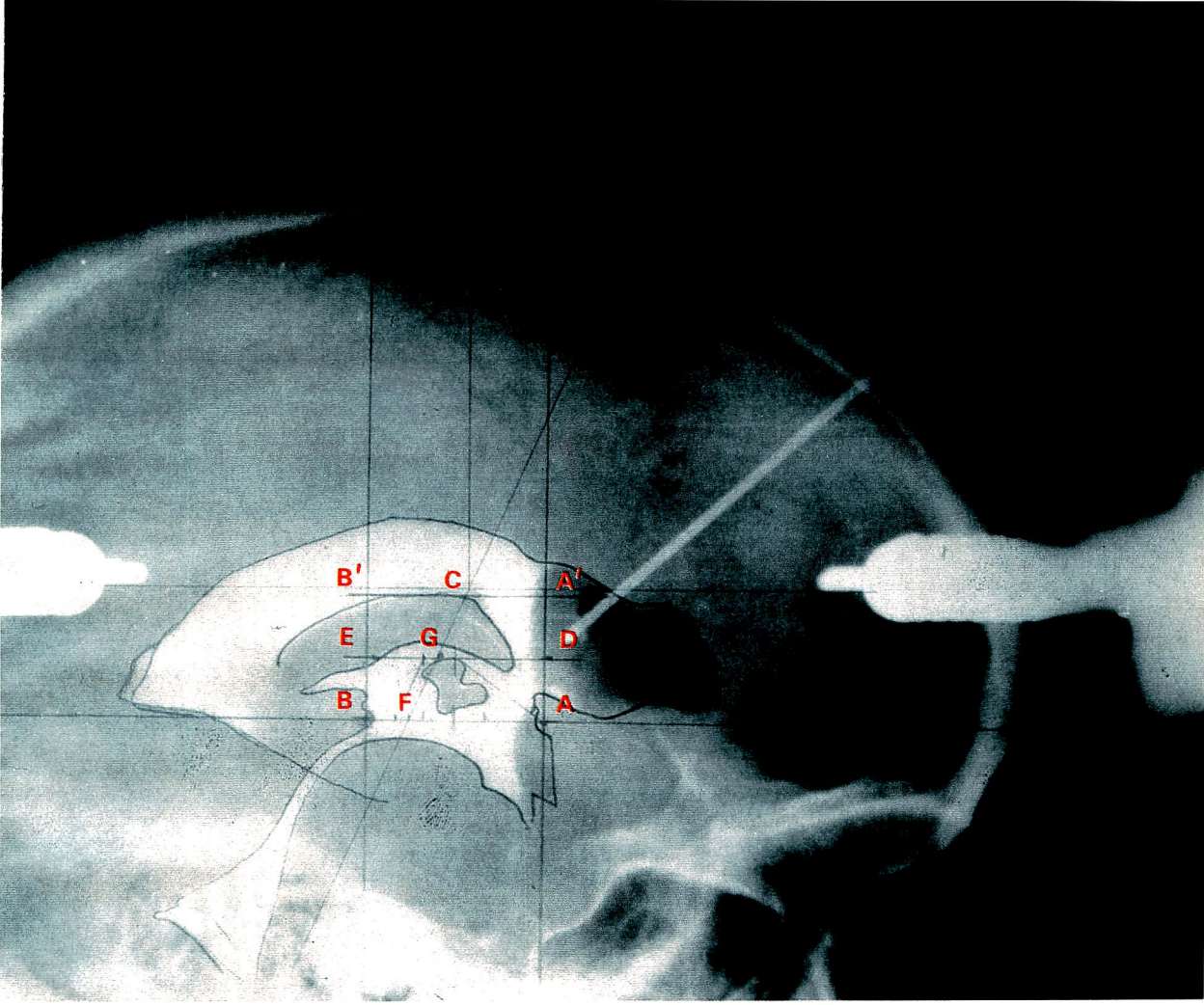
Tout avait commencé au début du siècle : deux chercheurs britanniques, Horsley et Clarke, avaient mis au point un cadre métallique rigide, muni de vis à os, pour y maintenir parfaitement immobile, comme dans un étau de précision, le crâne d'animaux de laboratoire. Dans cette perspective purement expérimentale, ils pouvaient créer dans le cerveau des animaux vivants et anesthésiés, à des endroits précis, exactement repérés dans les trois dimensions de l'espace, grâce à des radios du cerveau, des lésions parfaitement reproductibles d'un animal à l'autre. Avant cela, il était nécessaire d'opérer, "à ciel ouvert", autrement dit en décalottant un large volet de voûte crânienne, pour aborder *de visu* les structures anatomiques du cerveau.

Des neurochirurgiens comme le Français Jean Talairach, l'Allemand Riechert, le Suédois Sleksell et les Américains Spiegel et Wycis allaient, dans la fin des années 1940, adapter le nouvel "outil" à l'homme, le modifier, l'améliorer (en le dotant d'un goniomètre précis) pour l'utiliser sur leurs malades, et ainsi opérer avec précision, chez l'homme, des zones profondes du cerveau, repérables sur des radiographies : une électrode, ou une sonde peuvent être dirigées vers la zone avec une grande exactitude et en endommageant le moins possible les zones traversées. Ainsi naquit la chirurgie stéréotaxique, qui allait connaître un grand essor au cours des années 1950 dans le traitement chirurgical des mouvements anormaux et des douleurs irréductibles, et dans le repérage des tumeurs du cerveau dont il faut extraire une biopsie. Paradoxalement, cette chirurgie "à l'aveuglette" est bien plus précise et sûre, dans ce type de traitements, que ne l'est la chirurgie "à ciel ouvert".

Le Dr I.S. Cooper a été, de façon déjà inopinée, le

POUR SUPPRIMER LE TREMBLEMENT CHEZ UN PARKINSONIEN...

... il faut brancher un stimulateur sur le noyau ventral intermédiaire, petite zone du centre du cerveau responsable de cette maladie. Mais encore faut-il localiser ce noyau, qui n'apparaît pas sur une radiographie du cerveau. Or on sait qu'il a la taille et la forme d'un grain de riz allongé et aplati, et qu'il se trouve entre le plancher et le plafond du thalamus. Le plancher, on le repère en reliant deux points bien visibles sur la radio, les commissures antérieure (**A**) et postérieure (**B**) ; le plafond, en traçant une parallèle à cette droite qui soit tangente au bord inférieur du ventricule latéral (**C**), bien repérable. En élevant, aux deux commissures, une perpendiculaire à ces deux plans, on délimite un rectangle (**A-B-A'-B'**), que l'on divise en deux, horizontalement (**D-E**). On sait aussi que le "grain de riz" est penché en avant, avec sa base reposant sur le quart arrière du plancher (en **F**), et son sommet au tiers arrière de D-E (en **G** sur la radio). La construction géométrique montre que le noyau ventral intermédiaire de ce malade fait 24° avec la verticale. C'est sur cet angle — et celui trouvé de la même manière avec un cliché de face — que le neurochirurgien calera le goniomètre pour forer à l'endroit qui permettra d'atteindre ce noyau, pour y brancher le stimulateur.



précurseur de cette chirurgie des parkinsoniens. Au cours d'une intervention sur un patient souffrant de cette maladie chez qui il se proposait de sectionner le pédoncule cérébral, méthode classique, il avait blessé malencontreusement un vaisseau sanguin irriguant une partie des noyaux gris centraux. Imaginez la stupeur du chirurgien lorsqu'il constata, après l'opération, que le patient ne tremblait plus ! L'attention était ainsi attirée sur les noyaux gris centraux, véritables centres du tremblement. Au cours d'une démarche systématique, Hassler réalisa alors, à ciel ouvert et volontairement, des lésions de différentes cibles cérébrales dans le thalamus (relais complexe de la motricité et de la sensibilité entre le cortex et la moelle épinière) comme traitement des tremblements parkinsoniens.

Il proposa d'utiliser le cadre de stéréotaxie pour fixer le crâne du malade et y introduire par un trou de trépan, dans l'os crânien, une sonde rigide dont on pouvait pousser l'extrémité sur le plancher du thalamus. Cette sonde enregistre l'activité naturelle électrique des neurones de la région : ils "pulsent" à une fréquence égale à celle du tremblement. Si le malade a un tremblement d'une fréquence de 4,75 battements par seconde, les cellules de son thalamus battent aussi à 4,75 Hz. C'est donc bien là que se passe un phénomène électrophysiologique encore mal expliqué, mais responsable du mal. En coagulant cette zone, on interrompt donc le cercle vicieux, l'emballement de l'activité des cellules neuronales de la boucle, activité normalement inhibée par les cellules dopaminergiques disparues. Suivant cet exemple, on se mit donc, dans les blocs opératoires, à créer volontairement des lésions de différentes cibles cérébrales, dans le thalamus, comme traitement de ces tremblements parkinsoniens. Au début, les échecs furent d'ailleurs plus nombreux que les réussites, parce que l'on ne savait pas précisément quelle était la meilleure cible.

Mais assez vite, le consensus s'établit : c'est la région ventro-latérale du thalamus, qui, choisie comme cible à détruire, donne les meilleurs résultats : I. S. Cooper, pionnier américain de la méthode, a noté dans un article de 1977, une suppression totale du tremblement dans 85 % des cas ; une simple diminution du tremblement (ou récidive) dans

20 % des cas et une amélioration, voire une disparition, des mouvements anormaux involontaires induits par la L-DOPA, des douleurs et de la rigidité parkinsoniennes dans tous les cas.

La cible est atteinte de la façon suivante : le patient est installé, après qu'on lui ait administré un sédatif, dans le cadre de stéréotaxie. Naturellement, c'est sous anesthésie locale que l'on fore dans la boîte crânienne (sans la dépasser), les quatre trous où se logent les quatre vis du cadre maintenant exactement la tête en place.

Mais, et c'est capital pour la suite, le patient reste conscient toute la durée de l'intervention, qui est sans danger et indolore puisque le cerveau n'a pas de capteurs de la douleur : il peut ainsi décrire au chirurgien les sensations neurologiques au cours de la progression de la sonde. C'est donc une atmosphère calme, feutrée et active qui régnait dans le bloc opératoire du CHR de Grenoble où s'est effectué ce reportage. La première préoccupation du Pr Benabid est de repérer les structures liquidiennes du cerveau, les ventricules cérébraux et leur ramifications. Le chirurgien a pris la précaution de munir le cadre stéréotaxique de grilles radiopaques, munies de petits trous qui serviront, sur les clichés radiologiques, de bâti pour repérer les structures. Il introduit ensuite par un petit trou dans l'os pariétal une longue aiguille, dont l'extrémité pénètre la corne frontale du 3e ventricule cérébral. Il pousse dans une seringue adaptée à l'aiguille une petite quantité d'un liquide opaque aux rayons X, qui va se diluer dans les ventricules, pour réaliser de face et de profil, avec un appareil spécial à rayons X, une ventriculographie. Après développement des films, le Pr Benabid s'installe avec un rapporteur et une règle, les clichés en main, à la table lumineuse. Là, une série de constructions géométriques (voir illustrations pages précédentes) lui permettent de calculer dans les trois dimensions de l'espace, les angles de visée désirables pour atteindre la cible. Il ne reste alors qu'à installer le goniomètre sur le cadre de stéréotaxie en respectant, sur l'appareil, les résultats des calculs sur les radios (par exemple 24° dans le plan vertical, 0° dans le plan sagittal, et 36° dans le plan horizontal).

Ce goniomètre contient un guide dans lequel on introduit la mèche de la perceuse, qui va forer l'os crânien à l'endroit d'entrée nécessaire pour atteindre la cible thalamique selon une trajectoire rectiligne. La sonde rigide est alors introduite. Son extrémité est munie d'une électrode de stimulation et d'une thermistance. Une fois celle-ci en place dans le thalamus, et vérification faite sur les clichés, on branche la sonde sur un enregistreur-stimulateur externe par un câble souple. L'appareil enregistre l'activité des neurones : ils pulsent en phase avec le tremblement bien visible sur le bras du patient parfaitement conscient.

Pour affiner une fois pour toutes la bonne position de la sonde, le chirurgien, qui effectue une thalamotomie classique, met alors l'appareil électronique en marche, règle l'intensité sur 0,1 volt, la fréquence sur 60 Hz et déclenche la stimulation. Le patient ressent alors des fourmillements dans la bouche. Lorsqu'il augmente l'intensité électrique (quelques dixièmes de volt), c'est successivement le bras, puis le pied qui sont atteints par les sensations projetées par la stimulation, dans la zone de représentation schématique du corps du thalamus. Et le patient décrit ces différentes sensations.

Pour réaliser une thalamotomie classique, c'est-à-dire la destruction localisée d'une zone du thalamus, il ne reste plus au chirurgien qu'à envoyer dans la thermistance une quantité d'énergie suffisante pour détruire définitivement cette zone, et, le plus souvent, le tremblement disparaît aussitôt. L'opération est terminée.

« Cette intervention, je l'ai réalisée », explique le Pr Benabid, et ses résultats étaient très bons lorsque son indication était bien posée. « Elle est utile, mais elle n'est pas entièrement satisfaisante. C'est un geste neurochirurgical (avec une mortalité inférieure à 1 %), avec une morbidité immédiate (infectieuse, hémorragique) de 25 %, et des séquelles définitives dans 2 à 6 % des cas. Surtout, il faut se souvenir que le tremblement peut récidiver chez un quart environ des patients, et ce dès les premiers jours qui suivent l'intervention quand la lésion thalamique est trop petite. Enfin, certains malades ont une atteinte d'emblée bilatérale de leur thalamus (rappelons que le thalamus droit commande la conduite des mouvements de l'hémicorps gauche, et vice versa) ou après plusieurs années d'évolution unilatérale, se mettent à trembler des quatre membres. Or, il n'est absolument pas question d'opérer le cerveau d'un même malade des deux côtés. 20 à 30 % d'entre eux, si l'on en croit les Japonais (K. Matsumoto et T. Ohmoto, 1976-77 : *Long term follow-up of bilateral thalamotomy for Parkinsonism — Applied Neurophysiology*), risqueraient des paralysies motrices des membres ou d'autres muscles, des troubles très marqués de la parole, des fonctions intellectuelles et de la marche. Le risque est inacceptable pour un bénéfice incertain (l'amélioration ne se manifeste que 3 fois sur quatre seulement) ».

Pour 3 500 à 5 000 parkinsoniens francais, c'est donc l'impasse thérapeutique. C'était : car le hasard — ou la chance — ont servi le Pr Benabid et son collègue le Dr Pierre Pollak (et fait naître bien des espoirs). « Depuis une quinzaine d'années, les neurochirurgiens avaient noté en passant, que dans certains cas la stimulation de repérage, avant la destruction électrique de la zone thalamique, modifiait le tremblement du malade conscient, soit en l'aggravant soit en le diminuant. Ils n'y avaient pas

(suite du texte page 162)

200 Frs

POUR RELEVER LE DEFI

A GAGNER

Votre MASERATI **sans sponsor** en Championnat de France Supertourisme 1989 avec Jérôme COURTY et Gilles LEMPEREUR : **vos pilotes**

Gagnez une **MASERATI BI-TURBO Cabriolet,**
25 stages de pilotages et recevez votre
CARTE D'ADHERENT "FORMULE DAGUE"
en renvoyant dès aujourd'hui le bon à découper

Ecoutez FUN RADIO et tapez **36.15 Code FUN**

FUN radio

Remboursement du timbre poste sur demande

Nom :
Prenom :
Adresse :
Ville :
Code postal :
Profession :
Age :

OUI je souhaite la MASERATI de Formule Dague en versant 200 F par chèque bancaire, C.C.P. ou mandat lettre libellé à l'ordre : "Association FSE". Je participe au Grand Tirage au Sort National gratuit, et recevrai ma carte de partenaire.

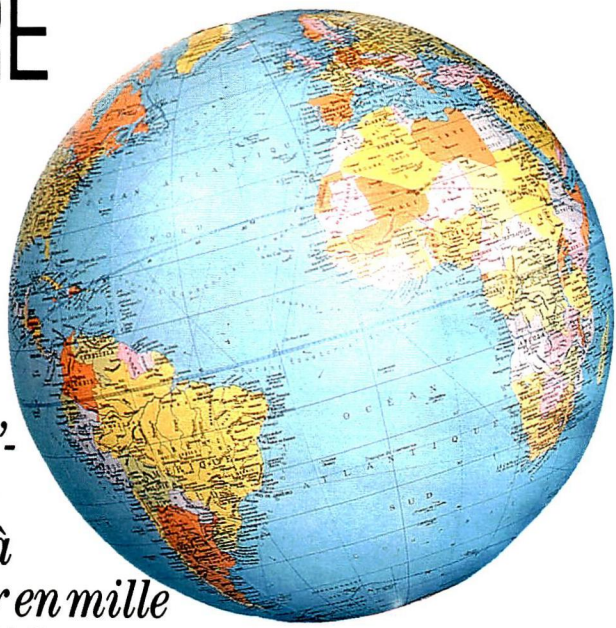
NON je ne souhaite pas financièrement la MASERATI de Formule Dague mais je désire participer au Grand Tirage au Sort National gratuit.

Merci de retourner ce coupon dûment rempli en majuscules à : RSO BP81 75222 PARIS CEDEX 05

Règlement et renseignements sur demande à : FLE COM 81 rue de Paris 92100 BOULOGNE BILLANCOURT
Tél. : 46.05.42.14

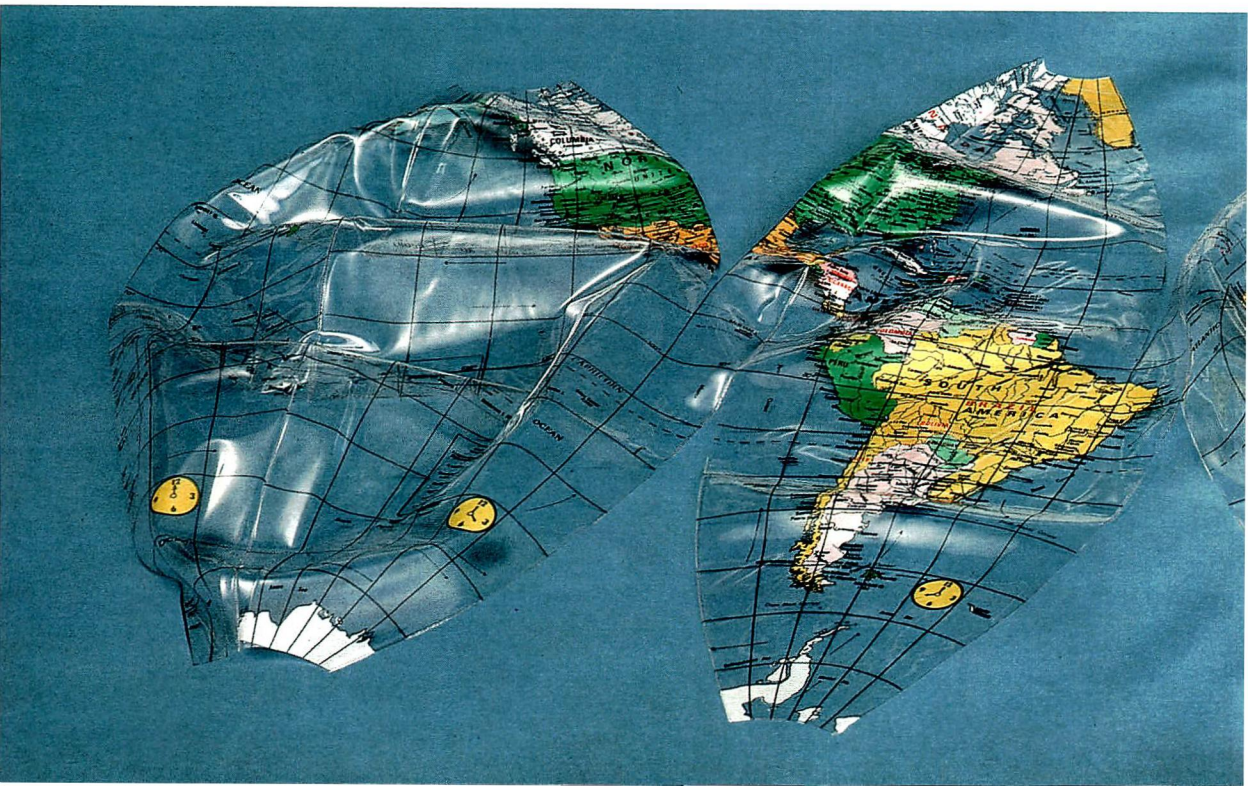
13

CARTOGRAPHIE: L'ART DE METTRE LA TERRE À PLAT



Toutes les cartes sont fausses. Pour la bonne raison qu'il est impossible de mettre une sphère à plat sans la découper en mille morceaux, et en modifier ainsi toutes les distances. Voici la dernière astuce pour résoudre ce casse-tête.

PAR RENAUD DE LA TAILLE



Dans l'Antiquité, on croyait généralement que la Terre était plate comme une galette. Quand on sut qu'elle était, en réalité, bien ronde, il fallut se rendre à cette évidence qu'on ne peut considérer le globe terrestre comme une image susceptible d'être étalée sur une table : mathématiquement, on ne peut transformer une surface courbe en surface plane sans en déformer la géométrie.

La chose est facile à saisir et se démontre très simplement avec une orange dont on coupe la peau selon 4 quartiers : un premier tour complet avec le couteau en passant par les 2 pôles, et un second tour à angle droit du premier ; on se retrouve avec 4 pelures qui valent chacune 1/4 de sphère.

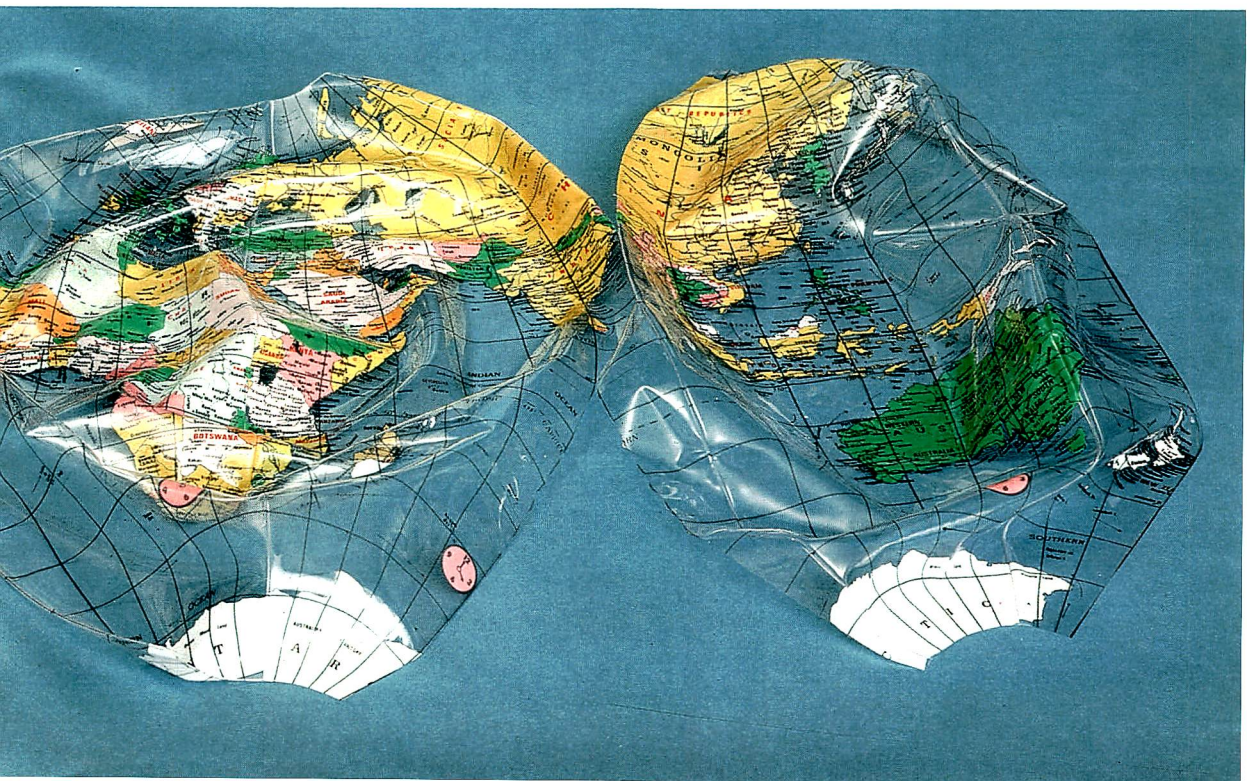
Essayons maintenant d'aplatir une de ces pelures sans trop la déchirer ni la déformer, et nous aurons une juste idée du problème que posent les cartes de géographie ; en pratique, on réalisera tout de suite que la peau d'orange ne se laisse pas aplanir sans se déchirer. Serait-elle en caoutchouc qu'il faudrait l'étirer dans toutes les directions pour la mettre à plat et elle se trouverait gravement déformée par rapport à son dessin original.

Il est possible de continuer le jeu pour se faire une idée précise des limites de la cartographie : il est relativement commode d'aplatir un tout petit bout d'orange, donc un tout petit morceau de la surface terrestre, par exemple un département français ou un canton suisse. A l'autre bout, on voit mal comment aplatir une demi-orange, et encore moins une orange entière.

Pourtant on trouve partout des planisphères du monde, mais on oublie les colossales déformations qui y sont présentes parce qu'on part rarement en satellite voir la Terre de loin, seul moyen d'avoir une vision juste. Toutefois les photos prises de satellites sont devenues assez courantes pour que les géographes se voient obligés de reprendre une fois encore le problème de façon à donner une carte du monde un peu plus conforme à ces clichés.

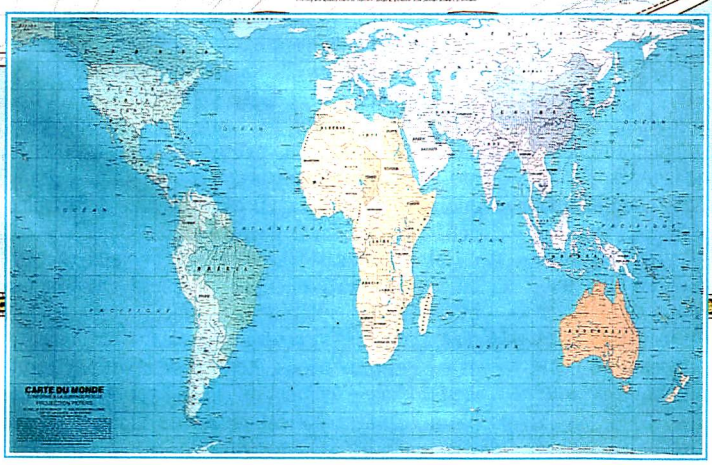
La cartographie se propose en fait de mettre à plat une réalité qui est courbe ; dans l'absolu la chose est tout à fait impossible, et le problème va consister à figurer le réel sans trop le déformer. Les points du globe terrestre seront repérés par un quadrillage de méridiens et de parallèles ; on appelle méridien d'un lieu donné le grand cercle de la sphère qui passe par ce point et par les 2 pôles ; quant au parallèle, c'est le cercle découpé sur la sphère par le plan perpendiculaire à l'axe des pôles et passant par ce lieu.

Comme tout système de repérage, celui-ci réclame évidemment un méridien 0 et un parallèle 0. Le méridien origine est celui de Montaner, petite ville des Pyrénées Atlantiques — il passe aussi près de la bouée LH/8, au large du Havre et par Greenwich, un faubourg de Londres ; le parallèle origine n'est autre que le cercle de l'équateur. Tout point de la Terre est alors repéré avec la plus haute précision par 2 angles : sa longitude, angle que fait son méridien avec celui origine et sa latitude, angle que fait



Trois visions aplaties d'un monde arrondi

La nouvelle carte américaine (ci-dessus) a le mérite de mieux restituer la silhouette et les proportions des continents que la planisphère ci-contre, qui est plutôt géopolitique.



Quant à la carte de Peters, reconnaissable à sa silhouette allongée (ci-contre), si elle est vraie en surface, elle est complètement fausse en proportions.

le point donné avec le plan équatorial.

Ajoutons que tous les méridiens se coupent aux pôles — donc en 2 points — et que tous les parallèles, comme leur nom l'indique pertinemment, sont parallèles au cercle de l'équateur et ne se rencontrent jamais ; méridiens et parallèles se coupent toujours à angle droit. Le problème de la cartographie consiste alors à tracer sur un plan un canevas de lignes représentant les parallèles et méridiens terrestres.

Il est ensuite facile de placer dans ce canevas les côtes, rivières, sommets, villes et autres dont les coordonnées géographiques sont connues avec précision grâce à la triangulation. Toute solution du problème s'appelle une projection, et il y en a eu des dizaines dont 4 seulement sont utilisées couramment.

Quand on cherche la représentation d'une petite portion circulaire du globe, l'idée la plus simple consiste à la projeter sur le plan tangent à son centre ; on peut réaliser cette transformation géométrique par des perpendiculaires au plan (projection orthogonale) ou par des droites issues soit du centre de la terre (projection gnomonique), soit du pôle opposé (projection stéréographique). Les cartes de l'Antarctique ou de la région polaire nord sont dressées en utilisant ce procédé, qui a d'ailleurs été utilisé aussi par le Liban.

Mais la plupart des cartes qui nous sont habituelles sont faites selon deux types de projections classiques, conique ou cylindrique ; dans le premier cas on coiffe le globe d'un cône dont le cercle de tangence traverse la région étudiée, un peu comme on mettrait un chapeau chinois sur un ballon de foot. On projette chaque endroit de la région de la manière suivante : la droite qui joint le centre de la terre au lieu étudié perce le cône en un point, et l'ensemble de ces points constitue une image de la région, ce que serait son ombre sur le cône si on mettait une ampoule au centre du globe.

On déroule ensuite le cône pour obtenir la carte. Une variante de ce procédé est très utilisée pour la carte de France : c'est le cône sécant, qui n'est plus tangent à la sphère, mais la coupe selon 2 cercles très voisins.

Pour représenter la terre entière, ou de vastes zones à l'échelle des continents, on abandonne le cône pour le cylindre : on enroule un plan autour de l'équateur, mettant en quelque sorte la terre dans un tuyau. On projette à partir du centre, comme pour le cône — ou par des droites perpendiculaires au cylindre — et on déroule ensuite le cylindre. Toutes les cartes de marine, la plupart des cartes aériennes et le célèbre planisphère de Mercator sont réalisées selon la projection cylindrique. Ce sont les cartes de grandes régions auxquelles nous sommes habitués, et on a fini par oublier qu'elles sont très largement fausses.

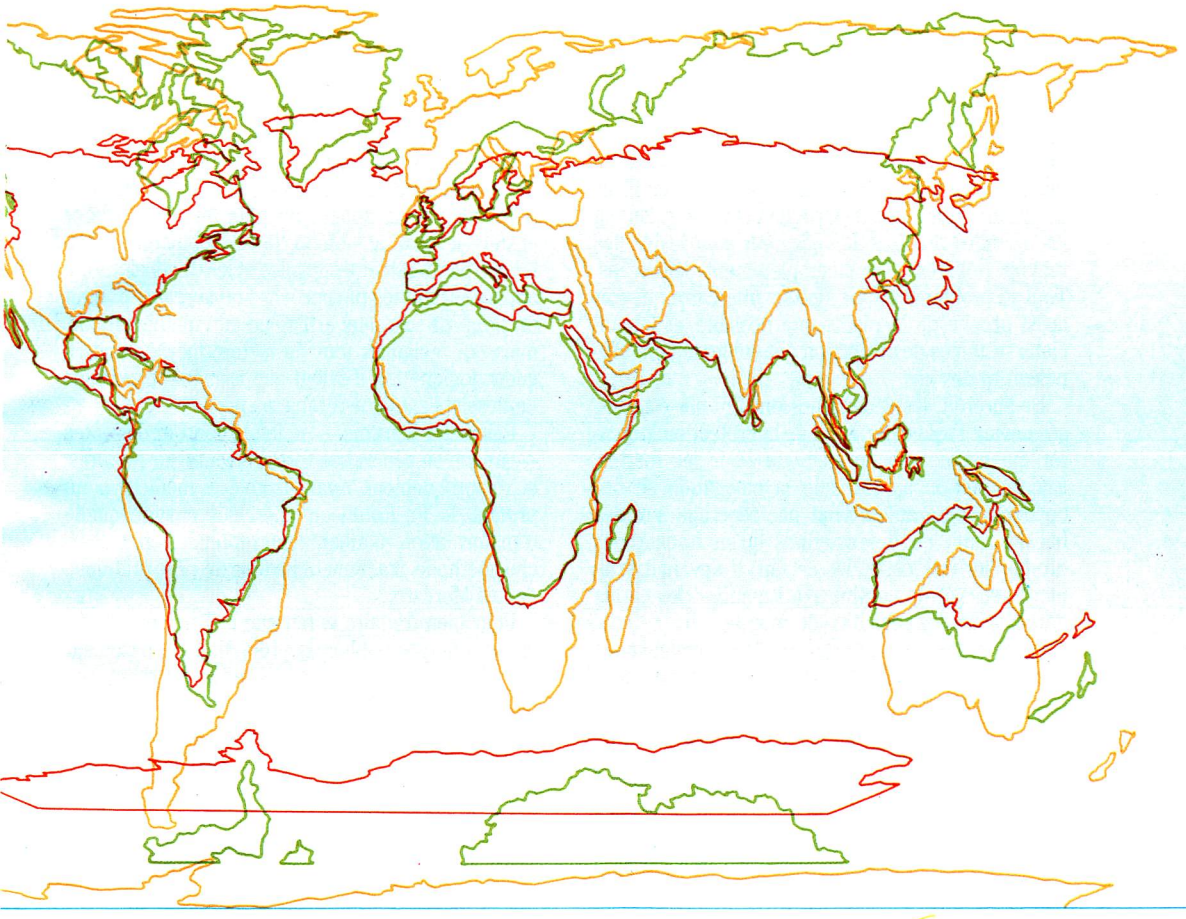
Des continents jamais pareils

En superposant les trois cartes de la page précédente (Mercator en vert, Peters en orange, National Geographic, en rouge), leurs différences sautent aux yeux. En fait, les cartes géographiques sont toutes plus ou moins fausses, soit en contours, soit en surface, soit en proportions.

Car toutes les projections déforment puisqu'il est impossible de dessiner sur un plan une figure semblable à celle qui est dessinée sur une sphère. Par figures semblables, on entend en géométrie des angles égaux et des côtés proportionnels. Traçons, par exemple, sur une sphère un triangle dont les côtés sont des arcs de grands cercles (géodésiques, plus courts chemins sur la sphère d'un point à un autre). Si on mesure la longueur de chaque côté et qu'on trace sur un plan un triangle ayant mêmes longueurs, on constatera qu'il n'a pas les mêmes angles que celui de la sphère. Inversement, si on relève les angles du triangle courbe, on s'apercevra que leur somme dépasse 2 droits, ce qui est impossible avec un triangle plan. Il n'y a que localement, pour une très petite portion en projection stéréographique (une dizaine de km de rayon) qu'on peut arriver à une similitude assez juste.

Pour de grandes zones ce n'est plus possible et la déformation devient spectaculaire : la France apparaît aussi grande que l'Egypte alors que sa surface est moitié moindre ; l'URSS semble plus grande que l'Afrique bien qu'elle fasse 1/3 de moins ; l'Europe serait plus étendue que l'Amérique du Sud alors qu'elle est moitié plus petite. Le record est détenu par le Groenland, apparemment 2 fois plus grand que la Chine alors qu'il est en réalité 4 fois plus petit, soit un facteur d'erreur de 8.

Cette colossale fausseté était connue depuis longtemps, mais elle est inhérente au principe même de projection d'une surface courbe sur un plan. De plus ces cartes avaient leurs avantages ; il existe des projections jouissant de la propriété suivante : chaque élément de la carte est bien semblable à l'élément correspondant du globe, mais en



parcourant la carte l'échelle change : le rapport de similitude entre les 2 figures varie. Par exemple, sur la carte représentant un hémisphère nord, les parties voisines du bord seront représentées à une échelle double de celles formant le milieu de la carte ; les angles locaux sont conservés, mais ni les formes (impossibilité de la similitude) ni les distances (puisque l'échelle change) ni les aires ne sont conservées. Les projections de ce type forment pourtant le groupe très important des projections conformes, auxquelles appartiennent la projection conique et la projection cylindrique.

Un autre groupe de projections conserve les aires : sur toute la carte, les aires sont dans un rapport fixe avec les aires des pays représentés. Mais il faut accepter des déformations sévères des angles et des distances. Ces projections sont dites équivalentes. Enfin les projections équidistantes conservent les longueurs sur les méridiens, mais pas sur les parallèles qui sont régulièrement espacés sur la carte.

En ce qui concerne le monde, nous sommes habitués à la projection cylindrique conforme à celle de Mercator ; on conçoit facilement qu'en projetant la sphère sur un cylindre tangent à l'équateur, les déformations s'accentuent à mesure qu'on quitte la région équatoriale, à tel point qu'il n'est guère possible de dépasser la latitude de 80°. Le pôle, de toute façon, est rejeté à l'infini et les régions voisines sont si loin sur le cylindre et si déformées qu'on ne les représente jamais — on les met à part en projection stéréographique.

En réalité, ceux qui ont fait la renommée du planisphère de Mercator, dont la première édition remonte à 1569, sont les navigateurs. Car, sur cette carte, la route maritime, appelée loxodromie, est représentée par une droite. Cette route est celle qui, pour aller d'un port à un autre, coupe tous les méridiens sous le même angle. Ce n'est pas la plus courte, mais pour le marin c'est la plus facile à suivre puisque carte et compas suffisent.

La carte de Mercator avait aussi deux autres qualités : elle est fidèle aux positions et fidèle aux directions. Par fidélité aux positions il faut entendre que, de deux points situés au dessus de l'équateur, celui qui est le plus au nord est aussi sur la carte celui qui est le plus haut. Quant à la fidélité aux directions, elle est essentielle pour s'orienter; seule une carte conforme aux directions permet de savoir, sans faire de reports ni de calculs, que de 2 points, celui qui est le plus à l'ouest est à gauche sur la carte, et que celui qui est à l'est, indépendamment

de sa hauteur, est placé à droite. Cela nous semble aller de soi, mais en réalité il existe des systèmes de projection qui n'ont pas ces avantages. De toute manière, si la forme des continents est correcte leur taille sera fausse, et réciproquement ; de même si les latitudes proches de l'équateur sont justes, les régions polaires seront complètement déformées. Tout le problème est de réussir une carte qui soit aussi proche de la réalité que possible, et les anciens systèmes de projection ont été lentement affinés au fil des ans.

De surcroît, les géographes ont fini par être lassés devant l'usage universel de la projection Mercator qui n'a de réel intérêt que pour les marins. Encore doit-on ajouter que la navigation se fait beaucoup plus aujourd'hui par repérage sur des balises radio ou des satellites qu'en traçant des droites sur une carte. De ce fait, il devenait vraiment excessif de continuer à répandre des cartes donnant une idée falsifiée du monde.

Rares sont ceux qui savent que le Groenland n'est qu'une île au nord de l'Amérique et non pas un petit continent, ou que la Sibérie est bien plus petite que l'Afrique. Les cartes habituelles ont trompé tous les écoliers du monde et c'est cette vision faussée que les cartographes de la National Geographic Society, aux USA, ont voulu changer en adoptant désormais un système de projection différent.

Une chose était déjà sûre, c'est qu'il était impossible d'avoir une bonne approche du problème en gardant le quadrillage rectangulaire des projections type Mercator : les méridiens convergent tous vers les pôles, et les tracer comme des lignes parallèles peut être satisfaisant pour l'esprit mais pas pour le respect de la réalité. De fait, il y a eu quantité de cartes du monde où les méridiens et les parallèles sont rendus par des lignes courbes, mais l'utilisation des tracés par ordinateur a permis de les rendre beaucoup plus réalistes.

A partir de cette année, les cartes publiées par la National Geographic Society — et par le célèbre National Geographic Magazine — utiliseront la projection du Pr Robinson, université du Wisconsin, l'un des géographes les plus estimés aux U S A. Chose curieuse, il y a maintenant 25 ans qu'il conçut ce nouveau système, mais il faut bien voir que entre la conception et la réalisation il peut s'écouler bien du temps : il faut des années pour tracer une carte, et il en faut plus encore pour qu'elle soit portée à la connaissance d'autres spécialistes. Ceux-ci à leur tour feront connaître le nouveau tracé s'ils le jugent intéressant et il faut réellement apporter du neuf et de l'original pour conquérir le clan des géographes.

C'est chose faite pour Arthur Robinson, et un recul d'autant d'années n'est pas de trop pour pouvoir juger en toute impartialité de la qualité d'un dessin dans un domaine où, nous l'avons vu, l'exactitude reste impossible et où seul le meilleur compromis peut s'imposer.

Quittant la voie traditionnelle qui consistait à définir d'abord une transformation géométrique pour aller de la sphère au plan, et à considérer ensuite le résultat obtenu, le Pr Robinson a commencé par dessiner les formes et les dimensions qui apparaissaient les plus proches de la réalité. C'était un point de vue plus artistique que mathématique, mais qui réclamait tout de même une certaine rigueur logique car il fallait que le même processus de dessin s'applique à tous les pays.

Respecter la forme — en fait le contour des côtes — amène en général de fortes erreurs sur les aires, et réciproquement. Ayant trouvé le meilleur compromis, le Pr Robinson cherchait ensuite quelle transformation mathématique donnait l'effet cherché, méthode exactement inverse de celle pratiquée depuis Mercator.

Pour bien traduire le fait que la Terre est ronde, chose à ne pas oublier, la projection est basée sur une ellipse avec des méridiens qui se courbent vers les pôles ; mais les parallèles sont rectilignes et également espacés comme sur le globe réel. Sur toute carte couvrant de vastes zones, l'échelle (qui indique le rapport entre les longueurs sur le papier et celles sur le terrain) n'est vraie que sur un grand cercle — le plus souvent l'équateur — ou sur 2 petits cercles de latitude, dits parallèles standard.

Pour sa projection, Robinson a choisi comme parallèles standard 38° nord — la latitude de Cordoue en Andalousie — et 38° sud. Ce sont donc les zones tempérées qui sont représentées avec la plus grande précision, les aires et les profils étant très proches de la réalité. Mais, gros avantage, le reste du monde est beaucoup moins déformé qu'avec les précédents systèmes de projection.

C'est ainsi qu'on s'était habitué à ce que l'URSS soit 2 fois plus grande qu'en réalité et semble plus importante que l'Afrique, soit plus de 200 % d'erreur; sur la projection Robinson, l'exagération ne dépasse pas 18 %. Le Canada a lui aussi été ramené à des proportions plus réalistes avec un grossissement en surface de seulement 21 %. Reste le Groenland, qui est bien loin du 38e parallèle et se trouve donc passablement faussé, mais beaucoup moins qu'avant : il n'est plus exagéré que de 70 %.

Le progrès est réel et justifie l'adoption de cette nouvelle carte par les géographes américains ; seul l'Antarctique reste complètement défiguré, mais ceux qui ont à étudier cette région utilisent, comme nous l'avons dit, une carte stéréographique parfaitement précise de ce continent. Donner une vue plus réaliste de notre globe, et surtout plus proche des images envoyées par les satellites et couramment retransmises par la TV, justifiait largement de rompre avec des habitudes qui datent de la marine à voiles.

Renaud de La Taille

ECHOS DE LA RECHERCHE

MEDECINE

Chronique du Sida : l'impatience et les limites

Le Pr Zagury, pionnier des essais de vaccination contre le Sida qui commencèrent au Zaïre avec un "vaccin candida" d'origine américaine, vient d'effectuer sur lui-même une troisième injection vaccinale.

Il annonce avoir obtenu des résultats encourageants, notamment une augmentation appréciable de ses anticorps dirigés contre les protéines virales. Gardons-nous cependant de conclure trop rapidement que le vaccin qui nous débarrassera du Sida est arrivé. En effet, et tout le problème est là, le virus du Sida a la propriété d'échapper à la plupart des anticorps et ce, de plusieurs façons : la première, en variant pour ne plus être reconnu ; la deuxième, en se mettant à l'abri dans certaines cellules ou organes ; et la troisième, en affaiblissant très rapidement l'ensemble des défenses immunitaires.

Certains scientifiques se demandent même si un vaccin pourra apprendre au système immunitaire à détruire un virus dont la première action est justement de diminuer l'impact des défenses immunitaires. Que prouve donc l'expérience du Pr Zagury et que ne prouve-t-elle pas ?

Que l'organisme peut synthétiser des anticorps contre le virus, ce que l'on avait d'ailleurs déjà observé chez les sujets séropositifs. Par contre, elle ne prouve pas, et c'est malheureusement la question-clef, que ces anticorps soient d'une quelconque utilité. Des résultats récents indiqueraient même que, lorsque le virus est attaqué par les anticorps censés le détruire, il infecte encore plus facilement certains globules blancs appelés macrophages. Les anticorps sont dits dans ce cas facilitants et non neutralisants.

Le seul moyen de connaitre l'efficacité réelle du vaccin Zagury serait que l'injection en soit suivie de celle du virus, ce que personne ne tentera bien évidemment, et d'autant plus que cette même expérience a échoué chez le chimpanzé. Nous devons donc nous contenter d'attendre le résultat complet des essais zaïrois : seule la comparaison entre le nombre de cas de Sida apparus chez les vaccinés avec le nombre de cas apparus chez ceux qui ne l'ont pas été donnerait une information valable sur l'efficacité du vaccin en question chez l'homme. Il est donc encore impossible de répondre à la question que tout le monde se pose : dans combien de temps y aura-t-il un vaccin contre le Sida ?

Entretemps, des chercheurs de la Harvard Medical School et de Biogen, Inc., la firme de Cambridge, Massachusetts, publiaient dans *Nature* les résultats encourageants d'une variante de la drogue CD4, le rsCD4, dans des expériences sur le singe. L'animal ne fait pas, on le sait, hélas, de Sida comparable à celui de l'homme, mais il a "son" Sida, le Sidmac (pour Sida du macaque), découvert en 1980, et les expériences rapportées visaient à savoir si le CD4, qui a déjà été retenu pour le traitement du Sida humain, avait des effets intéressants ; c'est bien le cas, car le rsCD4 protège effectivement les animaux contre leur Sida et, contrairement à ce que l'on craignait, il n'entraîne aucune déficience immunitaire. Bien au contraire, il semblerait renforcer la résistance des lymphocytes à l'infection par le virus, pour des raisons qu'on ne connaît pas.

Le CD4 est une copie d'une molécule naturelle qui se trouve à la surface des cellules et qui est le récepteur du virus HIV humain et de celui du Sidmac. Cette drogue semble d'autant plus active qu'elle est administrée d'emblée à hautes doses ; dans le courant de février, des essais sur des malades infectés par le virus HIV étaient en cours aux Etats-Unis. Ils causèrent une déception : les taux de CD4 baissent très vite dans l'organisme et, pour les maintenir à un taux de concentration efficace, il faut en faire deux injections par jour. Ce défaut semble devoir être bientôt résolu par l'astuce suivante : le CD4 sera attaché à un anticorps, qui s'élimine beaucoup plus lentement et, à l'avenir, deux injections par semaine devraient donc suffire. De plus, il semble que l'hybride CD4-anticorps mobilise beaucoup plus les défenses immunitaires que le CD4 seul.

On n'attendait plus, à la mi-février, que l'autorisation officielle de procéder à des essais sur l'homme avec ce CD4 modifié. **M.C.**

Radiation d'un type inconnu émise par le système d'étoiles à neutrons dit Hercule X-1. Son énergie est mille fois supérieure aux plus puissants faisceaux de particules jamais obtenus dans des accélérateurs terrestres. Par ailleurs, on a construit à Los Alamos des détecteurs de rayonnement d'un type extrêmement rare, les gamma à très haute énergie ou UHE, qui sont un million de fois plus puissants que les rayons gamma connus. On avait pensé que les radiations émises par Hercule X-1 étaient des rayons gamma ; en fait, c'étaient des muons très pénétrants.

STRATÉGIE

Gaz, bactéries, virus... les armes des pauvres

L'émotion suscitée par l'hypothèse que la Libye ait construit à Rabta une usine pour la production de gaz toxiques est des plus justifiée à une époque où le spectre d'une guerre nucléaire globale semble s'estomper et où les conflits locaux se multiplient.

Ce sont, en effet, ces conflits qui peuvent le plus induire certains pays à recourir aux gaz pour s'assurer un avantage militaire, comme on l'a vu lors du conflit Iran-Irak.

L'arme nucléaire, en effet, même la plus primaire, comme une "bombe sale", est coûteuse à produire. Les techniciens capables de mettre en œuvre la technologie nécessaire sont tous connus de tous les services secrets et leurs mouvements sont minutieusement suivis. En témoigne le cas du Pr Abdel Kader Khan, "père" de la présumée bombe atomique pakistanaise, qui a récemment essayé de se réintroduire aux Pays-Bas sous un faux nom et qui a été rapidement reconnu et reconduit à la frontière.

Les circuits de l'uranium, eux, sont assez sérieusement contrôlés, et penser qu'une petite équipe de clandestins décidés peut construire « une bombe atomique dans un garage » relève plutôt de la mauvaise plaisanterie. Enfin, les satellites d'espionnage auraient vite fait de repérer une usine suspecte. Ce fut d'ailleurs un satellite qui, en 1987, repéra au Pakistan l'Institut de Kahuta où l'on peut facilement produire de l'uranium à usage militaire, selon le procédé dérobé par le Pr Khan à la firme hollandaise Urenco.

Fabriquer des gaz est, en principe, plus facile. La preuve en est que les firmes allemandes qui ont joué un rôle essentiel dans la construction de l'usine de Rabta pourraient bien ne s'être pas avisées, et cela, espérons-le, le plus sincèrement du monde, de l'opération à laquelle elles contribuaient. N'avait été le système de surveillance téléphonique dont nous avons rendu compte dans notre numéro de novembre 1988 ("Le projet P 415 ou les plombiers du ciel") et qui a permis d'intercepter les communications téléphoniques entre la Libye et l'Allemagne, la réalisation de l'usine eût passé comme une lettre à la poste. Quelques missiles eussent alors suffi à faire des ravages comme on en a vus en Iran. Car les missiles, eux, se vendent beaucoup plus facilement que le matériel nucléaire. Tout le monde en a, si l'on peut dire.

Et l'on pourrait, à la rigueur, craindre que des terroristes s'emparent de conteneurs explosifs de gaz et les lâchent dans le centre des villes... La relative commodité de l'utilisation des gaz explique que, depuis l'époque où leur utilisation militaire fut inventée (en Chine au IV[e] siècle), la menace en est demeurée constante. Il y a déjà 24 siècles, en effet, que les Chinois lancèrent dans leurs campagnes militaires des bombes et grenades à base de laque (puissant irritant pulmonaire), d'arsenic, d'oxydes de plomb, puis d'aconitine (alcaloïde qui entraîne la paralysie des muscles respiratoires), d'oxyde arsénieux, etc. Ce fut cependant lors de la Grande Guerre que les Allemands y recoururent pour la première fois. On sait la suite.

Dans le cas de Rabta, encore, l'espionnage par satellite, secondé par la surveillance téléphonique, a permis de repérer l'usine suspecte. Mais il y a plus grand risque, et c'est celui de la guerre bactériologique. Inventée, elle aussi, par les Chinois, réinventée par Léonard de Vinci, elle en était restée au stade de menace archaïque et "non civilisée" (comme s'il y avait une guerre civilisée !), jusqu'à la Seconde Guerre mondiale. On envisagea, en effet, aux Etats-Unis, de recourir à la toxine foudroyante du *Clostridium botulinum*, qui venait d'être isolée sous forme pure par les chercheurs de Fort Detrick, comme arme tactique. L'activité de la toxine se limite à une douzaine d'heures à l'air libre, mais c'est suffisant pour laisser à des troupes d'invasion tout le temps de se déployer, comme l'explique Robin Clarke dans son livre *La guerre biologique est-elle pour demain ?* (Fayard, 1968).

Les Anglais aussi y songèrent et "travaillèrent" en 1941 et 1942 sur un autre micro-organisme, celui du *Bacillus anthracis*, responsable d'une infection redoutable, l'anthrax. Leur centre de recherches fut situé sur l'île de Gruinard, au large de l'Ecosse. Vingt ans plus tard, l'île était encore interdite aux visiteurs, parce que le sol en est toujours contaminé par le bacille. Il n'est pas sûr que le tourisme y soit actuellement recommandé.

La liste des germes qu'on peut cultiver au titre d'armes militaires est assez longue : polio (à laquelle les Américains songèrent aussi pendant la Seconde Guerre mondiale), peste (qu'on pourrait cultiver sous des formes pulmonaire ou bubonique, au choix), tularémie (qui ne tue pas, mais suffit à affaiblir suffisamment des armées et des populations pour rendre une agression plus facile), fièvre Q (sorte de typhus), dengue (qui produit des symptômes grippaux très violents)... passons.

L'essentiel est qu'on peut faire des cultures bactériologiques n'importe où, sans construire d'usine nouvelle, décelable donc par satellite, sans communications téléphoniques à longue distance, toujours risquées, sans compétences scientifiques exceptionnelles. Bien évidemment, un bon technicien généticien fera, lui, des "merveilles"... Il suffira alors de mettre quelques cultures dans des aérosols puissants, dans des missiles, pour infecter des villes entières.

Qu'en ressort-il ? Que la surveillance étroite par les pays signataires de la convention sur les armes chimiques commence à devenir une nécessité urgente. L'art militaire des pays pauvres risque de ne pas être moins redoutable que celui des riches... Et l'espionnage prend un tour sanitaire tout à fait inattendu !

En attendant, on peut souhaiter que les pays qui poussent les hauts cris quand on s'avise que tel ou tel a employé, emploie ou emploiera

des gaz, et qui se confondent en larmes de crocodile et en protestations solennelles, autant qu'inefficaces, veuillent bien resserrer leurs réglementations de telle sorte qu'une ou plusieurs firmes industrielles ne soient pas tentées ou, pour être modéré, « induites en négligence »... **G.M.**

MÉDECINE

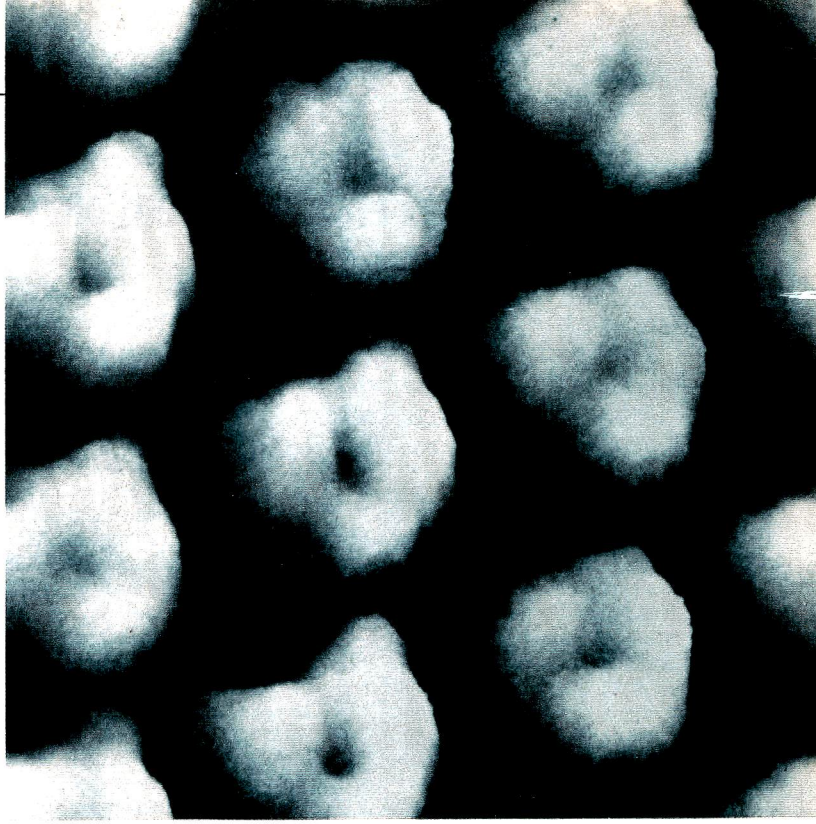
Le syndrome des cambriolés

Relevons un excellent article du Dr Christiane Lacombe-Mestas, directeur du CRP, Le Castel, à Hyères, Var, dans *Le Quotidien du Médecin* du 16 janvier dernier. C'est un résumé d'une étude qui porte sur une centaine de cas de gens cambriolés et vandalisés, qui sont revenus chez eux pour trouver pêle-mêle les objets personnels jetés à terre, les tentures déchirées, les meubles éventrés, etc. Ce viol psychologique déclenche les symptômes suivants :

- Symptômes cardiovasculaires : état de choc, poussée d'hypertension artérielle chez les hypertendus, crise cardiaque, angor.
- Troubles digestifs : nausées, vomissements, diarrhées, inappétence totale.
- Troubles neuropsychiatriques, angoisses multiples, anxiété, surtout à l'approche de la nuit, dépression, troubles du sommeil, insomnie, etc.

Il nous semble nécessaire de reprendre et multiplier les études sur ce sujet, afin de leur prêter un statut légal et d'engager aussi bien la législation que les assurances à prendre en compte les dommages psychologiques subis par la victime d'un cambriolage. Il nous semble normal et moralement exigible que les assurances paient aussi les soins médicaux nécessaires aux personnes qui ont subi de telles épreuves.

On laissera au législateur le soin d'apprécier l'aggravation des peines qui semble s'imposer quand les coupables sont retrouvés. Enfin, applaudissons d'avance le premier juge qui rendra un jugement en ce sens qui fasse jurisprudence. **G.M.**



CHIMIE

Kekulé, Eurêka !

Cette photo eût empli de joie l'un des maîtres de la chimie, August Kekulé. C'est la première jamais obtenue de molécules de benzène, réalisée à l'aide d'un microscope à effet tunnel, à l'Almaden Research Center d'IBM, à San José, en Californie.

La structure de la molécule de benzène, le fameux "bicarburet d'hydrogène" de Faraday, fut longtemps une énigme. Aucune de celles qu'on en proposait ne correspondait à ses propriétés.

Ce ne fut qu'en 1865 que l'illustre allemand August Kekulé en entrevit le principe au cours d'un songe : il rêva d'un serpent qui se tordait en se mordant la queue. Ce n'était peut-être pas très scientifique, mais cela mit Kekulé sur la piste d'une structure circulaire. Au bout d'un travail qui, lui, ne devait rien aux songes, Kekulé postula que cette molécule, la plus simple de tous les hydrocarbures aromatiques, aurait une structure hexagonale, avec un atome de carbone à chaque angle et un atome d'hydrogène avec liaison double alternée, cela en supposant une oscillation des liaisons doubles, pour assurer la symétrie nécessaire pour rendre compte du nombre d'isomères connus.

Mais ce ne fut qu'en 1931, et en recourant à la mécanique quantique, que l'Américain Linus Pauling établit qu'en fait la structure du benzène est hybride ; en effet, dans une molécule ordinaire, la distance normale d'un atome de carbone à l'autre, dans une structure double normale, est de de 1,34 angström et, celle d'une liaison simple, de 1,50 angström. Là, les atomes de carbone sont distants de 1,39 angström, ce qui est exceptionnel.

« Pas besoin de psychiatres chez nous ! » affirmaient, jusqu'à l'année dernière les autorités chinoises. De fait, pour un peu moins d'un milliard d'habitants, la Chine ne comptait que 7 000 psychiatres et 10 000 lits en institutions hospitalières pour les malades mentaux. Or, le nombre de malades mentaux en Chine a été révélé : il est de 10 millions. Et, à une conférence sino-américaine à Beijing, en 1988, les Chinois ont admis qu'ils ont besoin maintenant de psychiatres.

ALIMENTATION

Les glutamates endommagent bien le cerveau

Un des additifs alimentaires qu'il faudra bannir au plus tôt, ce sont les glutamates. Sels de l'acide glutamique, largement employés sous forme de monosodium glutamate dans la cuisine chinoise, ce sont des agents de sapidité qui exaltent le goût des aliments non sucrés.

On eût mieux fait de s'intéresser plus tôt aux raisons pour lesquelles ils ont cet effet : c'est qu'ils déclenchent et transmettent des signaux excitateurs au cerveau ; un aliment qui en contient expédie au cerveau beaucoup plus de signaux qu'un autre qui n'en contient pas. C'est donc une sorte de drogue excitatrice du système nerveux. Mais ils ont été ensuite adoptés sans plus de réflexion par l'industrie alimentaire internationale.

Il y a déjà une vingtaine d'années, on a commencé à parler d'un "syndrome du restaurant chinois", qui frappait les gens qui venaient de consommer un repas asiatique et qui consistait, dans l'ensemble, en une migraine intense, accompagnée de bouffées de chaleur et de troubles circulatoires. Ce phénomène fut attribué, mais sans trop de certitude, aux glutamates. Dès les années 1970, la Food and Drug Administration le faisait en tout cas retirer des aliments pour enfants.

Ayant rapporté à l'époque les soupçons qui pesaient sur les glutamates, nous nous vîmes opposer un tir nourri d'arguments scientifiques (dont quelques-uns menaçants) destinés à les disculper. Les glutamates, disaient les experts, ne pouvaient pas être responsables du syndrome en question et ne pouvaient pas présenter de toxicité, étant donné que ces acides aminés sont présents dans toutes les cellules de l'organisme et sont des constituants essentiels des protéines.

C'est bien exact. Mais des travaux américains qui viennent de connaître un grand retentissement international, ceux du Dr John Olney, de l'université Washington à St Louis, ont démontré que, normalement, le glutamate présent dans les cellules, y compris dans celles du cerveau, est enfermé dans ces cellules ; il n'y en a qu'une part infime qui circule en dehors des cellules. Mais quand le cerveau, pour une raison ou une autre, est privé de sa ration normale d'oxygène, les cellules relâchent massivement les glutamates qu'elles contiennent, ce qui entraîne la mort des neurones. Les cellules ayant perdu le contrôle des glutamates, tout l'équilibre neurochimique est déréglé et le calcium commence à envahir les cellules, ce qui augmente encore le nombre de neurones tués, par un phénomène en cascade. Normalement donc, et indépendamment de toutes considérations alimentaires, les glutamates peuvent présenter une très grande toxicité.

Beaucoup de savants répugnent encore à admettre la toxicité des glutamates et surtout des glutamates alimentaires ; mais ce n'est pas l'opinion d'Olney, qui estime, sur la base de travaux sur l'animal, que ces derniers sont bien responsables de lésions cérébrales. Les travaux du Dr Dennis Choi, chercheur en neurologie à l'université Stanford a démontré, par ailleurs, que des cellules du cerveau mises dans un tube peuvent survivre plusieurs jours sans oxygène si les récepteurs spécifiques des glutamates (car les cellules du cerveau possèdent des récepteurs qui ne captent spécifiquement que les glutamates, dans certaines proportions déterminées, afin d'assurer leur équilibre) sont bloqués.

Ces travaux de neurologie vont bien au-delà, on s'en doute, de la toxicité alimentaire des glutamates. Ils permettent d'abord de définir les mécanismes de certaines lésions cérébrales, par exemple après une hémorragie ou un choc. Ils laissent aussi imaginer que, si l'on trouve un produit qui bloque les récepteurs des glutamates, on pourrait, en l'injectant rapidement après une hémorragie cérébrale, prévenir des lésions irréversibles du cerveau.

Paradoxalement, une telle drogue existe déjà, et elle est interdite : c'est la drogue dite PCP, phényl cyclohexine pipéridine, qui induit des hallucinations.

En revanche, des récepteurs de glutamates qui sont définitivement bloqués seraient, selon le psychiatre Steve Zukin, de l'école de médecine Albert Einstein, de New York, responsables de la schizophrénie. Zukin fait d'ailleurs actuellement des expériences sur des schizophrènes, auxquels il administre des glutamates pour vérifier si ceux-ci, introduits hors du circuit ordinaire des récepteurs, rétablissent ou non un fonctionnement intellectuel normal.

En tout état de cause, les glutamates sont des substances bien trop actives pour être encore employées comme additifs alimentaires. Mieux vaut manger un canard laqué qui ait un peu moins de saveur. **G.M.**

Cannibalisme prouvé chez les "boat-people" : ils ont tué des compagnons pour les manger, rapporte *The Sunday Times*, qui a interviewé les survivants.

Plombs de chasse interdits au Danemark, comme nous le rappelle le Rassemblemennt des opposants à la chasse, 23 rue Gosselet, à Lille. Premier danger évité : le saturnisme des canards qui gobent les plombs et des humains qui mangent les canards.

Il n'y pas de vampires en Europe, mais seulement en Amérique, sous les Tropiques. Le mythe du vampire humain n'est d'ailleurs apparu qu'en 1734.

L'homme est-il plus intelligent le matin ou le soir ? C'est la question qui se pose depuis qu'on a démontré que l'expression verbale et la coordination musculaire, accessoires de l'intelligence, sont plus élevés chez la femme au milieu du cycle et dans la période qui suit l'ovulation que le reste du temps. Or, l'homme aussi est sujet à des cycles hormonaux : son taux de testostérone, par exemple, est plus élevé le matin que le soir...

PHYSIOLOGIE

Analyse chimique de la fatigue

La fatigue d'une journée de travail est-elle la même que celle d'une séance de gymnastique ? Chacun répondra non, d'emblée. Encore en faut-il des preuves. C'est un nouvel instrument, le spectromètre à résonance magnétique, qui permet de le dire.

Le SRM est dérivé de la résonance magnétique nucléaire ou RMN. Celle-ci fournit des images chimiques des molécules de l'organisme, renseignant ainsi sur les changements métaboliques d'heure en heure ; celui-là fournit des images d'un certain type de molécules seulement. L'organisme étant placé dans un champ magnétique, les noyaux des atomes constitutifs des molécules se trouvent donc alignés ; des ondes radio excitent alors ces noyaux et permettent d'en établir la composition, étant donné que chaque composé chimique a sa propre fréquence radio. En variant les longueurs des ondes radio, on peut donc déterminer successivement tous les composés chimiques de l'organisme. Le SRM permet donc de déterminer s'il existe éventuellement des différences entre les "molécules de la fatigue" dans un cas et dans l'autre.

Autrefois, ce genre d'études exigeait qu'on pratiquât des biopsies dans le muscle même. On conçoit qu'il ait eu peu de volontaires. Le SRM est indolore. Et il a permis d'établir que, dans le cas de la fatigue purement physique, un sous-produit du métabolisme, le phosphate monovalent, augmente progressivement. Ce qui ne se produit pas dans le cas de la fatigue qu'on pourrait appeler nerveuse, celle que provoque, par exemple, une journée au bureau, d'ailleurs, quand on demande aux sujets de se prêter à une épreuve d'effort physique, on se rend compte que leurs muscles répondent de façon optimale. Il y a donc lieu de supposer que la fatigue d'une journée de bureau n'est pas la même que celle d'une séance de gymnastique. Reste à savoir pourquoi on se sent quand même fatigué au terme d'une journée de bureau. **G.M.**

ICHTYOLOGIE

Trois centimètres de mystère

A première vue, cette découverte n'avait rien d'extraordinaire : une sorte de minuscule ver de terre, rose et frétillant, trouvé en 1984 sur les berges du Taramazinho, affluent du Rio Negro, au cœur de la jungle amazonienne. Mais le Dr Peter Henderson, l'heureux découvreur de la "chose", se posa tout de suite des questions. Et s'aperçut très vite que l'"asticot" était, en fait, un poisson. Mais un poisson spécial, sans yeux ni écailles et, plus étrange encore, tout à fait à son aise hors de l'eau. De retour en Angleterre, Henderson fait des recherches : l'animal est totalement inconnu des spécialistes.

Une autre expédition sur le même site permet de recueillir plusieurs autres individus de cette mystérieuse espèce. Leur habitat semble être la lisière de feuilles mortes sur les berges des fleuves ; on les a, en effet, recueillis dans des zones dépassant 70 cm au-dessus du niveau de l'eau.

On connaissait déjà quelques poissons capables de vivre hors de l'eau, comme ces fossiles vivants que sont les gobies promeneurs. Se déplaçant sur leurs nageoires comme on marcherait sur les coudes, ils ressemblent aux premiers vertébrés qui se sont aventurés hors des océans, il y a quelques millions d'années. Mais les gobies et autres dipneustes ont besoin de retourner régulièrement dans l'eau pour pouvoir respirer. Or, le nouveau venu, qui n'a pas encore de nom, ne semble pas y tenir beaucoup. Lors d'une expérience, on l'a plongé dans l'eau pour savoir comment il peut se diriger sans la vue. Il a immédiatement cherché à en sortir.

Les "moustaches" font supposer une parenté avec les poissons-chats. Paolo Pietri, de l'INPA, au Brésil, confirme ce point et propose de le classer dans la famille des Pygidés, genre Phreatobius. Si c'est bien sa place, cet inconnu aurait comme uniques parents des cavernicoles et des parasites.

Sa coloration rose vif serait due à un sang très riche, qui l'approvisionnerait en oxygène. Mais on ignore comment il affronte la saison des pluies : avec des crues dépassant 1,50 m, il doit bien être obligé de vivre sous l'eau pendant cette période de l'année. Reste aussi à connaître son habitat, car on n'en a encore trouvé que sur trois ou quatre segments de rives d'une étroite rivière amazonienne. Quant à sa reproduction, à son alimentation, à sa physiologie, c'est encore le mystère. **M.G.**

Plus vite au ciel par la main gauche ? Un chercheur américain avait prétendu, début 1988, que les gauchers mouraient plus jeunes. Fin 1988, un autre chercheur, consultant la liste des joueurs de base ball gauchers et droitiers, ne voit aucune différence. Voilà une question idiote enterrée. Jusqu'à plus ample informé.

INFORMATION

"J'accuse !" version moderne

C'est évident que la technique a changé l'information. Mais on ne mesure pas assez dans quelle mesure elle en change même l'éthique.

Un journaliste qui assiste à un événement et le rapporte dans son journal, quoi de plus ordinaire. Mais si le même journaliste était équipé d'une caméra miniature, invisible, avec un objectif aussi grand qu'une tête d'épingle dissimulé dans la boutonnière et raccordé à un enregistreur dissimulé. lui, dans une poche, et qu'il projette le film aux actualités de l'heure suivante, c'est là un événement en soi.

C'est ce qu'ont fait, à peu de chose près, deux journalistes de la station américaine de télévision WCAU-TV, de Minneapolis, après un scandale qui avait éclaté dans un hôpital de Philadelphie : on y avait enlevé un bébé de quatre mois, parce que la surveillance y était défaillante. Equipés d'une caméra stylo Toshiba, nos deux journalistes ont pénétré dans l'hôpital, s'y sont promenés en liberté, parlé aux enfants et ont démontré que n'importe qui pouvait avoir accès à la garderie d'enfants. Nouveau scandale. L'hôpital aurait pu plaider la violation des enceintes d'une institution privée.

Autre scandale encore quand il y a quelques années, toujours à Minneapolis, un journaliste avait dissimulé une caméra miniature dans le plafond, avec enregistrement du son dissimulé dans un vase, et enregistré ainsi à son insu la déclaration d'un assistant du procureur de cette ville qui avouait avoir annulé des contraventions pour stationnement interdit en échange de pots-de-vin.

Viol de la vie privée ? Abus de confiance ? Ni l'hôpital, ni le fonctionnaire corrompu n'ont plaidé.

Ce genre de prouesses commence à devenir particulièrement intéressant dans certaines administrations. Equipé d'une caméra miniaturisée, un journaliste pourrait filmer les documents sur la table d'un industriel, par exemple, et obtenir de la sorte des révélations de premier ordre et souvent d'intérêt public. Y a-t-il une différence réelle, légale, entre ce que le journaliste aurait pu voir de ses seuls yeux et ce qu'il aurait enregistré mécaniquement ? C'est un point juridique qui devient très intéressant.

Le journaliste est implicitement considéré comme un agent autonome et indépendant de l'intérêt général. Il serait donc utile que la législation définît son droit de protéger ses sources d'information et son droit de rechercher l'information, dans la mesure où celle-ci est d'intérêt public.

La législation internationale, l'américaine aussi bien que l'européenne, est très en retard sur la technique, une fois de plus, mais ce retard ne saurait se prolonger indéfiniment. Il est des domaines, en effet, où il est déjà admis implicitement que toutes données relatives à des activités répréhensibles ou franchement délictueuses, et intéressant à la fois la nation, l'Etat et le public (trois notions bien distinctes), ne peuvent, ni ne doivent être revendiquées en tant que propriété privée, dans le cas où un journaliste parviendrait à s'en emparer. **G.M.**

INFORMATION

Les quatre articles scientifiques les plus cités

Qui croyez-vous qui est le plus cité au monde dans toutes les publications confondues ? Hugo ? Platon ? Nietzsche ? Le sapeur Camember ? Rien de cela, c'est Lowry.

Pas Malcolm, l'auteur d'*Au-dessous du volcan*, non, Oliver. Il s'agit de la description d'une méthode scientifique. En effet, les articles relatifs aux méthodes occupent les meilleures places dans la liste des articles scientifiques les plus cités, nous apprend le *Science Citation Index* de l'Institute for Scientific Information américain.

Champion absolu, "le papier de Lowry", écrit en 1951 par Oliver H. Lowry, Nira J. Rosenbrough, A. Lewis Farr et R.J. Randall et publié dans le *Journal of Biological Chemistry*, 193, pp. 265-275 : il totalise, en effet, 180 000 citations jusqu'en 1987, ce qui est prodigieux.

Relatif à un nouveau procédé de mesure des protéines, il a été cité 10 000 fois en 1988, bien qu'on ait trouvé des méthodes de mesure des protéines beaucoup plus précises.

Mais il commence à être concurrencé par "le papier de Bradford", publié en 1976, *A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins, utilizing the principle of protein dye-binding* (c'est-à-dire une methode rapide et sensible pour la mesure de quantités de protéines de l'ordre du microgramme par la méthode de coloration des protéines — en fait, un dérivé de la vieille méthode de Gram, qui permit de classer les bactéries selon qu'elles étaient colorées ou non aux colorants de laboratoire), publié dans *Analytical Chemistry*, 72, pp. 248-54.

Tout de suite après vient *Cleavage of proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4* (c'est-à-dire division des protéines durant la formation de la tête du bactériophage T4), publié dans *Nature* en 1970, 227, pp. 680-85, par Ulrich Karl Laemmli : 50 000 citations.

Loin derrière, *Reliability of molecular weight determination by dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis* (fiabilité des déterminations de poids moléculaires par l'électrophorèse du gel de sulfate-polyacrylamide de dodécyl), de Karl Weber et M. Osborn, publié en 1977 dans le *Journal of Biological Chemistry*, 244, pp. 4406-12. **J.-B.C.**

SEXOLOGIE

Et revoici la caféine sur la sellette !

Il y a quelque trente ans que les Américains, surtout, essaient de trouver un rôle nocif à la caféine, autre que celui de tenir les gens éveillés. On a commencé par l'accuser de causer le cancer de l'utérus. Recherches, discussions et néant. Alors c'est aux femmes noires qu'il le donne. Recherches, discussions, néant. Bon, c'est le cancer de la prostate qu'il favorise. Recherches, discussions, néant. C'est en tout cas celui du pancréas. Recherches, discussions, néant. S'il ne donne pas le cancer, il est en tous cas responsable de l'athérosclérose et il aggrave les maladies cardiovasculaires. Recherches, discussions, néant. Cela faisait quelque trois ans, si nos souvenirs sont bons, qu'on n'avait rien trouvé pour inculper le café. Maintenant, les National Institutes of Health américains affirment qu'une femme qui boit plus d'une tasse et demie de café par jour peut abaisser ses chances de conception de moitié. C'est bien possible, attendons les discussions et les contre-expertises.

Le café en tant que contraceptif, c'est assez surprenant. Ce qui est encore plus surprenant est que l'étude porte sur un très petit nombre de cas, comme le relève le Dr Benjamin Younger, de l'American Fertility Society, qu'elle n'est pas concluante et qu'en dépit de cela, on s'est empressé de la communiquer à la presse... Tant qu'à faire, il faudra que les femmes qui éprouvent de la difficulté à concevoir se passent aussi de chocolat, de thé (car la théine est presque identique à la caféine) et de boissons à la caféine.

Mais on finit par se demander si cet acharnement à trouver que le café est une boisson malsaine ne vient pas d'un préjugé religieux très répandu aux Etats-Unis, c'est qu'un chrétien pratiquant ne doit pas boire de café, puisque celui-ci n'est pas mentionné dans la Bible. Idée intéressante, mais le café n'a été découvert qu'au VII^{e} siècle. Et l'Amérique, elle, n'a été découverte qu'au XV^{e} siècle... **G.M.**

AGRICULTURE

L'herbe à parfum contre l'érosion

Voilà trois ans que la Banque mondiale a lancé un projet expérimental de lutte contre l'érosion des sols sur les plateaux du Deccan, au sud de l'Inde, et déjà les premiers résultats sont prometteurs pour l'ensemble du Tiers monde. En effet, la plantation d'une série de petites haies de vétiver accrochées en paliers successifs sur les versants des plateaux arrête l'érosion des sols : l'herbe stoppe les ruissellements d'eau qui entraînent la terre et les sels minéraux au moment des fortes pluies tropicales. De plus, ce dispositif améliore la production agricole de 200 à 300 %. Ainsi, le responsable du projet de développement, J. Greenfield, le bien-nommé, pense que cette découverte changera autant l'agriculture du Tiers monde que les variétés de graines à haut rendement dans les années 60 et 70.

Ce n'est pas la première fois que les scientifiques découvrent une plante qui freine l'érosion due à la déforestation. L'inconvénient est que ces plantes ont provoqué autant de problèmes qu'elles en ont résolu. En Afrique occidentale, par exemple, une autre graminée (*Imperata cylindrica*) devait servir d'agent anti-érosion, mais on s'aperçut trop tard que le bourgeonnement anarchique de ses longues racines lui permettait d'envahir très vite le sol et elle est devenue une peste pour les agriculteurs africains. Dans le même registre, les plantations systématiques d'eucalyptus servant à reboiser certaines régions de l'Inde sont maintenant fortement critiquées : selon les scientifiques indiens, elles n'ont pas arrêté l'érosion et en plus l'arbre absorbe l'humidité du sol ce qui provoque la mort des plantes environnantes.

En revanche le vetiver, plus connu pour ces propriétés odorantes, semble irréprochable. Grâce à ces racines profondes, qui peuvent atteindre 3 m de long, l'herbe buissonnante s'accroche solidement à la pente. Résultat, chaque haie forme autant de petites barrières naturelles qui fixent le sol et freinent les écoulements d'eau à la surface et dans le sous-sol. Contrairement à l'herbe africaine, elle ne se multiplie pas rapidement et son parfum repousse les petits rongeurs ou les ruminants qui pourraient détruire cette plantation protectrice. Actuellement, la Banque mondiale estime que l'utilisation simultanée du dispositif anti-érosion et des techniques culturales modernes (fertilisation, graines sélectionnées, etc.) améliorent la production agricole du simple au triple. Par conséquent, chaque roupie investie dans la terre par le paysan indien lui en rapportera six.

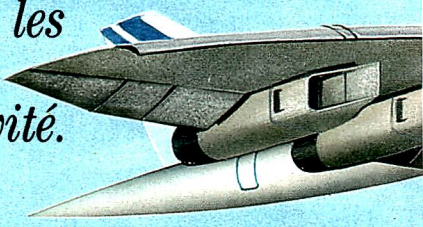
Une rentabilité qui amène la Banque mondiale à encourager l'utilisation du vétiver dans tous les pays en voie de développement.

D.D.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Jean-Bernard Candat, Marcel Contig, Didier Dubrana, Marc Giraud et Gerald Messadié. ●

SUPERCONCORDE A LA RESCOUSSE!

A Toulouse, les ingénieurs d'Aérospatiale travaillent depuis quinze ans sur le successeur de Concorde, qui pourrait venir à point remplacer les grands transporteurs subsoniques bientôt dépassés. Les Russes pourraient être nos partenaires. Le projet est déjà très avancé. "Science & Vie" vous en révèle aujourd'hui les grandes lignes. En exclusivité.



Il y a vingt ans, pratiquement jour pour jour, Concorde effectuait son premier vol, damant le pion à la toute-puissante industrie aéronautique américaine, et notamment au projet de supersonique mûri par Boeing. Depuis lors, et par-delà toutes les vicissitudes qu'il a pu connaître, le grand oiseau franco-britannique est resté, aussi bien aux yeux des profanes qu'au cœur des ingénieurs, le plus bel avion du monde. Malheureusement, son exploitation n'a pas été à la hauteur de sa réputation. Les acheteurs n'ont pas afflué, et sa construction a été arrêtée. Il vole encore, certes, mais les quelques exemplaires qui continuent de

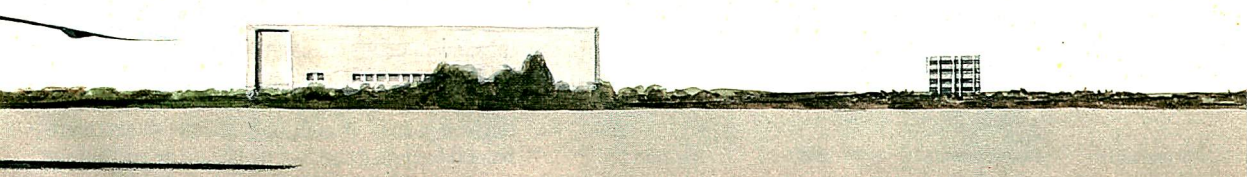
Le nez du successeur de Concorde ne basculera pas vers le bas, comme sur le supersonique actuel, pour permettre au pilote une meilleure visibilité extérieure en phase d'approche et d'atterrissage. L'ATSF aura un nez droit car le pilote n'aura pas besoin de regarder l'extérieur ; il en aura sur ses écrans une image parfaitement fidèle.

parcourir les routes du ciel, ressemblent de plus en plus aux derniers spécimens d'une espèce protégée, parce qu'en voie de disparition.

Aussi, lorsque l'on entend dire que la France songerait à lui donner un successeur, la première réaction est-elle de scepticisme. Lequel se change en stupéfaction lorsque l'on apprend que ce Concorde de deuxième génération pourrait être construit en coopération avec les... Soviétiques.

Pourtant les faits sont là. A commencer par les déclarations d'intention. C'est M. Henri Martre, PDG d'Aérospatiale, qui, le 10 janvier dernier, au cours d'une conférence sur les "Initiatives européennes en recherche et technologies aéronautiques", dit et redit sa conviction que, dans un proche avenir, on aura besoin d'un supersonique de deuxième génération. La construction d'un tel appareil lui paraît plus réaliste que celle de l'avion hypersonique de classe Mach 5, pour lequel le prix du billet serait, selon lui, dissuasif.

Questionné, à cette occasion, sur l'éventualité d'une collaboration avec l'URSS, qu'il avait évoquée lui-même, le patron d'Aérospatiale précise : « Au dernier Salon du Bourget, j'ai reçu la visite des Soviétiques. Ils m'ont dit qu'ils étaient très intéressés par deux de nos programmes : l'AGV (avion à grande vitesse) et l'ATSF (avion de transport supersonique futur), et qu'ils étaient prêts, dans les deux cas, à coopérer avec l'industrie aéronautique française. Si les constructeurs occidentaux continuent

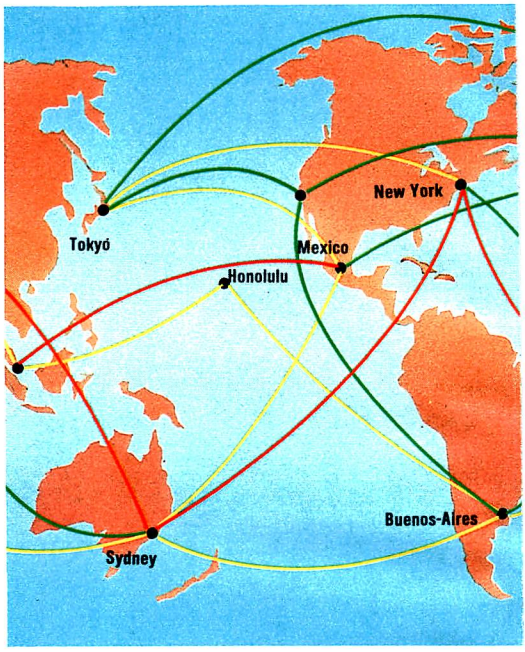


de faire la sourde oreille, c'est une offre qui mérite réflexion. »

Pourtant la justification économique du Superconcorde semble désormais bien établie. Pour les prévisionnistes, le boom que connaît le transport aérien depuis trois ans, va se prolonger jusqu'au début du siècle prochain. Avec un rythme de croissance de 7 ou 8 % par an, le trafic va donc doubler d'ici à l'an 2000. Or, dans cette perspective, toutes les études de marché arrivent à la même conclusion : la part du supersonique sera d'environ 30 % à l'horizon du prochain millénaire.

Sur quoi se fondent des prévisions aussi optimistes ? Explications de Claude Terrazzoni, directeur des études et des essais en vol à Aérospatiale : « Nous disposons, tant aux Etats-Unis qu'en Europe, de modèles statistiques qui nous permettent, avec une marge d'erreur infime, de prévoir l'évolution du transport aérien dans les prochaines années. Deux grandes tendances se dégagent. D'une part, la vague qui porte le transport subsonique finira par se briser sur les contraintes de la saturation de l'espace aérien. D'autre part, l'émergence de nouveaux pôles économiques — Japon, Sud-Est asiatique, Australie, Amérique du Sud — accroîtra la demande en vols rapides longue distance. Comme, à l'horizon 2000, les compagnies auront achevé le renouvellement de leur flotte actuelle, elles pourront plus facilement investir dans le transport supersonique. »

Déjà quelques signes attestent le bien-fondé de ce pronostic. Ainsi, lors d'un colloque qui s'est tenu en septembre 1987 à Stockholm, plusieurs compagnies



ont exprimé le désir de pouvoir disposer d'un avion qui leur permettrait de diviser par deux le temps de franchissement d'étapes comprises entre 8 000 et 12 000 kilomètres. Les représentants des compagnies australiennes se disaient même prêts à acquérir trente exemplaires d'un tel appareil.

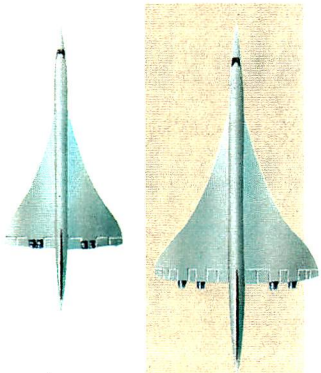
Preuve qu'elles sont intéressées, certaines compagnies, telle la Swissair, formulent à présent des desiderata plus précis, notamment en matière de capacité d'accueil (les souhaits oscillent entre 200 et 300 sièges). La recherche du prestige n'est pas la moindre de leurs motivations. Ainsi, en privé, les responsables de British Airways et d'Air France reconnaissent qu'aujourd'hui ils ne pourraient plus se passer de Concorde. Non pas à cause d'un bilan d'exploitation particulièrement satisfaisant (ce n'est pas le cas !), mais parce que la présence d'un aussi magnifique appareil dans leur flotte contribue à rehausser leur image de marque.

Quant à la clientèle visée, elle est, elle aussi, parfaitement "ciblée". C'est celle de Concorde et de la 1re classe (4 % des passagers transportés) et surtout celle de la classe affaires (20 % des passagers transportés). Cette dernière paraît disposée à payer un léger supplément de prix pour voir son temps de vol diminué de moitié sur les liaisons longues distances.

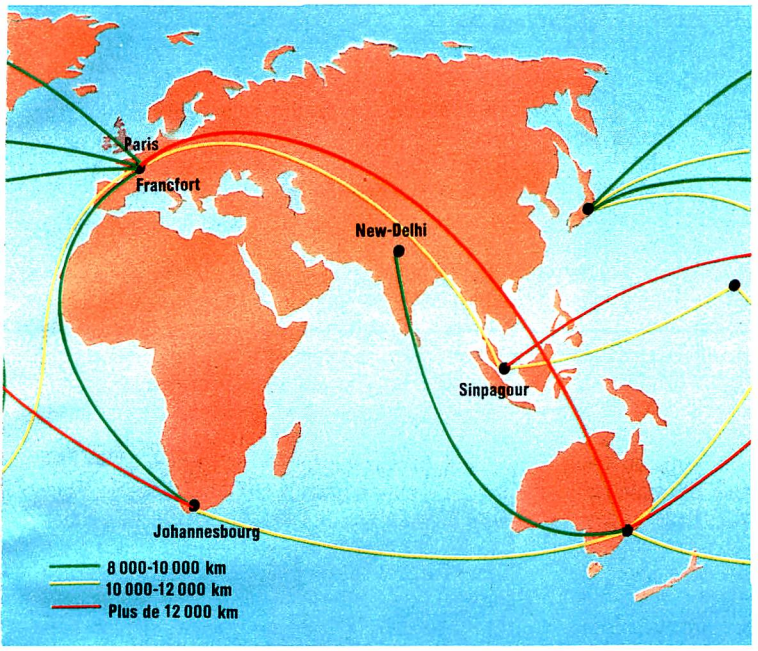
Il est évident que le niveau de cette surtaxe sera un élément déterminant de la réussite commerciale du futur supersonique. C'est pourquoi l'objectif des ingénieurs d'Aérospatiale est de parvenir à un DOC (sigle anglais pour coût opérationnel direct, autrement dit le prix de revient de l'heure de vol) qui soit seulement 1,5 fois celui d'un avion subsonique.

Voilà comment se présente, dans ses grandes lignes, le dossier économique du futur supersoni-

FICHE TECHNIQUE



	Concorde	ATSF
Longueur	62,17 m	76 m
Envergure	25,60 m	36,6 m
Poids max au décollage	183 t	225 t
Vitesse max	Mach 2	Mach 2-2,4
Passagers	128	225
Rayon d'action	12 000 km	6 000 km



Superconcorde : un rayon d'action 2 fois plus grand

Capable de couvrir 12 000 km d'un seul coup d'aile, l'ATSF permettra des vols sans escale sur un nombre de destinations beaucoup plus important qu'avec le Concorde actuel (6 000 km de rayon d'action).

que. Il est positif et devrait inciter les grands constructeurs mondiaux à s'intéresser à ce type d'appareil. C'est ce qu'a fait Aérospatiale ; c'est ce que fait aussi Boeing. Cela dit, Français et Américains ne voient pas tout à fait le même avion.

On considère outre-Atlantique que la capacité optimale du supersonique de deuxième génération tourne autour de 300 places, alors que, pour l'ATSF, les Français se contentent de 200 à 250 sièges. En outre, les Américains prévoient une masse au décollage voisine de 350 tonnes, tandis que l'avant-projet français la situe aux alentours de 225 tonnes. Enfin, le superqonique US, croit-on savoir, aurait une vitesse de croisière de l'ordre de Mach 2,7 (2 900 km/h), alors qu'Aérospatiale hésite encore entre Mach 2 (2 100 km/h, la vitesse de l'actuel Concorde) et Mach 2,4 (2 500 km/h), étudiant simultanément les deux versions.

Pourquoi les Français limitent-ils ainsi leurs ambitions ? M. Jean Marqueze-Pouey, responsable du département avant-projets, explique : « Entre Mach 2 et Mach 2,4, il n'y a pas de différence fondamentale ; l'avion est grosso modo le même. En revanche, entre Mach 2,4 et Mach 2,7, on franchit un seuil technologique : l'accroissement de vitesse se traduit par une augmentation substantielle des températures d'arrêt, c'est-à-dire de l'échauffement produit par les particules d'air qui, en entrant en contact avec la cellule de l'avion, lui cèdent leur énergie sous forme de chaleur. On est alors obligé d'utiliser d'autres matériaux et de reconsidérer le problème des structures. De plus, jusqu'à Mach 2,4, l'échauffement cinétique n'a pas d'influence sur la stabilité chimique du carburant. Au-delà, apparaît un phénomène de cracking qui nécessite la purge des réservoirs à l'azote. Pour toutes ces raisons, il est hors de question que nous montions jusqu'à Mach 2,7. »

Si le projet français est moins ambitieux, il a en revanche un sérieux avantage sur son homologue américain : il peut être réalisé à brève échéance. En supposant la question du financement réglée, si le feu vert était donné à la fin de cette année, l'appareil pourrait entrer en service dès 1998. Certes, la mise au point de l'A-320 n'a demandé que six ans, mais il faut se souvenir que celle de Concorde avait exigé quatorze années. Or, c'est justement grâce à l'expérience acquise avec Concorde (expérience que ne possèdent pas les Américains) que la réalisation du supersonique de seconde génération pourrait être abrégée de cinq ans.

Qui plus est, la construction de ce nouvel appareil est largement à la portée des technologies d'aujourd'hui, car, depuis vingt-cinq ans, l'industrie aéronautique a fait des progrès considérables. A titre de comparaison, si Concorde était réalisé de nos jours, avec la même capacité de 128 places, au lieu de peser 180 tonnes (au décollage), il n'en pèserait plus que 120. De surcroît, grâce aux recherches d'optimisation menées avec les plus récents ordinateurs, son rendement aérodynamique ou, si l'on préfère, sa "finesse" (c'est-à-dire le rapport entre la portance de la voilure et sa résistance à l'avancement dans l'air) serait améliorée de 30 %, et son rayon d'action augmenté de 900 kilomètres.

Il est temps maintenant d'examiner plus en détail la configuration et les caractéristiques techniques de l'ATSF, autrement dit du successeur de Concorde.

Mis à part l'allure générale de l'appareil, rien ne sera repris de Concorde, ni les matériaux, ni la cellule, ni les moteurs. Sur le plan des matériaux, il sera largement fait appel aux composites (fibres de carbone, céramiques...) et aux alliages nouveaux (titanium), à la fois plus légers et plus résistants. Il en résultera un gain de poids d'environ 30 % sur la

voilure et de 50 % sur le fuselage.

Bien entendu, l'ATSF sera équipé de commandes de vol électriques, voire optiques (à base de fibres optiques), mais qui fonctionneront par l'intermédiaire de signaux numériques et non plus analogiques, comme sur Concorde. Par ailleurs, l'adoption d'un bus bidirectionnel apportera, en même temps qu'un gain de poids, une plus grande souplesse dans les échanges d'informations entre capteurs et calculateurs. Rappelons qu'un bus est un ensemble de lignes qui permettent l'interconnexion de plusieurs organes. Actuellement, la plupart des bus (même sur l'A-320) sont unidirectionnels, c'est-à-dire qu'ils ne transfèrent les informations que dans un sens (des capteurs vers les calculateurs, par exemple). Pour qu'il y ait échange des données dans les deux sens, il faut doubler les bus, c'est-à-dire, en pratique, doubler le câblage. D'où un supplément de poids, l'ennemi n° 1 en aéronautique. Avec le bus bidirectionnel, plus besoin de deux circuits puisque les transferts s'opèrent dans un sens comme dans l'autre.

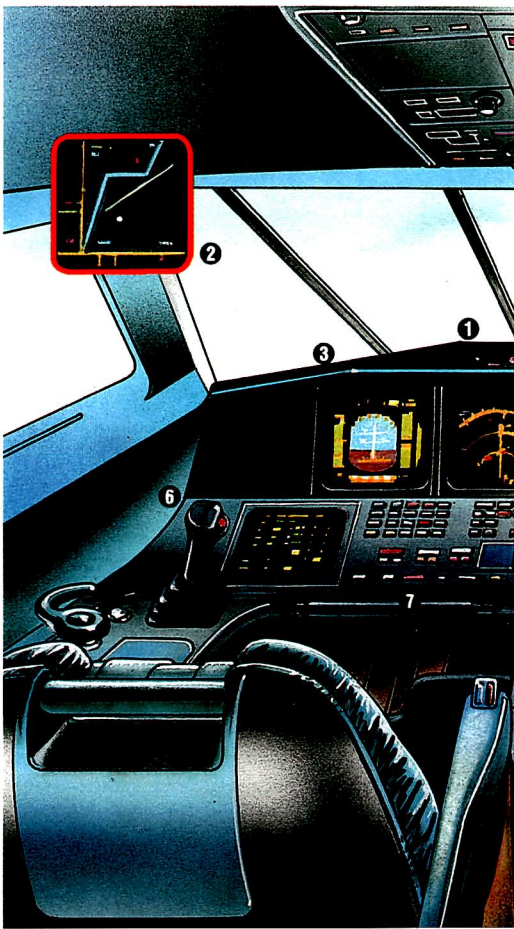
Le "nez" si particulier de Concorde, qui s'abaisse au décollage et à l'atterrissage pour dégager le champ de vision du pilote, ne sera pas repris sur l'ATSF. Cela premettra non seulement de simplifier l'appareil, mais aussi de gagner une tonne de charge marchande (soit l'équivalent de 13 passagers). Mais le pilote ne sera-t-il pas gêné par le long appendice ? Non, car des images de synthèse, d'une très grande précision, seront projetées dans son champ de vision (soit sur le pare-brise, soit sur un écran de visualisation). Même s'il voit mal la piste, il sera guidé vers celle-ci par des trajectoires dites "en tunnel" (des représentations tridimensionnelles figurant une sorte d'entonnoir, dans lequel le pilote doit maintenir un repère symbolisant son avion). Ces trajectoires, véritables "boulevards de descente" (ou de montée, lorsqu'il s'agit d'un décollage), seront établies à partir des données fournies par les satellites de navigation (1).

En revanche, le procédé expérimenté sur Concorde et qui consiste à transférer le carburant de l'avant vers l'arrière au cours du vol, sera conservé. Cette opération est rendue nécessaire par le déplacement du centre de poussée aérodynamique de l'avion lors du passage du vol subsonique au régime supersonique. Pour que les différentes forces qui régissent l'équilibre longitudinal de l'appareil puissent assurer la stabilité de ce dernier, il convient alors de reculer son centre de gravité, ce qui est réalisé par le transfert du carburant.

Toujours au chapitre de l'aérodynamique, les ingénieurs d'Aérospatiale ont décidé de modifier le compromis hautes vitesses-basses vitesses qui avait été adopté sur Concorde. Ce point est suffisamment important pour que nous nous y arrêtions un moment. Il faut savoir que les formules aérodynamiques propices aux hautes vitesses ne le sont pas pour les basses, et vice versa. Si une très forte flèche est favorable au vol supersonique, elle ne convient pas au vol subsonique. C'est pourquoi, du reste, on fait des avions à géométrie variable.

Pour Concorde, on a essayé de trouver une formule qui soit un compromis: l'aile gothique. En fait, cette aile est parfaitement adaptée à la vitesse de croisière de l'appareil (qui est, rappelons-le, de Mach 2), mais elle est moins performante, en termes de rendement aérodynamique, aux basses vitesses.

Aussi, lorsqu'au début de 1974 furent donnés les premiers coups de crayon de l'ATSF, choisit-on une autre formule, qui, de l'avis des spécialistes, conciliait mieux les rendements aérodynamiques aux faibles et aux très hautes vitesses: le double delta (une sorte de flèche qui s'évaserait dans sa partie arrière). Cependant, à la même époque, Aérospatiale avait mis à l'étude un Concorde B, afin de corriger les défauts du précédent modèle tout en lui apportant de substantielles améliorations. Malheureusement, ce projet coïncida avec le premier choc pétrolier. Il n'y résista pas: dès 1976, le Concorde B fut abandonné. Toutefois certaines innovations techni-



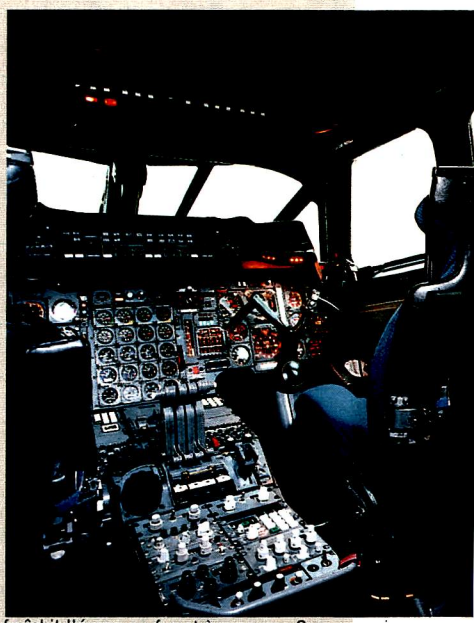
ques élaborées aux cours de l'étude furent soigneusement mises de côté, pour le cas où...

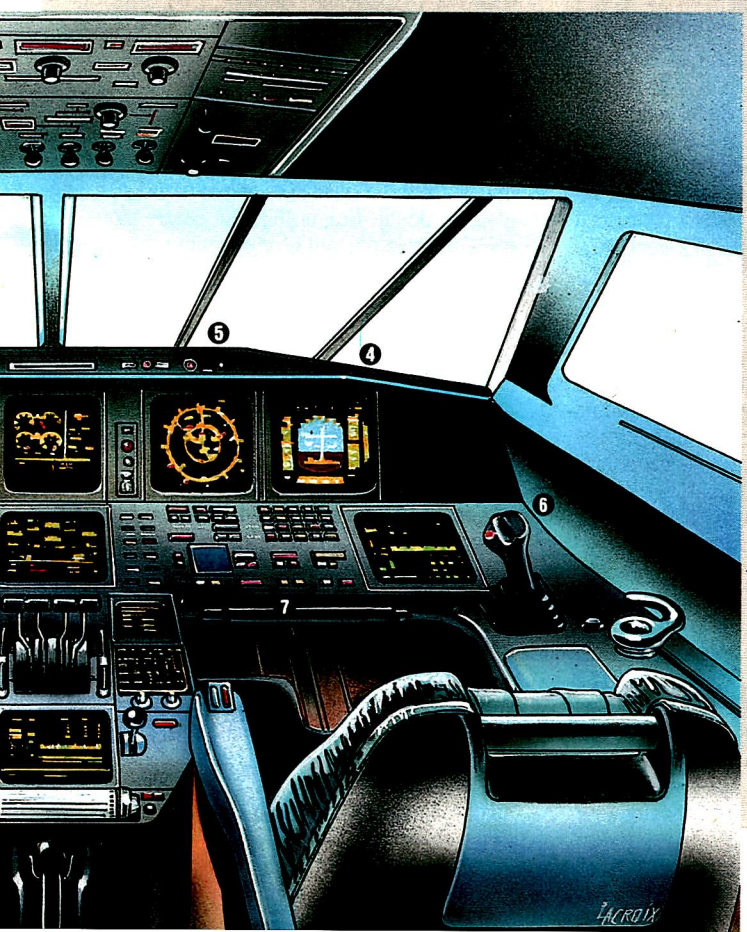
Parmi celles-ci, il y avait une version améliorée de la voilure gothique, par adjonction de becs de bord d'attaque sur toute l'envergure de l'aile. Ces becs, placés à l'avant de l'aile, sont de petits éléments mobiles qui se braquent vers le bas. Sur le plan de l'aérodynamique, ce sont des dispositifs hypersustentateurs, car le braquage augmente la portance. Ils améliorent par conséquent les performances aux basses vitesses, sans nuire pour autant aux hautes vitesses puisqu'ils peuvent être

20 ANS SEPARENT CES DEUX POSTES DE PILOTAGE

Sur le Concorde actuel, toute l'instrumentation est électromécanique : des capteurs, sondes, etc. transmettent à des cadrans une multitude d'informations, de la puissance des moteurs à la quantité de carburant, et de la pression d'huile à l'état de pressurisation de la carlingue. Pour le vol à proprement parler, la planche de bord est bardée de cadrans : altitude, vitesse-air, vitesse-sol, vitesse ascentionnelle, dérive, inclinaison sur l'horizon, etc. Le mécanicien dipose d'un panneau tout aussi impressionnant pour surveiller le fonctionnement des différents systèmes de l'avion : pressions d'huile, état des gouvernes, température des moteurs et autres parties de la cellule soumises à échauffement.

Sur le successeur de Concorde, baptisé Avion de transport supersonique futur ou ATSF, un très grand nombre des fonctions remplies par les cadrans ci-dessus ont été regroupées et synthétisées, et sont rendues sur écrans cathodiques plats. Ils permettent au pilotes d'avoir d'un seul coup d'œil un renseignement global, au lieu de faire lui-même la synthèse des lectures d'une demi-douzaine de cadrans. Ainsi, un écran (**1**) regroupe toute une série d'informations et restitue un plan de la trajectoire, indiquant les heures estimées de survol d'un certain nombre de points, ainsi que les autres avions qui se trouvent à proximité. S'il estime qu'il y un risque de "conflit de trafic", il modifiera en conséquence sont cap, sont altitude ou sa vitesse. Bien entendu, l'ordinateur de bord rafraîchit l'écran au fur et à mesure. Sur ce même écran, le pilote peut faire apparaître le profil vertical du trajet de l'avion (incrustation **2**) tel qu'il est en train de se dérouler réellement. Le plan de trajectoire, ainsi que l'écran qui regroupe l'horizon artificiel, l'altitude et l'assiette de l'avion (**3** et **4**), existent déjà sur les tout derniers Airbus. Enfin, un dernier écran (**5**), relativement plus courant celui-là, est relié au radar de bord. On notera aussi la disparition du manche à balai central au profit d'un mini-manche latéral (**6**). Le premier, sorte de direction assistée, commande les gouvernes de l'avion par l'intermédiaire d'un signal analogique, c'est-à-dire un courant électrique proportionnel au mouvement que lui imprime le pilote ou l'ordinateur de bord. Le second fonctionne par impulsions numériques et permet un pilotage beaucoup plus précis. Les pilotes disposent d'un clavier (**7**) pour transmettre leurs ordres à l'ordinateur de bord, comme pour appeler l'affichage, sur les différents écrans, des informations dont ils ont besoin.





redressés et replacés dans le prolongement de l'aile.

Au terme de cette explication, nous sommes en mesure de révéler que c'est finalement cette voilure gothique à becs, conçue initialement pour le Concorde B, qui a été retenue par l'ATSF, de préférence au double delta. Les essais en soufflerie, à l'ONERA, ont donné des résultats remarquables, puisque, en vitesse subsonique, on a atteint une finesse de 17 (la même que celle de l'Airbus A-320), soit 50 % de mieux qu'avec l'actuel Concorde.

Mais si, dans sa forme générale, l'aile de l'ATSF ressemblera fort à celle de Concorde, elle ne sera cependant pas tout à fait identique. En effet, en plus des becs, l'allongement, c'est-à-dire le rapport du carré de l'envergure sur la surface ($\lambda = b^2/S$), a été sérieusement augmenté, passant de 1,6 sur le supersonique de première génération à 2,2 sur son successeur (soit 37 % de plus).

D'autres éléments de la cellule ont également été réexaminés, en vue, cette fois, d'améliorer les performances en régime supersonique. Ainsi la disposition des nacelles réacteurs a été remaniée. « Nous nous sommes aperçus, nous a confié le directeur du bureau d'études d'Aérospatiale, que le fait de séparer les quatre nacelles, plutôt que de les grouper deux à deux sous chaque aile, faisait passer la finesse en vol supersonique de 8 à 9,3. »

Toujours pour la même raison, le diamètre du nez de l'appareil a été réduit de 18 centimètres. Cette modification, directement inspirée du programme Airbus A-320, permet de diminuer dans des proportions non négligeables la traînée en vol supersonique. Au total, l'ensemble de ces retouches porte la finesse de croisière (finesse à vitesse supersonique) de l'ATSF à 10,2 contre 7,3 pour Concorde.

Comme on le voit, le compromis adopté pour Concorde a été amélioré dans les deux sens : du côté des basses vitesses, grâce à l'aile à becs et à l'introduction des techniques CAG (contrôle actif généralisé, rendu possible par le recours aux commandes de vol électriques) ; du côté des hautes vitesses, par un gain de finesse appréciable.

Pour en finir avec l'aérodynamique, signalons encore qu'en approche, l'ATSF aura une position légèrement moins cabrée que Concorde (12 degrés d'assiette contre 16) et que son centrage sera un peu plus en arrière (le centrage définit la position du "foyer", ou centre de portance, par rapport au centre de gravité. Il est évident que, pour l'ATSF comme pour Concorde, ce centrage est une notion toute relative, puisqu'il est modifié dans des proportions importantes par le transfert du carburant de l'avant vers l'arrière lors de la phase d'accélération transsonique, et d'arrière vers l'avant lors du retour au régime subsonique).

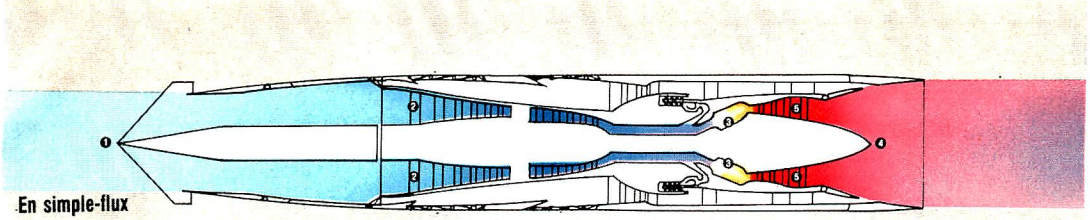
Le résultat le plus clair de tous les progrès que nous venons d'évoquer, c'est que le successeur de Concorde sera un avion qui devrait intéresser bon nombre de compagnies. En effet, alors que la consommation en carburant du premier supersonique de transport est de 10 litres par passager et par 100 km, celle de l'ATSF ne sera plus que de 4,5 litres/passager/100 km (à titre indicatif, le futur long courrier subsonique A-340, qui sera mis en service en 1992, consommera 3,5 litres/passager/100 km).

Cela nous amène directement à la question — ô combien délicate — de la propulsion de l'ATSF. Disons-le tout net : si la cellule de l'avion est à peu près au point, ses moteurs, eux, sont encore dans les limbes ! Certes, tous les motoristes européens se sont rencontrés au mois de janvier dernier pour jeter les bases d'une nouvelle gamme de moteurs couvrant les besoins entre Mach 2 et Mach 5, mais avant que ces discussions préliminaires aboutissent à un programme, il peut encore se passer bien des années. Or, Aérospatiale est pressée. Il lui faut donc choisir soit un moteur qui existe déjà, soit un moteur susceptible d'être développé rapidement (dans 4 ou 5 ans).

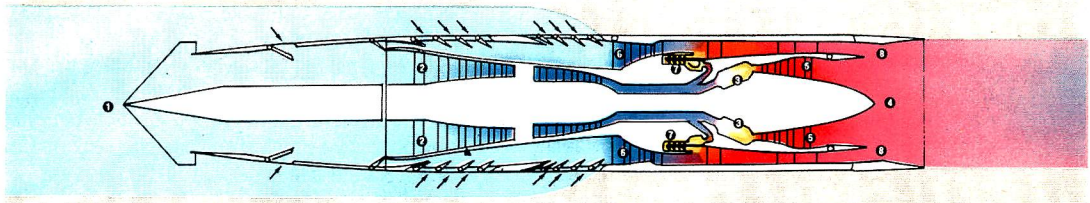
Là encore, les ingénieurs de Toulouse ont tiré les leçons de l'expérience Concorde. L'appareil franco-britannique est équipé de quatre réacteurs "Olympus" simple-flux, fruits de la collaboration entre la SNECMA et Rolls-Royce. Si, sur le plan de la consommation, l'"Olympus" est extrêmement performant en croisière supersonique, il est en revanche un peu trop gourmand en régime subsonique et transsonique. D'où l'idée d'équiper l'ATSF de quatre moteurs double-flux ou bien de quatre moteurs à cycle variable (capables de fonctionner en simple flux et en double flux).

Dans un réacteur double-flux, l'air qui passe par le moteur ne suit pas dans sa totalité le trajet classique: compresseur, chambre de combustion, turbine et enfin tuyère d'éjection. Seul le flux primaire, ou principal, emprunte ce parcours. Le flux secondaire, lui, subit des sorts différents selon les types de moteur. Dans certains, il passe par le compresseur, mais évite ensuite la chambre de combustion et la turbine, pour venir directement se mélanger au flux primaire au moment de la détente finale dans la tuyère. Dans d'autres, il subit le même sort que le flux primaire, mais en circulant à la périphérie de celui-ci, dans un compresseur et des chambres de combustion distinctes (voir ***dessin ci-contre***).

Le fait d'ajouter au flux primaire un flux secondaire présente plusieurs avantages. Tout d'abord, la consommation spécifique (Cs) est abaissée de façon notable dans les phases d'ascension et de descente. En second lieu, la poussée est meilleure au décollage. On démontre en effet par le calcul que



En simple-flux



En double-flux

QUEL MOTEUR POUR LE NOUVEAU CONCORDE ?

Les quatre Olympus, réacteurs simple-flux qui propulsent Concorde sont extrêmement performants en régime supersonique, mais un peu trop gourmands en subsonique et en transsonique, d'où l'idée, entre autres, d'équiper l'ATSF, successeur du Concorde, de réacteurs à cycle variable : simple-flux en supersonique ; double-flux au décollage, à l'atterrissage et lors des phases d'ascension ou des descente. Car les moteurs double-flux sont non seulement plus économiques à ces régimes, mais également sensiblement moins bruyants.

En simple-flux (ouïes fermées), à l'admission (**1**), l'air (froid, en bleu) passe par les divers étages du compresseur (**2**), d'où il s'engouffre dans les chambres de combustion (**3**) où est injecté le kérosène ; là le mélange brûle, son volume et donc sa pression augmentent considérablement. Les gaz d'échappement (gaz chauds, en rouge) s'éjectent alors par la tuyère (**4**) et fournisssent la poussée à l'avion, en même temps qu'ils entraînent les pales de la turbine (**5**) qui, à son tour, entraîne le compresseur (ils sont tous deux solidaires du même axe), et ainsi de suite.

En double-flux (ouïes ouvertes, flèches). A l'admission, l'air se divise en deux parties. Une partie qui se comporte comme ci-desus, c'est le flux primaire. Et une seconde partie, le flux secondaire, qui subit le même sort que le primaire mais circule à sa périphérie dans un compresseur (**6**) et des chambres de combustion (**7**) distincts, jusqu'à l'éjection (**8**) dans la tuyère, où il renforce la détente du flux primaire.

l'on obtient un rendement supérieur en accélérant faiblement une grande quantité d'air (ce qui est le cas du double-flux) qu'en accélérant fortement une petite quantité d'air (cas du simple-flux comme l'"Olympus"). En outre, toujours au décollage, et dans une moindre mesure à l'atterrissage, le double-flux est moins bruyant que le simple-flux. Le bruit en effet est fonction de la huitième puissance de la vitesse d'éjection. Or, nous venons de le dire, cette vitesse est moindre avec le réacteur double-flux.

Si avantageux qu'il soit, le double-flux a cependant ses limites : aux grandes vitesses, il perd de son efficacité et devient même, en croisière supersonique, moins performant que le simple-flux. D'où l'intérêt du moteur à cycle variable, fonctionnant en double-flux aux basses vitesses et en simple-flux aux allures rapides.

Ces quelques données de base étant précisées, revenons à la motorisation de l'ATSF. Jusqu'en 1983, Aérospatiale a travaillé en étroite collaboration avec la SNECMA (Société nationale d'études et de construction de moteurs d'avions), à qui elle avait demandé de lui étudier un réacteur double-flux ainsi que son carénage. Après un grand nombre d'ébauches et de multiples tâtonnements, le motoriste français présenta un projet fort séduisant : un réacteur baptisé M-6743, ayant un taux de dilution (rapport entre le flux secondaire et le flux primaire) de 0,46.

Cependant, par la suite, la SNECMA, sans doute accaparée par le succès de son CMF 56, un moteur subsonique coproduit avec General Electric, délaissa quelque peu le double-flux supersonique. Ce relatif désintérêt coïncidait, d'autre part, avec une réorientation de ses activités de recherche en direction du moteur à cycle variable, lequel, depuis lors, semble avoir également la faveur des autres grands motoristes, le britannique Rolls-Royce et les américains Pratt & Whitney et General Electric.

Bref, voilà pourquoi le moteur de l'ATSF a plusieurs années de retard sur la cellule.

Au bureau d'études d'Aérospatiale, on n'a pas oublié le M-6743. Il a même de chauds partisans. M. Jean Marqueze-Pouey s'en explique : « L'ATSF est une entreprise sérieuse. A supposer qu'on nous donne le feu vert aujourd'hui, nous devons pouvoir nous engager vis-à-vis des compagnies aériennes à ce que l'appareil soit disponible dans neuf ans au plus tard. Il nous faut donc être réalistes. C'est la raison pour laquelle notre préférence va au double-flux M-6743. Ce moteur est réalisable à court terme, alors qu'il n'est pas du tout certain que le MCV-99, et d'une manière plus générale le concept même du moteur à cycle variable, soient maîtrisés dans les dix prochaines années. Sans compter que nous ignorons totalement ce que coûtera un tel moteur. Enfin, techniquement, le M-6743 n'a pas de gros défauts. Tout au plus pourrait-on lui reprocher un maître couple (²) un peu important. Le MCV, lui, est encore mal connu, mais lorsque nous faisons re-

marquer aux motoristes que certains de ses mécanismes risquent d'être particulièrement lourds, ils se réfugient dans un silence gêné. »

M. Debelmas, chargé de l'interface cellule-moteurs, est également favorable au M-6743 : « Ce moteur double-flux a un autre avantage : sa paroi extérieure peut être utilisée comme capot. Or, c'est dans l'espace qui sépare cette paroi de la partie simple-flux que circule le flux secondaire froid. Il n'est donc plus nécessaire de prévoir un refroidissement du moteur : celui-ci se fait automatiquement, alors que, sur un réacteur simple-flux, on est obligé de poser un carénage supplémentaire. Conclusion : le double-flux permet un gain de poids important. »

Enfin, M. Jean-Claude Pilon, également responsable du département avant-projets, résume ainsi la situation : « Aujourd'hui, notre position est claire. Le M-6743, extrapolé du moteur de Concorde, est de conception plus simple que le moteur à cycle variable. De ce fait, son coût de développement sera moins élevé, et son coût opérationnel direct (DOC) plus faible pour l'exploitant. Pour toutes ces raisons, il a notre préférence, d'autant que, au niveau de la poussée comme au niveau de la consommation spécifique, les deux moteurs se valent. En revanche, si nous nous heurtons à des exigences extrêmement sévères en matière de bruit à proximité des aéroports, nous devrons peut-être nous résoudre à attendre le MCV. Voilà pourquoi nous n'écartons pas définitivement le moteur à cycle variable de nos hypothèses de travail, bien que nous ne soyons pas du tout assurés que le MCV aura la puissance que nous réclamons dans le volume que nous souhaitons. »

Il convient toutefois d'apporter un correctif à ces déclarations. En effet la SNECMA n'est pas le seul interlocuteur d'Aérospatiale. Il y a quelques mois, le bureau d'études de Toulouse a contacté les autres grands motoristes, les invitant à faire des offres pour la propulsion du supersonique de seconde génération. La réponse de Pratt & Whitney devrait arriver dans le courant de ce mois de mars : elle est attendue avec beaucoup de curiosité. Rolls-Royce remettra ses propositions à peu près à la même date: il s'agira vraisemblablement d'un moteur à cycle variable. General Electric, enfin, ne-rendra sa copie qu'à la fin du mois de mai : on ignore tout de son contenu.

Reste une dernière question : le successeur de Concorde sera-t-il plus "discret" que son aîné ? On se souvient sans doute de la polémique, pas toujours désintéressée, que suscita le supersonique franco-britannique : l'avion était trop bruyant pour qu'on l'autorise à atterrir sur les aéroports américains ; ses bang allaient semer la panique dans tous les territoires survolés, faire couler les bateaux de pêche, etc. C'est tout juste si on ne l'accusa pas de détraquer le temps !

Le problème des nuisances acoustiques a été pris très au sérieux par les concepteurs de l'ATSF. Bien que les moteurs dont il a été question plus haut soient par nature plus silencieux que ceux de Concorde, il a été demandé à la SNECMA d'explorer tous les moyens susceptibles de réduire encore davantage les bruits de fonctionnement aux abords immédiats des aéroports. L'objectif à atteindre est de ne pas dépasser 100 décibels (contre 118 à Concorde).

Quant au bang que fait l'avion lorsqu'il passe le mur du son, il correspond généralement à une surpression de l'air de 1 hectopascal (1 millibar), la plupart du temps inoffensive pour les régions survolées. Dans certains cas cependant (en montée ou en virage), il peut se produire un phénomène de focalisation engendrant des sauts de pression instantanés de 4 ou 5 hectopascals. De tels sauts peuvent provoquer au sol des dégâts considérables. Aussi, pour les éviter, les avions supersoniques doivent-ils impérativement rester en régime subsonique aussi longtemps qu'ils survolent des zones à haute densité de population.

Comme on n'a pas encore trouvé le moyen de réduire l'empreinte au sol des surpressions liées aux ondes de choc — et il y a peu de chances qu'on y parvienne avant la mise en service de l'ATSF —, il faudra que le successeur de Concorde respecte lui aussi la règle en vigueur, à savoir l'interdiction de passer en régime supersonique (ou de revenir en régime subsonique) au-dessus des régions très habitées. Toutefois, en raison de l'allongement de son rayon d'action, l'appareil pourra se permettre, si la géographie s'y prête, de faire un détour pour rechercher des zones à faible densité de population et voler le plus longtemps possible en régime supersonique.

Voilà tout ce que l'on peut dire en ce début d'année sur le dauphin de Concorde. Bien entendu, son accession au trône est désormais tributaire de son financement. Jusqu'ici, les entreprises qui s'en sont occupées l'ont fait sur fonds propres et grâce aux crédits du SGAC (secrétariat général à l'Aviation civile). Mais la réalisation d'un programme comme celui-là est hors de portée de ce que peut raisonnablement consentir un seul pays. Alors, Dieu seul sait quand et avec qui sera engagée la construction du supersonique de deuxième génération. Mais, à propos, "Dieu" n'est-il pas à l'Elysée ?

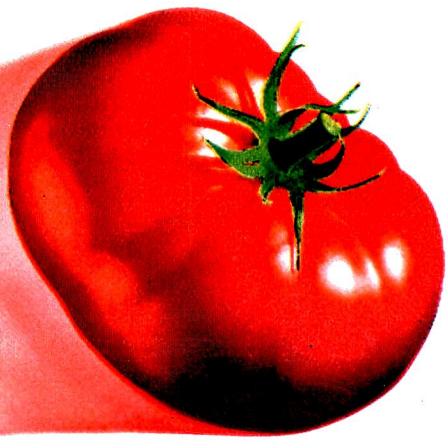
Serge Brosselin

(1) Le système adopté serait le "Différentiel NAVSTAR", capable de donner une position à 1 mètre près.

(2) Le maître couple est la section de surface maximale, perpendiculairement au sens du déplacement. En d'autres termes, le M-6743, en raison de son calibre, risque d'opposer une plus grande résistance à l'avancement.

Quand c'est bon,
on applaudit.

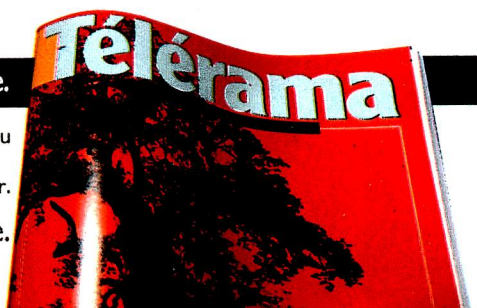
Quand c'est mauvais,
on siffle.



Musiques – Cinéma – Livres – Radio – Télé.

Chaque semaine dans Télérama toutes les émotions sont au programme, clairement indiquées et passionnément discutées. Des critiques qui donnent du relief à vos loisirs et du plaisir à choisir.

Télérama : l'intelligence critique.



MARIE & A.

FIAT

36.15 + FIAT.

Le progrès

M.A.O.

FIAT TIPO. NÉE POUR

Guidés par l'intelligence de l'homme, les robots construisent la Fiat Tipo avec des gestes d'une infinie précision.

Aujourd'hui, l'automation permet de garantir, à un degré jamais atteint, qualité et fiabilité.

habite la Fiat Tipo.

La Fiat Tipo a l'air robuste. Elle l'est, au-delà des normes habituelles.

Sa coque a été conçue à l'aide de programmes informatiques d'une immense complexité. Résultat : une structure simplifiée particulièrement solide et endurante.

La Fiat Tipo a été élue voiture de l'année 1989 par un jury indépendant de 58 journalistes de 17 pays européens.

VOITURE DE L'ANNÉE 1989

100% des éléments de carrosserie exposés à l'air sont galvanisés double face. Résultat : une totale protection contre les risques de corrosion.

Autant que le talent des stylistes, la force innovatrice qui se dégage de la Fiat Tipo reflète la façon dont elle a été pensée, conçue, construite. Et voulue par Fiat pour être une voiture de référence pour les années à venir.

Aux modèles 1400, 1600 et Diesel 1700, s'ajoute un fabuleux turbo Diesel.

MARQUER SON TEMPS.

LE TGV NOUVEAU EST ARRIVÉ

Déjà acheté par l'Espagne alors qu'il n'entrera en service qu'à la fin de l'année, et connu pour être capable de dépasser 400 km/h, le TGV Atlantique est bien plus qu'un TGV normal amélioré : c'est en tout point un engin complètement nouveau.

PAR RENAUD DE LA TAILLE

Apart la teinte générale, qui, d'orange devient bleue, rien ne distingue le nouveau TGV Atlantique de l'habituel TGV Sud-Est : même silhouette, même profil, même type de voies enfermées entre deux grillages, et ainsi de suite. Il faut vraiment être très attentif pour noter que le carénage avant n'est pas strictement identique ou qu'il y a maintenant 10 wagons entre les deux motrices au lieu de 8 avant.

Par contre, on sait qu'il ira plus vite : 300 km/h au lieu de 270 km/h. En vérité, le TGV A ne se contente pas de ces 30 km/h de mieux : par rapport au TGV normal, c'est un train complètement différent sous un habillage voisin. Les moteurs sont nouveaux (plus légers mais deux fois plus puissants), les freins ont une efficacité supérieure de 70 % et possèdent un système d'anti-blocage, la suspension est pneumatique, les wagons sont plus légers, la sécurité est encore renforcée, et ainsi de suite.

Toutefois la structure de base a été maintenue : c'est elle qui constitue la clef du système TGV et s'est avérée, à l'usage, d'une remarquable efficacité. La rame automotrice forme un ensemble homogène ayant deux motrices encadrant une série de wagons articulés avec un bogie entre deux caisses ; on est maintenant habitué à cette conception qui délaissait la coutume d'une locomotive tirant (ou poussant) un nombre variable de wagons, chacun d'eux étant autonome grâce à ses deux bogies et pouvant donc très bien se passer du voisin.

La rame articulée type TGV offre des avantages essentiels aussi bien du point de vue aérodynamique (moins de bogies et espace réduit entre wagons, donc moins de remous) que pour l'agrément des voyageurs. On a donc conservé aussi les bogies de 3 m et le moteur suspendu à la caisse relié aux essieux par un réducteur et un joint homocinétique, dit tripode, exactement semblable à celui qui équipe les voitures.

Pour le reste, le TGV Atlantique va très au delà du TGV standard, que ce soit en matière de performances, de confort ou de rendement ; il constitue pour la SNCF — et pour ceux qui, comme l'Espagne, en feront l'acquisition — une nouvelle génération de matériel à grande vitesse. Il faut bien voir en effet que passer de 270 à 300 km/h pose autant de problèmes que de passer de 200 à 260.

Les 200 km/h en vitesse commerciale ont débuté en 1967 avec le Capitole, qui allait de Paris à Toulouse ; 14 ans plus tard, en 1981, on roulait à 260, mais avec un matériel radicalement nouveau qui rompait complètement avec la tradition d'une locomotive unique tirant une série de wagons : le TGV était un ensemble intégré regroupant motrices et wagons dans un même bloc articulé.

Augmenter la vitesse peut sembler a priori assez simple : il suffit d'augmenter la puissance de traction. En réalité il n'en est rien ; il serait techniquement possible de faire une locomotive assez puissante pour tirer une dizaine de wagons Corail à 300 km/h sur la ligne Paris-Rouen, mais le train dérailleraient bien avant d'atteindre cette vitesse. Pour deux raisons majeures, la voie et les bogies.

Atteindrait-il cette vitesse

LE TGV ATLANTIQUE

- Rame de 10 voitures encadrées par 2 motrices.
- Longueur : 238 m.
- Masse en charge : 490 tonnes.
- Puissance : 10 400 kW (14 000 ch).
- Capacité : 485 fauteuils + 37 strapontins.
- Distance d'arrêt à 300 km/h : 3 300 m.

C'est le modèle réduit (Jouef HO, 600 F) qui ouvre la voie Sud-Ouest que le TGV Atlantique empruntera à 300 km/h dès septembre.

sans sortir des rails que se poserait le problème du freinage. En fait, toute amélioration de la vitesse exige de travailler simultanément sur un ensemble de paramètres tout en conciliant des exigences contradictoires. Ainsi, pour aller plus vite il faut être plus léger (inertie des masses à lancer et à freiner, tenue des voies) et plus puissant ; mais pour passer plus de puissance il faut être plus lourd.

Tout le problème vient de ce que les forces mises en jeu varient comme le carré de la vitesse, tandis que la puissance nécessaire croît comme le cube (par exemple de 100 à 200 km/h il faut un matériel dont tous les paramètres de résistance ont été multipliés par 4 avec une puissance multipliée par 8). Cela explique que le TGV Atlantique, qui a gagné 11 % en vitesse de 270 à 300 km/h, s'est heurté à une résistance aérodynamique supérieure de 23 %, d'où une augmentation de puissance de 36 %.

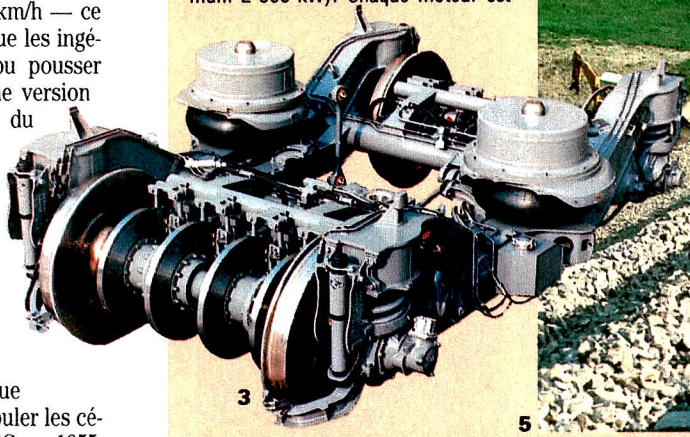
En pratique, il a donc fallu tout changer, et veiller à ce que tout suive : la suspension, la stabilité, le

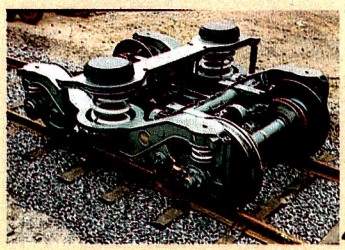
confort, le freinage, la signalisation et autres. Par chance, c'est la voie qui a posé le moins de problèmes dans la mesure où les lignes TGV avaient été conçues, dès le départ, pour des vitesse supérieures à 300 km/h — ce qui explique que les ingénieurs aient pu pousser récemment une version expérimentale du TGV A sur les lignes sud-est à plus de 400 km/h.

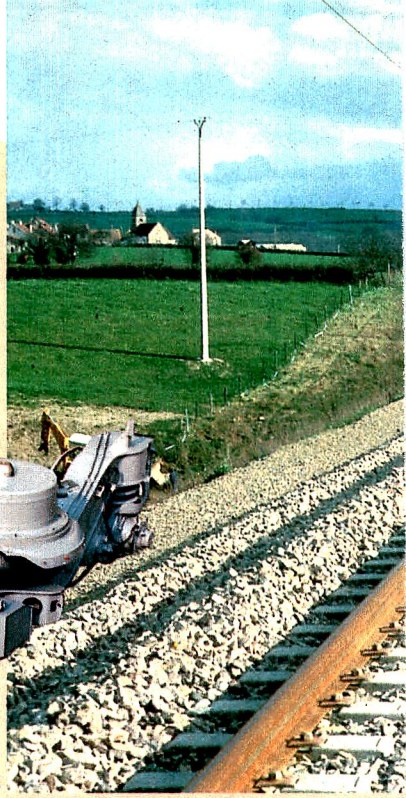
Mais il faut garder en mémoire que quand on fit rouler les célèbres BB et CC, en 1955, à 331 km/h sur un tronçon bien droit des Landes, la ligne était complètement ondulée après le passage de chacun de ces trains expérimentaux, et bonne pour une réfection totale. Comme nous le verrons, les chocs latéraux transmis par les bogies deviennent énormes à ces allures — ils croissent comme le carré de la vitesse.

DU CAPITOLE, 200 km/h, AU TGV ATLANTIQUE, 300 km/h.

Courant alternatif 25 000 V et moteur autosynchrone (1) ont permis de réduire le poids et l'encombrement du bogie moteur TGV A (puissance maximum 2 800 kW). Chaque moteur est accroché à la caisse, donc suspendu, avec liaison tripode homocinétique (en rouge). En (2), courant continu et moteur série de gros diamètre pour le bogie de cette locomotive BB de 88 tonnes. La puissance par bogie est de 2 200 kW, mais au prix d'un encombrement important et d'une suspension rudimentaire ; moteur et réducteur sont encore liés au bogie.


3


4


5

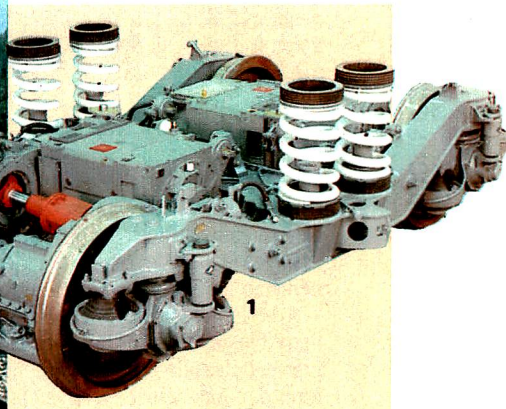
La voie TGV est donc incomparablement plus lourde, plus stable et mieux rectifiée qu'une voie standard. Pour commencer, elle utilise des rails en acier spécial de 60 kg/m, alors que les rails standard font 45 ou 50 kg par mètre. Elle est ensuite mieux ancrée au sol, et très soigneusement contrôlée en alignement et en parallélisme : il faut toute la précision des moyens optiques pour vérifier qu'une ligne est vraiment droite à quelques millimètres près sur des kilomètres. Au total, chaque kilomètre de voie TGV représente 4 000 tonnes de ballast, 1 600 traverses pour une masse totale de 392 tonnes, et 120 tonnes de rails.

La ligne étant conçue dès le départ pour aller très vite, il restait ensuite à trouver la puissance nécessaire. Or, contrairement à ce que l'on pourrait penser en voyant la taille imposante d'une locomotive, il y a très peu de place pour les moteurs : dans la caisse il n'y a que des transformateurs, des ventilateurs, des redresseurs et autres modulateurs de courant.

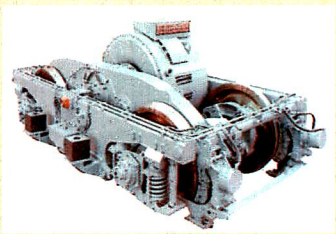
Les moteurs sont complètement en dessous, entre les roues des bogies, ce qui leur laisse peu d'espace vu qu'il faut y mettre aussi les engrenages réducteurs et le boîtier de transmission. Ceux du TGV Sud-Est sont des moteurs à courant continu avec collecteur et balais faisant chacun 550 kW (soit 750 ch). Pour le TGV Atlantique, on a retenu la solution beaucoup plus performante des moteurs autosynchrones, deux fois plus puissants (1 100 kW, soit 1 500 ch) tout en étant plus légers (1 430 kg).

Ce type de moteur, dont l'invention est à porter au crédit de M. Lavet, a été longuement décrit ici (voir *Science & Vie* n° 762 mars 81, n° 765 juin 81, n° 788 mai 83) et nous n'y reviendrons que brièvement ; précisons qu'il équipe aussi les nouvelles locomotives Sybic de la SNCF. Le principe est le suivant : on peut faire tourner l'aiguille d'une boussole en faisant tourner un aimant autour, ou en disposant 3 bobinages en triangle dans lesquels circule un courant alternatif qui va engendrer un champ magnétique tournant.

En pratique, on remplace l'aiguille de boussole



1



2

6

Chaque point d'articulation de la rame TGV A est porté par un bogie d'architecture nouvelle (**3**) dont chaque essieu est muni de 4 disques spéciaux pour freiner la rame à 300 km/h. Le bogie porteur (**4**) d'un wagon Corail, un matériel pourtant déjà évolué avec suspension triangulée, ne comportait qu'un disque de freinage par roue, solution suffisante de 160 à 200 km/h.

En (**5**), la voie du TGV qui est équipée de rails lourds sur traverses béton-acier et qui est rectifiée par moyens optiques au millimètre près. D'un autre côté, les trains Corail les plus rapides circulent toujours sur des voies (**6**) dont l'aspect n'a guère changé en 100 ans, même si les rails sont plus gros et plus rigides qu'autrefois.

par un rotor muni de bobinages, et on a un moteur synchrone. L'ennui, c'est que ce moteur, dont le rendement est excellent, ne démarre pas seul et ne tourne qu'à un seul régime, celui correspondant à la fréquence du courant. Il ne démarre pas pour la raison que le champ magnétique engendré dans le stator tourne d'emblée au rythme imposé par la fréquence (3 000 tr/min pour 50 Hz) et que l'inertie du rotor s'oppose à ce qu'il passe instantanément de l'arrêt à la vitesse de 3 000 tr/min.

Ce qu'il fallait, c'est que le champ commence par tourner tout doucement pour entraîner le rotor et lui faire gagner progressivement de la vitesse ; le courant alternatif d'alimentation aurait dû passer peu à peu de la fréquence zéro à sa fréquence normale, cette montée de cadence restant en accord continu avec la vitesse du rotor. Une tâche impossible avant l'arrivée des semi-conducteurs, qui permirent de moduler à volonté la fréquence du courant.

Quant au moteur autosynchrone, il reçoit au départ un courant dont la fréquence est quasiment nulle, et le champ tourne imperceptiblement en entraînant le rotor sur une minuscule fraction de tour ; un capteur placé sur ce rotor détecte cette amorce de rotation et commande l'alimentation de façon à ce que le champ d'entraînement tourne un peu plus et précède toujours le rotor, le tirant ainsi jusqu'à sa vitesse d'utilisation. Il y a rétroaction constante entre la rotation du champ et celle du rotor. Sous cette forme, dite aussi à commutation électronique, ou synchrone auto-pilotée, le moteur n'a plus que des avantages : couple maximal au démarrage comme le moteur série à collecteurs qui équipe la plupart des locomotives classiques (y compris les modèles réduits), rende-

VITESSES RECORD SUR RAIL

— 1955 : 331 km/h locomotives CC 7907 et BB 9004
— 1981 : 380 km/h TGV Sud-Est
— 1988 : 406,9 km/h, I.C.E. allemand
— 1989 : 450 km/h, TGV A (en préparation)

ment très élevé, grande puissance par rapport au poids et simplicité de construction.

En usage ferroviaire, un autre avantage apparut de suite : le moteur étant logé à plat entre deux roues, sa longueur reste limitée par l'écartement des essieux, eux-mêmes tenus de rester entre les deux rails (1,435 m). Il y a donc tout intérêt à ce que cette longueur soit exploitée au maximum par les électro-aimants du rotor, ce qui ne pouvait être le cas avec le moteur continu dont le collecteur prend déjà une part appréciable de cette place.

Avec le moteur autosynchrone, il n'y a plus que deux bagues lisses étroites et les électro-aimants peuvent être allongés en conséquence, d'où un surcroît de force motrice à longueur égale. C'est ainsi qu'on a pu arriver à loger entre chaque essieu un moteur dont la puissance maximale est de 1 300 kW — 1 750 ch. Comme il y a deux essieux par bogie moteur, deux bogies par motrice, et deux motrices par rame, un TGV Atlantique dispose de 14 000 ch au démarrage et de 12 000 ch en régime continu, quand le TGV Sud-Est n'en avait que 7 000.

En pratique, les moteurs peuvent être poussés jusqu'à 1 400 kW, soit 1 900 cv, ce qui assure à une rame expérimentale courte une puissance de 11 200 kW (15 200 ch) : il y a là de quoi dépasser allègrement 400 km/h. Or le train expérimental allemand I.C.E. vient de porter le record de vitesse à 406,9 km/h alors que les records sur rail étaient toujours restés français. Orgueil national oblige, il sera tentant de pousser le TGV à bien plus loin, autour de 450 km/h : c'est faisable.

Restait encore à pouvoir utiliser cette énorme puissance, autrement dit à assurer une stabilité parfaite de toute la rame à 300 km/h et même beaucoup plus — la marge de sécurité doit se situer bien au delà de la vitesse commerciale. Or si on dit couramment d'une voiture à la tenue de route irréprochable qu'elle roule comme sur des rails, on oublie que cette impeccable tenue en ligne des trains est l'aboutissement de plusieurs décennies de recherches.

Pour commencer, l'équilibre intrinsèque d'un essieu en acier roulant sur des rails en acier est obtenu par des roues dont le profil de roulement est conique, et une voie dont les deux rails porteurs sont inclinés vers l'intérieur — une bille posée sur un rail descend toute seule vers l'intérieur de la voie. Le wagon sur la voie est de ce fait un peu comme une bille dans une cuvette : de lui-même il tend à rester entre les deux rails.

Le bogie, qui comprend deux essieux et donc quatre roues, tend lui aussi à reprendre son meilleur équilibre dès qu'il en est écarté par une perturbation quelconque. Ces perturbations étant permanentes, il en découle qu'il oscille sans cesse d'un petit angle autour de la verticale et de droite à gauche latéralement. Ce mouvement de lacet tend à s'amplifier avec la vitesse, et il est nuisible à la fois au confort, à la tenue de la voie et à la stabilité globale de la rame.

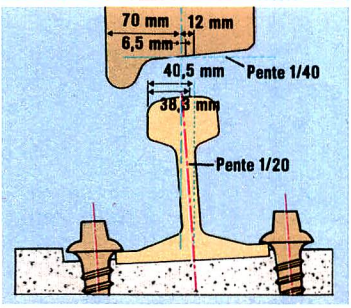
Pour des vitesses devant dépasser sans incident 300 km/h, ce problème de la tenue du bogie fut un point difficile. Gardant l'empattement long (3 m) qui s'était avéré efficace sur le TGV Sud-Est, il fallut retravailler toutes les liaisons entre essieux et bogie, et entre bogie et rame. Par principe, il y a intérêt à ce que le bogie soit léger : d'une part il constitue la seule masse non suspendue, et d'autre part les oscillations d'un ensemble léger transmettent moins d'efforts à la voie.

Le bogie moteur n'a déjà plus à supporter directement le poids des moteurs puisque ceux-ci sont accrochés à la caisse, la transmission s'effectuant par un double joint tripode homocinétique. Mais on verra sur nos documents qu'il y a tout un ensemble complexe de liaisons élastiques entre les roues et les bogies pour assurer la tenue axiale (contraintes de traction du convoi), verticale, latérale, et enfin angulaire (lacet).

L'ordinateur n'a pas été de trop pour maîtriser tous ces paramètres ; les bogies porteurs, qui tiennent chacun deux extrémités de wagons, ont la même taille et la même stabilité que ceux des motrices. Mais, une fois ce point réglé, il restait à garantir le confort en isolant les voitures des oscillations propres aux bogies. Un anneau porteur fait la liaison entre deux

RAILS-ROUES : LA STABILITÉ

Contrairement aux apparences, le rail n'est pas piqué tout droit sur la traverse : il est légèrement penché vers l'intérieur. L'ensemble des deux rails forme alors une cuvette et l'essieu, avec ses deux roues, tend de lui-même à suivre le milieu de la ligne. C'est de là que les trains tiennent leur étonnante stabilité intrinsèque. Mais il faut pour cela que le cône de la roue soit tracé en fonction géométrique du profil de rail, une épure qui demande beaucoup de travail comme on le voit sur ce dessin du contact roue-rail sur le TGV-A.

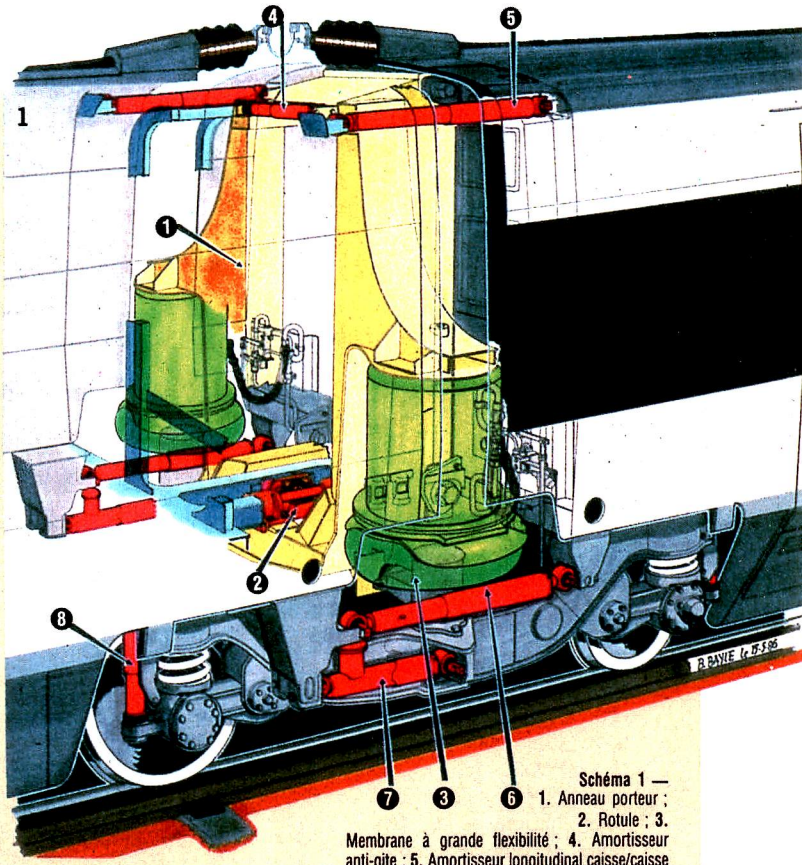


LA RAME ENTIÈRE SUR COUSSINS PNEUMATIQUES

Les motrices TGV A, qui pèsent 20 tonnes de moins qu'une locomotive classique en étant plus puissantes (7 600 ch au maxi), ont été redessinées pour avoir une meilleure pénétration aérodynamique. Elle comporte deux pantographes pour l'alimentation en 1 500 V continu ou 25 000 V alternatif.

Grâce à l'utilisation d'aciers spéciaux à haute résistance et de moteurs autosynchrones, on a pu réaliser un véritable exploit technique : une motrice TGV bicourant de 8 800 kW (6 000 ch) en régime continu répondant aux exigences de la SNCF — pas plus de 17 tonnes par essieu — puisqu'elle ne pèse que 67,8 daN. Une telle puissance sous une masse ne dépassant pas 68 tonnes était impensable il y a seulement quelques années.

Quant à la suspension pneumatique dont on a le détail ci-contre, elle assure à 300 km/h un confort comparable à celui d'un wagon Corail à 160 km/h : on peut maintenant écrire une lettre dans le TGV sans crainte d'avoir des griffures à chaque ligne. Qui plus est, le roulis assez lent qui apparaissait dans le TGV Sud-Est vers 250 km/h et qui gênait beaucoup certains voyageurs a été éliminé dans le nouveau TGV Atlantique, même à 300 km/h.



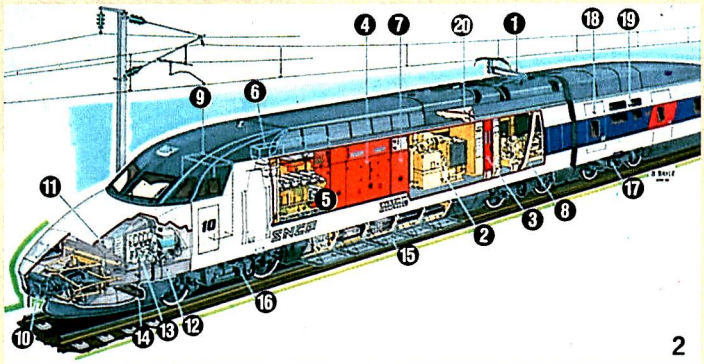


Schéma 1 — **1.** Anneau porteur ; **2.** Rotule ; **3.** Membrane à grande flexibilité ; **4.** Amortisseur anti-gite ; **5.** Amortisseur longitudinal caisse/caisse haut ; **6.** Amortisseur longitudinal caisse/caisse bas ; **7.** Amortisseur anti-lacet ; **8.** Amortisseur anti-galop. **Schéma 2** — **1.** Pantographe type "GPU" ; **2.** Transformateur principal ; **3.** Bloc commun (disjoncteur continu, capacité de filtre principal) ; **4.** Bloc moteur (régulation par microprocesseurs ; **5.** Enceinte fréon pour le refroidissement des semiconducteurs de puissance ; **6.** Rhéostat de freinage ; **7.** Bloc d'alimentation en énergie secondaire ; **8.** Compresseur principal ; **9.** Armoire de cabine (équipements de sécurité et ordinateur de bord) ; **10.** Attelage automatique ; **11.** Bouclier d'absorption des chocs ; **12.** Eléments principaux du chassis en acier à haute limite élastique "HLE" ; **13.** Panneau de comande du freinage ; **14.** Capteurs de signalisation ; **15.** Coffres d'appareillage ; **16.** Bogie moteur type Y 300 ; **17.** Bogie porteur type Y 237 B ; **18.** Compartiment bagages ; **19.** Compartiment voyageurs ; **20.** Toiture alliage léger.

wagons, et il repose sur le bogie par l'intermédiaire d'une toute nouvelle suspension pneumatique.

Chose paradoxale, les amortisseurs sont pour la plupart horizontaux ; cela découle du fait que les oscillations de chaque caisse se font par flexion. comme une planche sur laquelle on marche, et qu'elles se traduisent par des mouvements horizontaux entre wagons successifs. La suspension pneumatique, outre l'équilibre dynamique qu'elle donne à l'ensemble de la rame articulée, assure à 300 km/h un confort équivalent à celui d'un wagon Corail à 160, lequel était considéré comme une juste référence.

Bien que l'allégement ait été considérablement poussé — éléments en alliage léger, utilisation d'aciers à haute limite élastique — une rame complète de TGV A (2 motrices + 10 wagons) représente en charge normale une masse de 490 tonnes. Or cette masse, après l'avoir lancée à 300 km/h, il faut être en mesure de l'arrêter sur une distance raisonnable — moins de 3 500 m en urgence. Inutile de dire que les systèmes habituels (1 frein par roue) ne suffisaient pas.

Les motrices, pour leur part, disposent de deux systèmes : des patins frottant sur les roues, et surtout les moteurs de traction travaillant cette fois en génératrices et débitant sur un rhéostat. En effet, le

moteur synchrone est aussi par nature un alternateur qu'on peut faire débiter dans une résistance passive ; il suffit pour cela de lui envoyer un courant d'excitation, après avoir bien sûr coupé l'alimentation normale. Toute l'énergie de freinage se retrouve en chaleur dans la résistance, et l'effort de ralentissement correspond aux 3/4 de l'effort obtenu en traction.

Cela ne suffirait évidemment pas à ralentir en force les 490 tonnes d'une rame bien lancée. Pour cela, chaque essieu est équipé de 4 disques de freinage, ce qui fait 88 disques en action pour le train entier. Ces nouveaux freins à disques de haute puissance présentent en plus l'avantage de pouvoir fonctionner sans ventilation, d'où une diminution de la résistance aérodynamique de 3 %. Au total, l'énergie de freinage est supérieure de 70 % à celle de la première génération de TGV.

Nous laisserons un peu de côté l'électronique de puissance installée dans les motrices, car ce domaine réclamerait à lui seul plusieurs pages d'explications ; cette électronique a pour but de transformer le courant apporté par la caténaire (25 000 volts alternatif ou 1 500 volts continu, et un pantographe spécialisé pour chacune de ces tensions) en courant ondulé propre à alimenter les moteurs autosynchrones.

L'informatique de sécurité est plus abordable. Outre la lecture automatique de la signalisation et des opérations de contrôle, de nombreux microprocesseurs assurent en continu la vérification de tout ce qui concerne la sécurité du matériel ; c'est ainsi que les fonctions vitales du train — freins, stabilité des bogies, signalisation embarquée, fonctionnement correct des équipements de traction et de transmission, températures des essieux et autres — font l'objet d'une surveillance permanente, avec lancement automatique et périodique de tests de ces fonctions de surveillance. En ce domaine, le TGV A marque, là encore, un progrès significatif.

Décrire l'aménagement serait assez fastidieux dans la mesure où 10 colonnes de texte ne remplacent pas le coup d'œil donné sur place. Disons seulement que tout a été amélioré par rapport au TGV SE, autant dans la qualité du décor que dans la diversité des espaces pour répondre à la plupart des demandes : petit salon en 1re classe, compartiments aménagés pour les familles et pour les groupes, espace pour les enfants, nurserie pour les tout petits, cabines téléphoniques, etc.

Considérant que ce TGV permet des temps de parcours équivalents à ceux de l'avion sur des distances de 300 à 900 km, il fallait toutefois qu'il reste un train par ailleurs normal, en offrant au voyageur la qualité et la diversité des espaces, la pluralité des services annexes, que ce moyen de transport sait proposer.

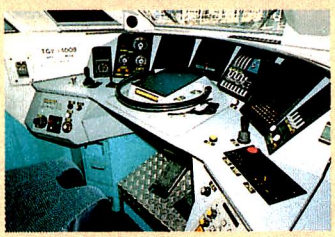
La couleur, nous l'avons dit, a changé aussi : bleu et gris métallisé — ce qui n'a pas été sans poser des problèmes délicats, car une chose est de peindre une auto de 4,5 m avec ces peintures à pigments métalliques, et une autre d'en couvrir une rame de 238 mètres. Le résultat est incontestablement très

LA SÉDUCTION DU SILENCE ET DU CONFORT À 300 km/h

Le salon des premières classes (1) ne déparerait pas un transatlantique : agrément du décor, confort, vision panoramique et la télévision en plus.

Dans la cabine de conduite (2), le volant est en réalité l'accélérateur, c'est lui qui permet d'atteindre de telles vitesses : en le tournant, on augmente la puissance aux roues ; le conducteur a sous les yeux tous les paramètres de son convoi (vitesse, ampérage, tension, températures des organes moteurs, des essieux, des freins) et tous ceux de la signalisation. L'ensemble est automatisé et contrôlé en continu par microprocesseurs : prime à la sécurité.

1



2

réussi, et pour l'esthétique, le TGV Atlantique a séduit tout le monde — y compris les amateurs de modèles réduits : fabriqué exclusivement par Jouef, le TGV Atlantique en HO roule depuis quelques mois alors que son homologue grandeur nature ne sera en service qu'à partir de septembre.

Pour le voyageur, comparé au TGV habituel, il apporte 30 % de capacité en plus (522 places par rame), une vitesse relevée de 270 à 300 km/h, la disparition du roulis à grande vitesse qui gênait beaucoup certaines personnes, et offre en grand ce qu'on peut attendre aujourd'hui des liaisons ferroviaires : silence-vitesse-sécurité.

LES VITESSES MAXI DES TRAINS DE VOYAGEURS

— 1950 : 140 km/h sur Paris-Lyon, locomotive 2D2
— 1957 : 150 km/h sur Paris-Marseille, CC 7100
— 1965 : 160 km/h sur Paris-Bordeaux, BB 9200
— 1967 : 200 km/h sur Paris-Toulouse, CC 6500
— 1981 : 260 km/h sur Paris-Lyon, TGV Sud-Est
— 1983 : 270 km/h sur Paris-Lyon, TGV Sud-Est
— 1989 : 300 km/h sur Paris-Nantes, TGV A

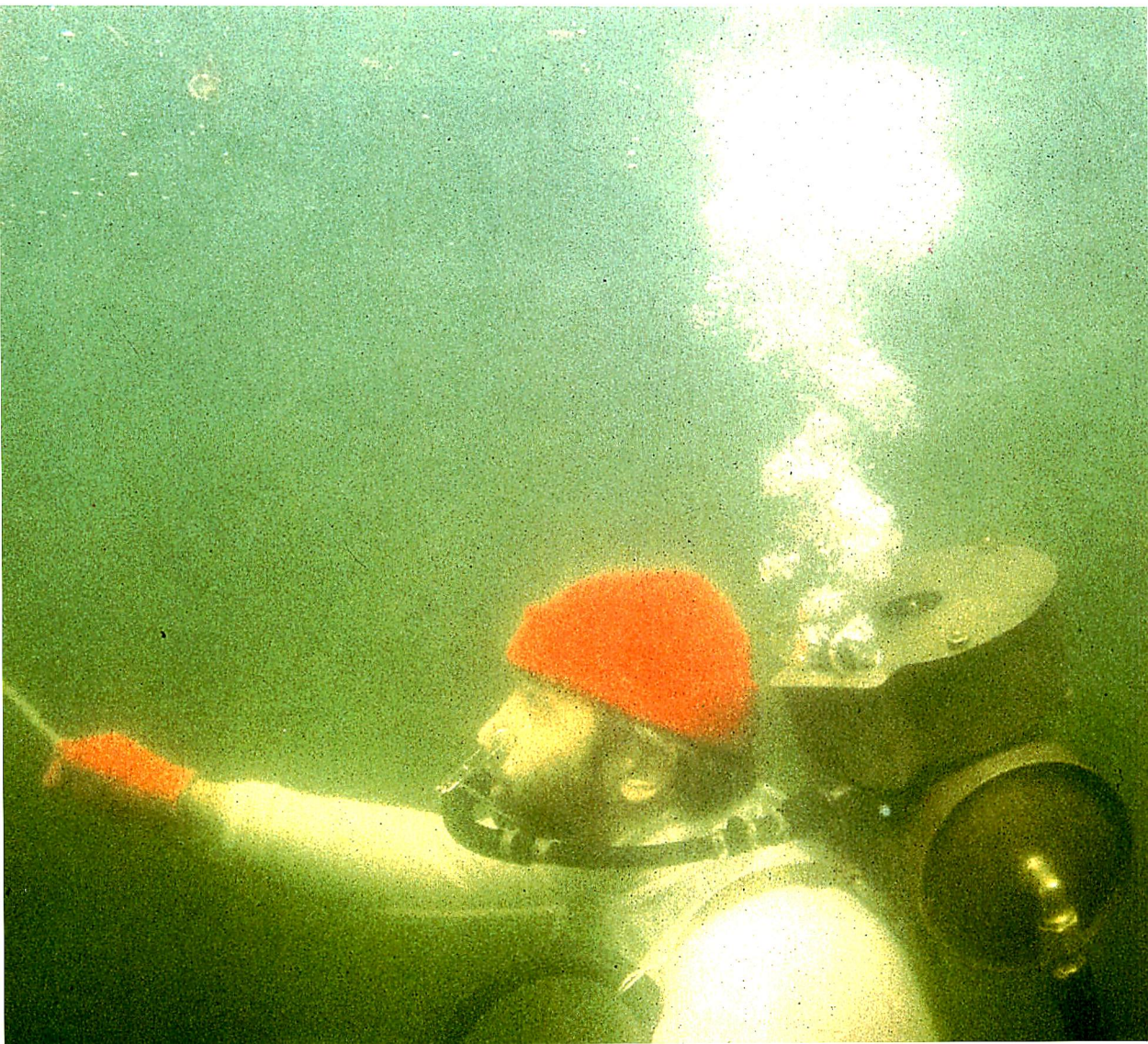
Pour la SNCF — et pour les compagnies étrangères qui l'achèteront — c'est aussi une bonne affaire : maintenance plus simple, automatisme des contrôles et rendement financier — l'adoption des moteurs autosynchrones se traduit par une économie de 200 000 F par rame et par an sur la facture EDF. Vu de plus près, le bilan énergétique du TGV A mène d'ailleurs à une constatation amusante : il suffit de l'équivalent de 1,5 litre de carburant aux 100 km par voyageur transporté pour aller de Paris à Bordeaux en moins de 3 heures. Un record de consommation pratiquement impossible à battre vu la moyenne réalisée.

Renaud de La Taille

QUI A INVENTÉ LE SCAPHANDRE AUTONOME ?

PAR ROBERT STENUIT

On se trompe souvent sur la paternité des grandes inventions. Robert Sténuit, célèbre plongeur et écrivain, répare ici une injustice faite à l'histoire, et rend enfin à César ce qui lui appartient.



Vrai ou faux : le scaphandre autonome est une invention française ? Exact. Il a été conçu et développé de concert par un ingénieur et un officier de marine ? Exact. Qui sont-ils ? Le capitaine de frégate Jacques-Yves Cousteau et l'ingénieur Emile Gagnan. Faux.

La vraie réponse, contrairement à ce que croient la quasi-totalité des gens : ce sont l'ingénieur des mines Benoît Rouquayrol (1826-1875) et le lieutenant de vaisseau Auguste Denayrouze (1837-1883) qui ont fait breveter, en 1860-1865, le premier scaphandre autonome avec détendeur mécanique à membrane fonctionnant à la demande, utilisé avec succès dans le monde entier pendant près de 60 ans.

Il faut bien s'entendre sur la signification de "scaphandre autonome". Au sens large, ce terme définit tout dispositif respiratoire de plongée sous-marine comportant sa propre réserve de gaz respirable, et donc indépendant d'une alimentation venant de la surface. Plusieurs types d'appareils, comportant des risques et des inconvénients divers, entrent dans cette catégorie. C'est d'abord le scaphandre à circuit ouvert muni d'un réservoir d'air comprimé débité en flux constant ; il remonte à 1825, avec un brevet de l'Anglais W.H. James, qui déjà formulait le principe du vêtement à volume constant que Cousteau réinventera en 1946. Ou encore le scaphandre à circuit fermé qui fait respirer au plongeur un gaz recyclé, généralement de l'oxygène comprimé ou un mélange automatiquement dosé, le gaz étant purifié du CO_2 par son passage dans un produit absorbant, de la chaux sodée le plus souvent. Le premier prototype a été créé en 1842 par le Français Sandala, et aboutit aujourd'hui aux délicats appareils à dosage automatique électronique, utilisant un mélange oxyhélium ou oxygène-azote-hélium, coûteux et peu sûrs, ils sont réservés aux professionnels et aux militaires. Enfin, les Américains ont tenté de lancer il y a quelques années, sans succès commercial, des scaphandres cryogéniques débitant à la demande, en circuit ouvert, de l'air peu à peu regazéifié provenant d'un réservoir d'air liquide porté sur le dos.

Réservons plutôt l'expression "scaphandre autonome" au type d'appareil moderne utilisé universellement aujourd'hui en plongée sportive, avec sa bouteille d'air comprimé munie d'un système de détente, un détendeur mécanique débitant l'air comprimé à la demande et selon les besoins de la respiration. Ces besoins varient en fonction de la profondeur et de l'effort fourni. Le rôle du système de détente est d'apporter l'air au nez ou à la bouche du plongeur, exactement à la pression ambiante, de manière à rendre la respiration confortable et à éviter le gaspillage de l'air.

Aux XVIII[e] et XIX[e] siècle, des inventeurs ont obtenu ce résultat, avec plus ou moins de bonheur, à l'aide d'un réservoir-tampon intermédiaire — une vessie de porc souple ou un sac de toile imperméable. Ainsi l'"appareil pneumato-nautique" de Lemaire d'Angerville fut expérimenté par la Marine nationale en 1828-1829.

Ce scaphandre, une fois le débit réglé, fonctionnait assez correctement à profondeur constante, mais avec des variations continuelles et fâcheuses de la flottabilité, causées par l'expansion et la contraction de la vessie intermédiaire. Autre inconvénient : l'obligation de manipuler en permanence le robinet de remplissage de la vessie lorsqu'on changeait de profondeur.

Ces ennuis disparaîtront avec le détendeur mécanique automatique, mais à l'époque ils détermineront la Marine française à ne pas renouveler sa première commande de six appareils.

En 1860, Benoît Rouquayrol, en poste dans les

Quatre-vingts ans avant l'académicien Cousteau (**1**), Benoît Rouquayrol (**2**) et Auguste Denayrouze (**3**) déposaient, en 1860, le brevet original du scaphandre autonome. R. Sténuit a sorti cette invention du musée, pour la tester dans les conditions de l'époque (**4**).

Houillères de Decazeville, invente le "régulateur pour l'écoulement des gaz comprimés", pièce principale d'un appareil de secours d'urgence destiné aux mineurs pris dans une atmosphère irrespirable, après un incendie ou un coup de grisou. Le dispositif sera bientôt adapté pour servir dans les galeries de mine inondées et dans les puits. C'est alors qu'Auguste Denayrouze s'associe avec l'inventeur pour transformer cet engin amphibie en appareil de plongée sous-marine.

Le 14 avril 1860, Rouquayrol dépose un premier brevet (sous le n° 44 655) pour son "régulateur", qu'il décrit comme pouvant servir « tant dans l'eau qu'en atmosphère irrespirable », et qui comporte un étage de détente dans lequel une membrane actionne une tige dont le haut est évidé de manière à laisser passer l'air.

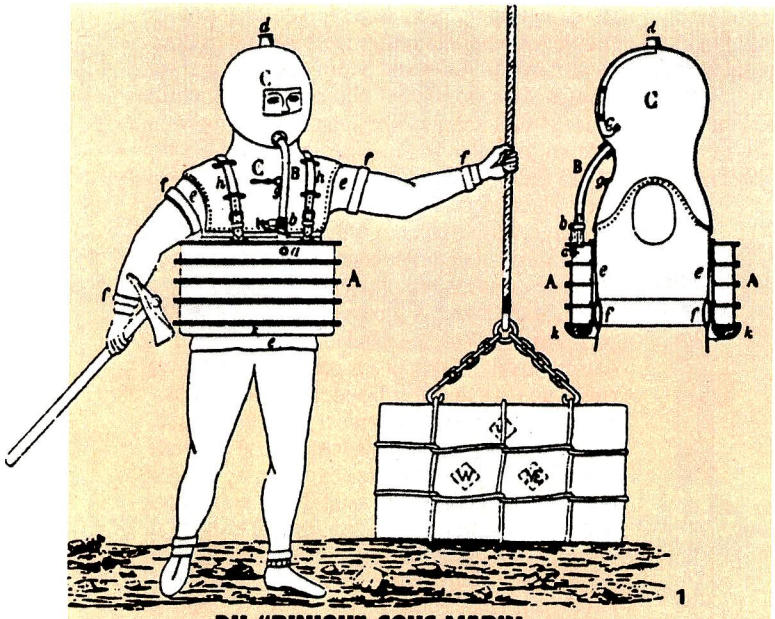
Le 6 janvier 1862, l'ingénieur introduit une nouveauté dans son brevet : le "fermebouche en caoutchouc vulcanisé fixé sur un bec métallique", qui permet de supprimer le casque du plongeur et s'emploie avec un pince-nez. Ainsi naît l'accessoire qu'on nomme aujourd'hui "embout buccal".

Les perfectionnements se succèdent. Le brevet du 11 mars 1864 mentionne quelques autres améliorations du scaphandre : un réservoir-tampon dans la version "narghilé", avec pompe manuelle en surface, ou un réservoir gonflé à 40 atmosphères — sans doute plus probablement 30 dans la réalité — pour la version autonome. Ce même brevet couvre encore une "pompe soufflante", qui comprime l'air sans trop le réchauffer, les corps de pompe étant mobiles, les pistons fixes et recouverts d'eau en permanence. Au fur et à mesure de son évolution, ce compresseur comprendra deux, trois, quatre cylindres, donc autant d'étages de compression.

Le système devient de plus en plus "sophistiqué". Le détendeur sera encore perfectionné par l'adjonction d'un clapet-soupape conique dans un corps de soupape rainuré, un ensemble qui rend plus souple l'alimentation en air sous l'action de la membrane, alors qu'elle répond aux effort d'inspiration du plongeur.

Par un brevet du 5 septembre 1865, le scaphandre se dote d'un sifflet avertisseur qui annonce la fin prochaine de la réserve d'air. Le 17 février 1866, le détendeur s'équipe d'un préfiltre en toile métallique « destiné à arrêter tout petit corps étranger ».

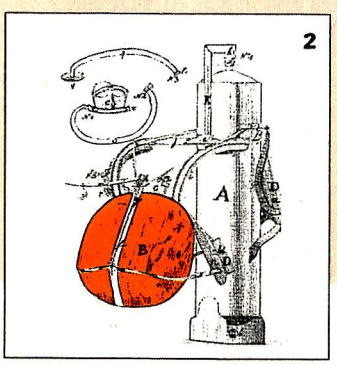
Jusqu'ici, les inventeurs pensaient envoyer sous l'eau des plongeurs à visage nu, les yeux non protégés. Naïveté étonnante, mais



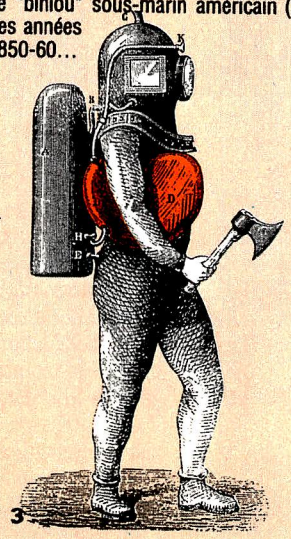
1

DU "BINIOU" SOUS-MARIN...

En 1825, l'Anglais W.H. James conçoit le premier scaphandre utilisant sa propre réserve d'air comprimé (1), mais on ne sait pas s'il fut jamais fabriqué. Trois ans plus tard, le Français Lemaire d'Angerville réalise le "pneumato-nautique" (2), testé — et finalement refusé — par la Marine nationale. Engin relativement sûr, sa pression devait cependant être réglée manuellement. De plus, le volume de sa vessie-régulateur (en orange), qui changeait avec la profondeur en provoquant des variations de flottabilité, limitait son utilisation à des profondeurs constantes. Plus fiable encore, fonctionnant selon le même principe, ce "biniou" sous-marin américain (3) des années 1850-60...



2



3

qui s'explique peut-être par le fait qu'ils étaient tous deux de l'Aveyron, pays des "cabussaïrs", ces braconniers qui plongeaient au fond des rivières à visage découvert et les yeux grand ouverts, prospectant les creux de roches, les dessous de souches ou les herbiers pour attraper à la main les poissons qu'ils avaient poussés à s'y réfugier. Un des premiers prospectus publiés par Rouquayrol et Denayrouze déclare que « l'eau est plus tonique que nuisible pour la vue ». Au tout début, les essais de l'appareil plongeur étaient effectués dans les eaux du Lot, sous le Pont Vieux d'Espalion, par des cabussaïrs aguerris qui tout naturellement travaillaient à visage nu.

Lorsqu'il a fallu commercialiser l'équipement sur le marché professionnel, en France et à l'étranger, de graves problèmes de vision sont apparus, liés à la salinité du milieu marin, à ses pollu-

... AU PREMIER SCAPHANDRE AUTONOME

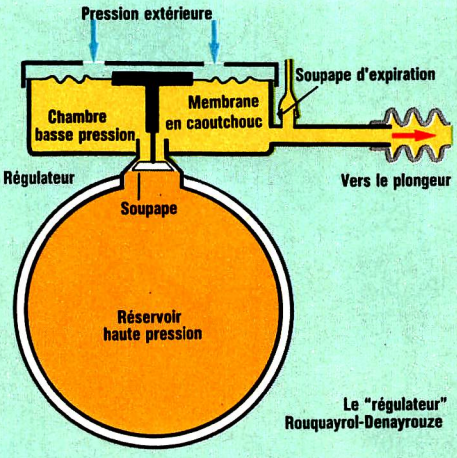
... Mais le premier scaphandre autonome de l'histoire est bien l'appareil Rouquayrol-Denayrouze. Inventé d'abord, en 1860, pour venir en aide aux mineurs en difficulté après un coup de grisou, il est amélioré pour être utilisé dans les mines inondées et les puits. Les perfectionnements se succèdent autour de sa pièce maîtresse, le "régulateur" (**voir encadré p. 100**), version originale des détendeurs actuels. Celui-ci permet de débiter l'air que transporte avec lui, le plongeur selon ses besoins et à la pression idoine. Parallèlement à la version "autonome" (**photo**), les inventeurs développeront une version "pieds lourds", avec ses accessoires (**schémas**), qui connaîtra un énorme succès commercial.

tions et ses basses températures. Les deux inventeurs s'avisèrent que le contact avec l'eau n'était pas aussi salutaire pour l'œil qu'ils l'avaient affirmé. Ils ont alors imaginé des correctifs techniques à ces difficultés. « Nous employons une petite cloche munie d'un grand verre. On peut y envoyer de temps en temps l'air d'expiration, qui fait descendre l'eau au-dessous des yeux... Nous nous servons aussi d'un masque en caoutchouc ou de lunettes semblables à celles des chauffeurs de chemins de fer... » On reconnaît ici les masques de plongée d'aujourd'hui.

Ils avaient aussi sous-estimé le problème du froid, pensant d'abord que de simples sous-vêtements en laine freineraient quelque temps la déperdition des calories corporelles. Mais ils ont ensuite tiré parti de l'invention, par l'Américain Charles Goodyear en 1843, du procédé de vulcanisation, qui rendait possible la fabrication de vêtements en caoutchouc ou en toile caoutchoutée parfaitement étanches. Le modèle de scaphandre autonome décrit par le brevet n° 63 606 du 27 juin 1864 devient maintenant : « un appareil donnant de l'air toujours à la pression ambiante quoique comprimé d'avance pour occuper un moindre volume... et pouvant comporter un habit en caoutchouc... avec un masque ou une petite cloche, isolément ou combinée avec l'habit... » On approche de l'uniforme de l'homme-grenouille.

Les deux associés utilisent les talents inventifs de Louis Denayrouze, le frère d'Auguste, qui apportera de nombreux perfectionnements à leurs matériels en créant de nouveaux et très précieux accessoires. Dans les années 1870, il met au point l'"aérophore", un appareil pour atmosphère irrespirable, une lampe de sûreté, un "cornet acoustique sous-marin" (1) qui sera peu après incorporé au casque du plongeur, une lampe à pétrole sous-marine alimentée en air, soit de la surface, soit par le réservoir du scaphandre autonome, via un détendeur à surpression constante. Plus tard, Louis produira les premières lampes électriques de plongée.

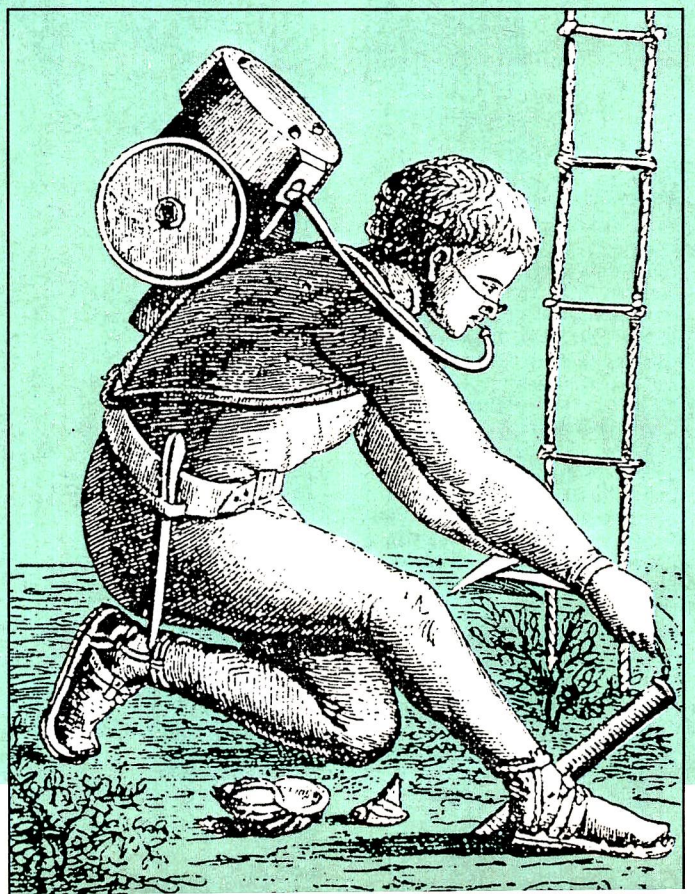
Rouquayrol et les frères Denayrouze auront pen-



Le "régulateur" Rouquayrol-Denayrouze

L'ORIGINAL...

Dans son principe, le détendeur Cousteau-Gagnan (1943...), est bien proche du détendeur Rouquayrol-Denayrouze (1860, 1864...). Dans les deux cas, l'air comprimé est emporté par le plongeur dans un réservoir — ou une "bouteille" aujourd'hui — fixé sur son dos. En inspirant, le plongeur va tendre une membrane qui va pousser une soupape, libérant ainsi l'air comprimé à haute pression du réservoir, pour le mettre à la pression ambiante. Cet air,



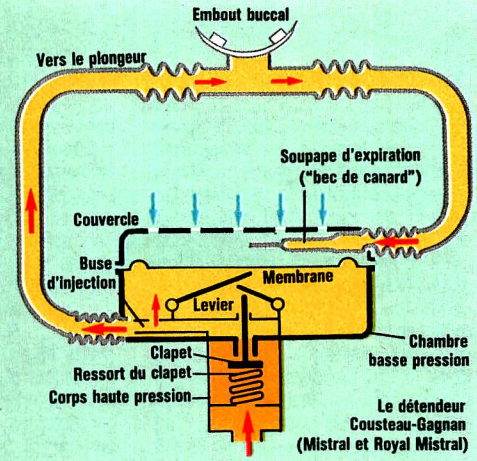
dant leur vie réalisé trois grands types de dispositifs. D'une part, "l'appareil respiratoire Rouquayrol", équipé du "régulateur de pression de gaz" breveté en 1860, suivi de l'"aérophore", tous deux destinés à l'emploi en atmosphère irrespirable. D'autre part, "l'appareil plongeur Rouquayrol-Denayrouze" mis sur le marché pour la première fois en 1864. Et enfin, le "scaphandre à casque Denayrouze", de type classique dit "pieds lourds" (2), créé en 1877 et commercialisé peu après avec un énorme succès, ce genre d'équipement où l'homme est entièrement enfermé et relié à la surface par une corde de sûreté, étant psychologiquement le plus rassurant pour les travailleurs en plongée. C'est en vendant ces scaphandres lourds de conception classique que nos inventeurs ont pu se faire une certaine fortune.

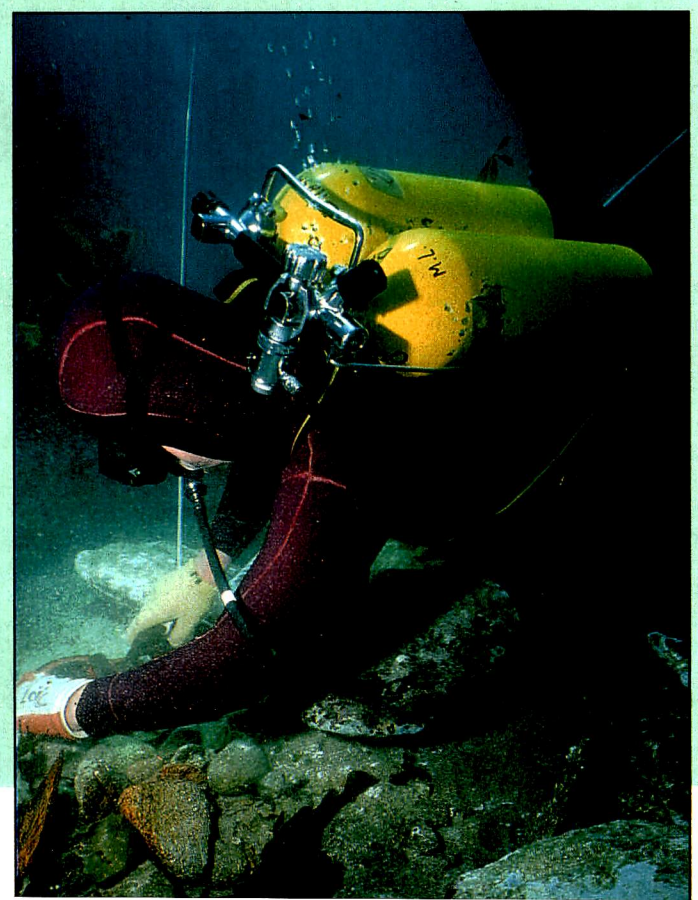
Leur "appareil plongeur", dans une version autonome, correspond exactement dans son principe au scaphandre autonome d'aujourd'hui, qui en descend en droite ligne. Il pouvait ainsi être utilisé avec une alimentation par pompe venant de la surface, à travers un gros tuyau en caoutchouc, avec l'avantage d'une longue durée de plongée mais l'inconvénient d'une grande gêne dans les mouvements. Le petit réservoir du premier "appareil autonome à basse pression", qui fournissait au maximum 8 litres d'air à la pression de 8 à 16 kg par cm², n'offrait pas une autonomie suffisante — moins d'un quart d'heure à 10 mètres —; aussi les inventeurs ont-ils construit un matériel plus important, "l'appareil respiratoire à haute pression", muni d'un réservoir de 35 litres, ce qui représentait entre 1 000 et 1 400 litres d'air à 30 ou 40 bars. Une telle réserve permettait d'atteindre brièvement la profondeur de 40 mètres ou de travailler plus d'une demi-heure à 10 mètres de fond.

Il fut vendu plus de 1 500 de ces scaphandres autonomes, qui restèrent présents sur le marché pendant près de 60 ans.

... ET SON DOUBLE

respiré par le plongeur, sera ensuite rejeté dans l'eau *via* une autre soupape. A l'inspiration suivante, le cycle reprendra, et il n'y aura pas d'air gaspillé entre les inspirations successives. Il y a fort à parier que, si l'on avait disposé, au XX^e^ siècle, de réservoirs maniables "gonflés" à 150 kg/cm² au lieu des 20 à 30 kg/cm² maxi de l'époque, le brevet Cousteau-Gagnan n'aurait jamais pu usurper la place, le succès et les honneurs du Rouquayrol-Denayrouze.





(1) Ce précurseur du téléphone a été reconstitué et essayé récemment par Robert Sténuit.
(2) Ainsi appelé parce que le scaphandrier est équipé de chaussures à semelles de plomb qui assurent sa stabilité.

La plongée récréative ou scientifique n'existant pas à l'époque, les principaux clients se recrutaient dans les différentes marines nationales, qui utilisaient le scaphandre à des fins de sauvetage ou pour l'entretien des carènes et la visite des hélices et des prises d'eau, où sa maniabilité et sa rapidité d'intervention le rendaient irremplaçable. Au début de ce siècle, en France, chaque vapeur emportait à son bord plusieurs de ces appareils, qui ont continué à figurer jusqu'en 1922 au catalogue des établissements Charles Petit et René Piel, successeurs de la société Rouquayrol-Denayrouze.

En 1926, donc bien longtemps après le début de notre histoire, un officier de marine, Yves Le Prieur (1885-1963), met au point un scaphandre autonome à manodétendeur, à flux constant en circuit ouvert, inspiré de l'appareil de Fernez mais alimenté par une bouteille Michelin, réservoir d'air comprimé alors très répandu dans les garages pour le "gonflage rapide des pneumatiques d'automobiles". Dans son autobiographie, *Premier de plongée*, il décrit l'expérience de nager librement sous les eaux, et se présente comme le premier homme au monde à avoir éprouvé cette capiteuse sensation : « D'avoir été le premier... est, de toutes mes entreprises de marin et d'inventeur, celle dont je tire la plus grande fierté ». C'était faire carrément fi du passé.

En 1933, il ajoute à son appareil un hublot qui protège la face du plongeur et améliore la visibilité en interposant un volume d'air devant tout le visage. Ce modèle, à flux d'air continu, sans détenteur, sera adopté par la Marine Nationale en 1933, malgré ses flagrants défauts : un formidable gaspillage d'air et une autonomie dérisoire — dix minutes à 12 mètres de profondeur —, car une grande quantité d'air filait se perdre en bulles entre les moments où le plongeur inhalait. Ce matériel était un parfait exemple de régression technologique due à l'ignorance, ou à une coupable incompréhension des réalisations antérieures. Mais l'auto-publicité de Le Prieur a été payante : il figure en bonne place dans l'Encyclopédie Larousse en 15 volumes — « son nom reste surtout attaché au premier (sic) scaphandre autonome » —, alors que les pionniers, Rouquayrol et Denayrouze, y sont ignorés.

La dernière guerre a produit les fameuses voitures "à gazogène". Ce fut l'occasion pour nombre d'ingénieurs de réinventer ou de perfectionner les détendeurs à gaz type Rouquayrol. Il y eut d'abord Georges Commeinhes, puis Emile Gagnan, qui très vite s'associa avec le lieutenant de vaisseau Jacques-Yves Cousteau. La carrière du premier, grand résistant, se termina en 1944 sous les balles allemandes.

L'appareil de Commeinhes, breveté en avril 1942 et construit dès cette date, réunissait les principales caractéristiques techniques des actuels scaphandres autonomes à la demande, qui évitent tout gaspillage d'air. En 1943, l'inventeur inaugurait un record de profondeur en descendant à 53 mètres sous les eaux de Marseille.

Cousteau pratiquait la plongée depuis 1936, parfois à l'aide d'un équipement Fernez-Le Prieur. Pour ses premières incursions sous-marines en scaphandre léger, il avait tâté aussi de l'appareil à oxygène à circuit fermé mais renonça après deux convulsions hyperoxiques à 15 mètres de fond, dont il réchappa de justesse.

Avec son ami Frédéric Dumas, il met au point une version améliorée du Fernez-Le Prieur à débit constant, qui consistait en un simple compresseur tournant en surface pour alimenter en permanence, par un tuyau, un embout buccal muni d'un bec-de-

LES OUBLIÉS

Le souvenir de Benoît Rouquayrol et d'Auguste et Louis Denayrouze, pour ainsi dire totalement effacé de la mémoire des Français, survit pourtant dans l'excellente biographie que leur a consacré en 1980 le commandant Jacques Michel : *Trois inventeurs méconnus*.

Le souvenir de ces innovateurs persiste aussi dans un petit chef-lieu de canton de l'Aveyron : Espalion, ville natale de l'ingénieur Rouquayrol. Sous son pont historique du XII[e] siècle, dans le Lot, se déroulèrent les premiers essais du dispositif de plongée imaginé par ces pionniers, qui ont chacun, dans la vieille cité, qui sa rue, qui son boulevard. Mais c'est surtout dans le remarquable Musée du scaphandre que leur présence reste vivace. Un "appareil plongeur Rouquayrol-Denayrouze basse pression" y est exposé.

A l'occasion du tournage d'une série de films par la section Histoire et archéologie de la deuxième chaîne de la BBC, et grâce à l'aide de Lucien Cabriolé et Marcel Bonnaterre, les conservateurs du musée, notre collaborateur Robert Sténuit a pu remettre en service ce vénérable engin, avec l'ensemble des accessoires reconstitués par ses soins, et en faire longuement l'essai, dans toutes les variantes possibles de son utilisation, sous le Pont Vieux, à l'endroit même où avaient été expérimentés les premiers prototypes, au siècle dernier (**notre photo**). Il a constaté que dans les limites d'autonomie et de profondeur qu'imposait à l'époque la faible compression de l'air — 30 à 40 kg par cm^2 au maximum —, cet appareil est sûr, efficace et aussi agréable d'emploi que les scaphandres autonomes actuels.

De son côté, toujours pour les besoins du film de la télévision britannique, la COMEX a recréé un modèle de l'"appareil respiratoire à haute pression" tel que l'avaient conçu Rouquayrol et Denayrouze.

canard latéral pour l'expiration. Sagement, les deux hommes y ont adjoint une soupape de non-retour, en prévision d'une rupture accidentelle du tuyau, et un petit sac réserve d'air de secours.

En décembre 1942, « rêvant toujours d'un appareil sûr et entièrement automatique », Cousteau consulte Emile Gagnan, ingénieur à l'Air liquide, qui lui propose « un petit mécanisme en bakélite, un détendeur construit pour alimenter en gaz d'éclairage les moteurs d'automobiles » — en fait, un système Rouquayrol-Denayrouze miniaturisé et légèrement transformé, la respiration d'un homme et l'alimentation d'un moteur à combustion interne étant sur bien des points comparables.

Le détendeur est adapté à l'usage aquatique au début de 1943 et Cousteau l'essaie sous les eaux de la Marne. Echec total. L'appareil ne fonctionne correctement que lorsque le plongeur est à l'horizontale. S'il se tient debout, l'air fuse à gros bouillons. S'il fait le poirier, sa respiration devient pratiquement impossible. Le remède est pourtant simple, Rouquayrol et Denayrouze l'ont découvert quatre-vingts ans plus tôt et Commeinhes l'a appliqué aussi : placer la soupape d'expiration au même niveau que la membrane du détendeur. Cette mesure a pour effet d'empêcher la membrane, qui autrement serait sollicitée par une pression supérieure à celle de l'échappement, de débiter de l'air en continu, dans le cas du plongeur en position verticale. Pour la figure du poirier, elle libère le plongeur de l'obligation de vaincre, à l'inspiration, le poids d'une colonne d'eau d'une vingtaine de centimètres.

Le prototype qui suit cette modification, Cousteau va le tester en Méditerranée. Cet appareil, encore une fois, est essentiellement un scaphandre Rouquayrol-Denayrouze modernisé, qui tire profit des progrès réalisés entre-temps dans les techniques des hautes pressions : compresseurs à 150 ou 200 kg par cm², bouteilles en acier ou en aluminium, légères et résistantes.

Ce modèle permettra à Frédéric Dumas, en octobre 1943, quatre mois après la plongée sensationnelle de Georges Commeinhes à 53 mètres, de réussir à son tour une descente record, à 72 mètres. La même technique donnera naissance, en 1945, au fameux détendeur Cousteau-Gagnan CG 45, qui sera suivi du Mistral et du Super Mistral, puis, quelques années plus tard, du détendeur à deux étages séparés, type Aquilon, semblable dans le principe aux premiers appareils mais beaucoup plus pratique à l'emploi.

Le Cdt Cousteau, digne d'admiration pour bien d'autres raisons, jouit dans le domaine de l'invention d'une réputation usurpée. Il a intelligemment adapté des techniques existantes. C'est déjà beaucoup. Il a pris conscience très tôt des possibilités fantastiques qui s'ouvraient au scaphandre autonome. Il a compris avant tous les autres que la hausse du niveau de vie, la généralisation des vacances et l'explosion du marché des loisirs — avec la pointe d'aventure dont le grand public souhaite maintenant pimenter ses activités récréatives —, allaient créer pour les sports aquatiques des perspectives énormes. S'il n'a rien inventé de vraiment original, il a le mérite d'avoir popularisé la plongée en la rendant plus facile et sûre.

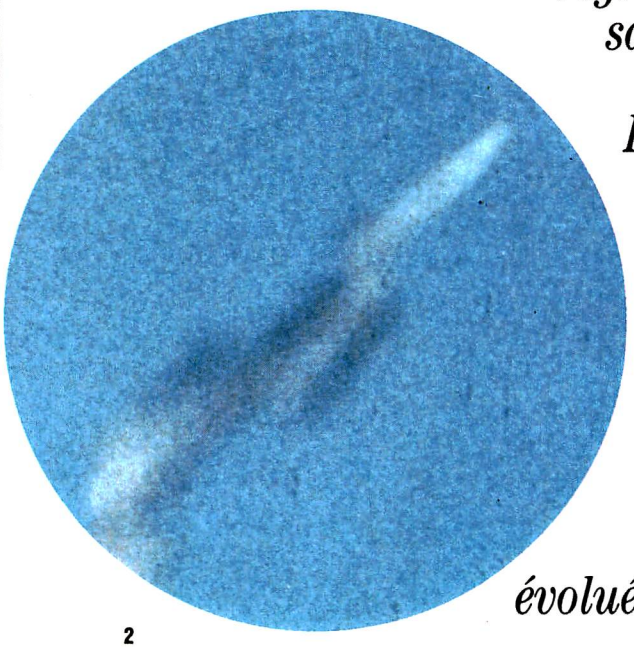
Benoît Rouquayrol et Auguste Denayrouze ont vécu à une époque où l'air ne pouvait être comprimé et transporté à une pression supérieure à 30 ou 40 kg par cm². S'ils avaient disposé de réservoirs facilement maniables à 150 kg par cm², ils auraient certainement construit, dès 1864, un scaphandre autonome aux performances comparables à celles des engins actuels.

Robert Sténuit

SONT À L'HONNEUR

LA FLECHE ANTI-FLECHE

On a beaucoup parlé de la "guerre des étoiles" du regretté Ronald Reagan, mais sait-on qu'à un niveau plus terrestre, Français et Italiens sont, eux aussi, en train de mettre au point un programme révolutionnaire de missiles antimissiles ? Baptisé SAAM-SAMP, ce programme sera certainement le système de défense le plus évolué de la prochaine décennie.



2

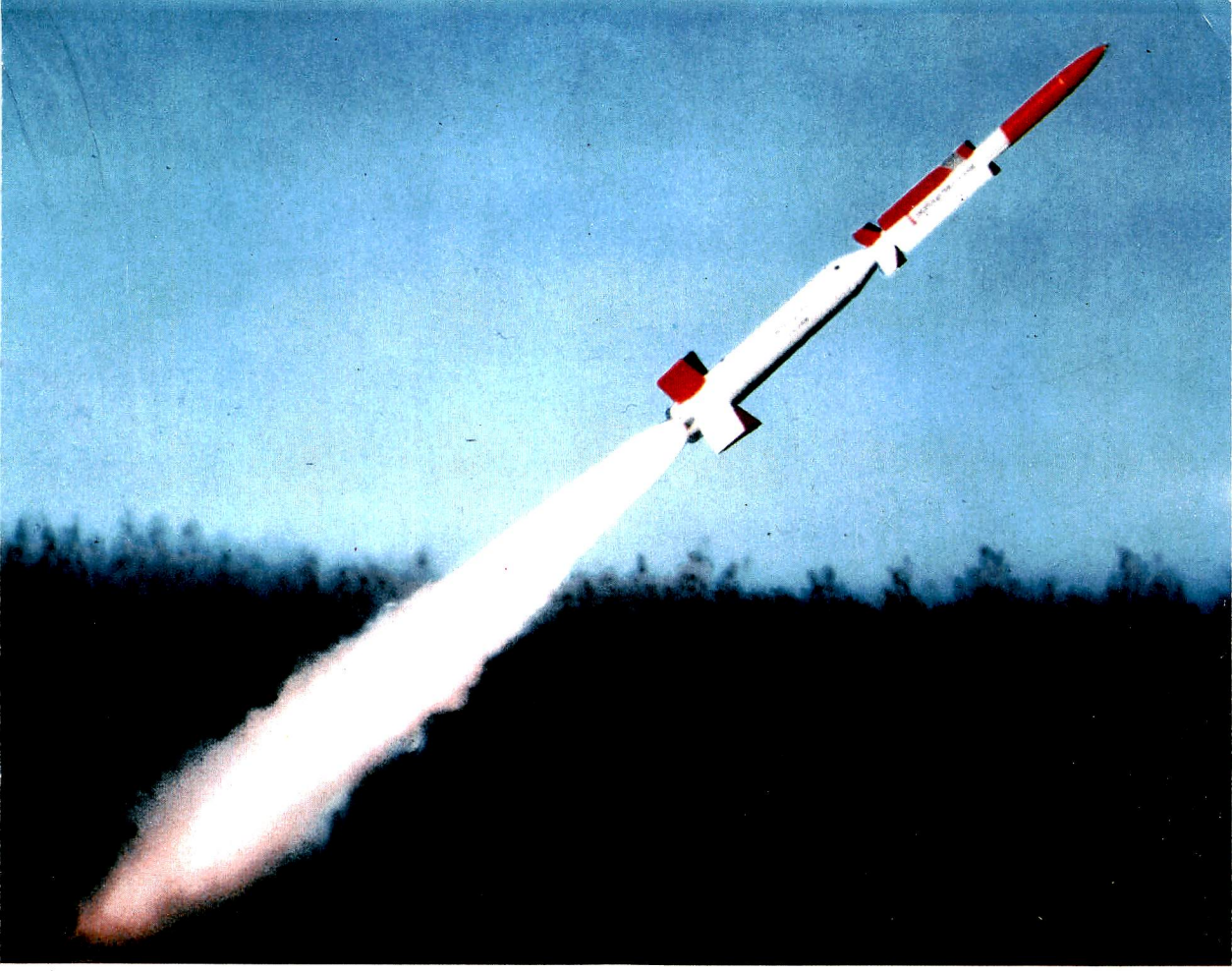
Aujourd'hui, l'arme d'attaque la plus répandue — et la plus redoutable — n'est ni le char d'assaut, ni le sous-marin, ni le bombardier supersonique, c'est le missile. Dans un combat aérien, les avions ne s'affrontent plus à coups de canons ou de mitrailleuses, mais avec des missiles. Sur terre, pour neutraliser une colonne de blindés, on utilise de moins en moins les obus antichars ou les mines et de plus en plus les missiles. Sur mer, quand un avion veut couler un bâtiment, il ne vient plus le survoler et lâcher ses bombes sur lui, au risque de se faire descendre par les batteries antiaériennes du navire : il reste à bonne distance de sa cible et lui décoche un missile. De même, ce sont des missiles qui iront détruire les stations radar adverses, en se guidant sur leurs fréquences ; ce sont des missiles de courte ou moyenne portée qui, à la place de l'artillerie lourde ou des bombardiers légers, démantèleront les lignes arrière, les dépôts, les voies de communications, etc. Sans parler des missiles balistiques de destruction massive, dotés de têtes nucléaires.

Devant cette formidable menace, une révision totale des systèmes de défense s'imposait. Dans la compétition séculaire opposant le glaive au bouclier, ce dernier avait pris un retard considérable. Quasi invulnérables, les missiles étaient en passe de donner un avantage décisif à l'assaillant. Les stratèges militaires se devaient donc de réagir, en concentrant les efforts sur la recherche et le développement d'armes spécifiquement antimissiles.

C'est dans cette recherche d'un nouvel équilibre que se situe le grandiose programme américain connu sous le nom d'"initiative de défense stratégique" ou de "guerre des étoiles". Son ambition est maximale puisqu'il vise à neutraliser l'arme suprême, c'est-à-dire à intercepter les missiles nucléaires intercontinentaux.

Mais une défense antimissile ne peut pas se limiter aux seuls engins balistiques de longue portée. Il y a également toute la panoplie des missiles de courte et de moyenne portée, ayant chacun leur champ d'application particulier (air-air, air-sol, sol-air, air-mer, mer-mer, etc.). Là aussi, il urgeait de trouver la parade, ou plutôt les parades. D'où le lancement de différents programmes, dont le plus récent et le plus avancé est sans conteste le programme franco-italien SAAM-SAMP (sol-air antimissile et sol-air moyenne portée), dont la mise en service est prévue pour la prochaine décennie.

PAR SERGE BROSSELIN



1

Un mode de guidage unique au monde. Pour maintenir sa cible dans le collimateur quelles que soient les manœuvres de dérobade exécutées par celle-ci, le nouveau missile franco-italien Aster (**1**), plutôt que d'infléchir progressivement sa trajectoire grâce à ses gouvernes, effectue de véritables sauts instantanés sur le côté (**2**), qui le mènent beaucoup plus sûrement à l'impact final. Destiné à la défense antimissile et antiaérienne, ce missile existera en deux versions : l'Aster 15, de courte portée (8-10 km) ; et l'Aster 30, de moyenne portée (10-40 km). Il s'agit du même engin ; seul change le propulseur, beaucoup plus puissant dans le deuxième cas. Ses constructeurs songent à une troisième version, destinée à l'interception d'engins balistiques à courte ou moyenne portée du type SS-21.

Mais avant de détailler les caractéristiques et les avantages de ce double système, resituons-le dans le contexte qui a présidé à sa naissance. Au cours de ces dernières années, donc, tandis que se multipliaient les familles des missiles assaillants, on était beaucoup moins imaginatif sur les moyens de les contrer. Certes, les Anglais affirmaient avoir réussi à intercepter un Exocet (missile air-mer qui a fait des ravages pendant la guerre des Malouines), mais, renseignements pris, les conditions dans lesquelles cette expérience s'est déroulée, étaient par trop favorables : la trajectoire de l'engin était connue d'avance, et la conduite de tir chargée de l'abattre n'avait plus qu'à attendre son passage en un point facilement déterminé.

Il est vrai également que des engins comme le Crotale naval français ou le Sea-Wolf britannique peuvent, dans certains cas, avoir une capacité antimissile, mais il est d'ores et déjà exclu qu'ils aient la moindre efficacité contre les projectiles hyper-rapides et hyper-manœuvrants qui, d'ici peu, vont prendre le relais des missiles de première génération.

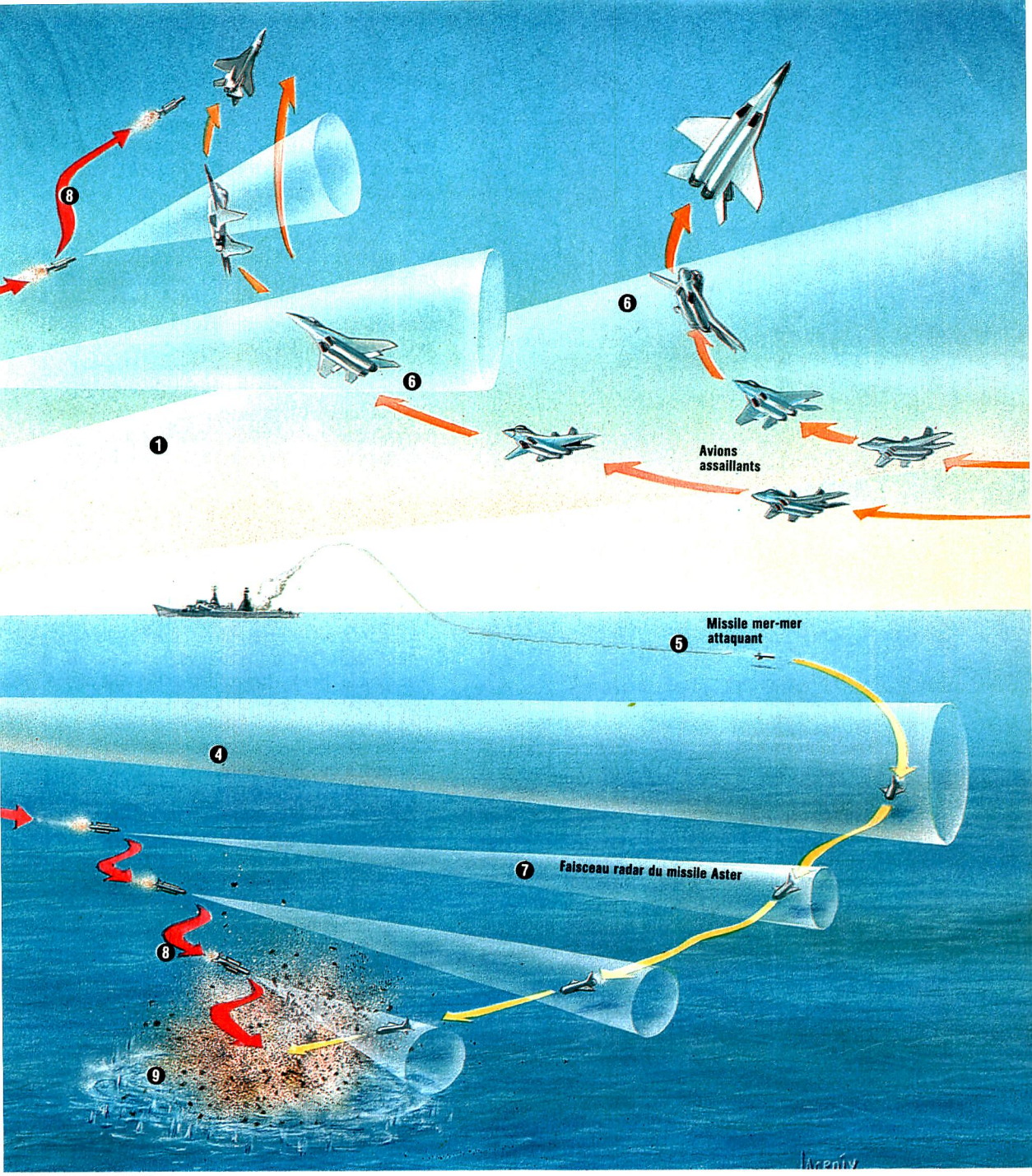
Confrontés aux progrès constants des missiles d'attaque, les états-majors ne pouvaient plus se contenter de demi-solutions. Il convenait d'apprécier les menaces à leur juste valeur et de trouver des antidotes qui leur fussent spécialement ajustées. Bref, la technologie antimissile devait se hausser au niveau des performances des missiles existants et à venir. Un véritable défi si l'on songe à l'agilité et à l'imprévisibilité d'engins comme les futurs missiles à vol rasant ou les missiles antiradars à trajectoire terminale plongeante.

Quelques chiffres donneront une idée de l'ampleur de la tâche. Supposons qu'un engin assaillant évoluant à Mach 2,5 (environ 2 600 km/h) soit détecté par le radar d'un navire à 60 km à babord : cela laisse aux défenses du bâtiment un peu moins d'une minute pour mettre en œuvre la riposte, c'est-à-dire, dans

(suite du texte page 108)

Aster, le missile qui fait des sauts de côté

La batterie de missiles antimissiles Aster peut équiper un navire ou un véhicule terrestre. Elle est couplée à un radar multifonction, qui assure simultanément la surveillance de l'espace aérien et le suivi d'objectifs multiples à détruire. Dans le cas d'un navire, lorsqu'une telle menace, avion ou missile, est détectée (**1** - **4**) et l'ordre de mise à feu donné, l'antimissile est tiré à la verticale (**2**) pour éviter l'angle mort dû aux superstructures du bâtiment. Revenu rapidement au ras des flots, dans le cas d'un missile mer-mer attaquant (**3**), l'Aster se dirige sur sa cible grâce aux informations (position, vitesse, direction, etc.) qui lui ont été données au départ. En cours de poursuite, le radar de tir "rafraîchit" régulièrement ces informations, pour le cas où l'engin attaquant aurait profondément modifié sa trajectoire : missile mer-mer évoluant sous un "faux axe" (**5**) pour induire en erreur les défenses de la cible avant de se rabattre brusquement sur celle-ci ; ou avion effectuant une manœuvre de dérobade (**6**). Poursuivons le missile mer-mer pris en chasse. Lorsque l'Aster s'en est suffisamment approché, son radar autodirecteur se met en marche (**7**), se "verrouille" sur son objectif et fait suivre à l'antimissile une trajectoire corrigée au fur et à mesure qu'avance le missile suivi. Jusqu'ici, rien de vraiment nouveau, de nom-



breux missiles actuels sont en effet dotés de ces caractéristiques de guidage et de poursuite. Mais avec les vitesses de plus en plus grandes des missiles offensifs, les moyens de modification de trajectoire qu'utilisent les missiles d'aujourd'hui — c'est-à-dire en actionnant des gouvernes qui modifient l'écoulement de l'air et donc la trajectoire de l'engin — ont un temps de réponse trop long, rendant de plus en plus improbable l'interception. Et là apparaît l'intérêt du nouveau système de pilotage mixte PIF-PAF utilisé par l'Aster. Pendant la phase d'approche, c'est le mode classique, appelé PAF, ou pilotage aérodynamique fort. En revanche, à proximité de la cible, plutôt que d'infléchir graduellement sa trajectoire pour compenser les manœuvres de celle-ci, l'antimissile passe en mode PIF (pilotage en force). Grâce à un générateur de gaz dont l'éjection est régulée par une série de clapets, l'Aster fait alors carrément de petits bonds de côté instantanés (**8** et **photo p. 104**) en cours de poursuite, pour rester arrimé sur sa cible jusqu'à l'impact final (**9**). Le processus est identique dans la poursuite d'un avion. Et le radar du système peut prendre en compte des cibles multiples et simultanées. Le délai de réponse du PIF (12 millisecondes) est considérablement plus court que celui du PAF, d'où une efficacité largement supérieure.

3

1

l'ordre, identifier le projectile ; l'"habiller" (déterminer sa position exacte, son altitude, sa vitesse, son cap...) ; procéder au lancement de l'engin intercepteur ; guider celui-ci pendant une partie du trajet ; attendre que l'autodirecteur dudit intercepteur s'accroche sur la cible et le conduise jusqu'à proximité de cette dernière ; espérer, enfin, que l'explosion de l'antimissile se produira au moment où l'engin agresseur sera dans le rayon de létalité de la charge (le volume dans lequel la déflagration occasionne le maximum d'effets destructeurs).

Aucune des conduites de tir actuellement en service n'est capable de mener à bien toutes ces opérations dans le laps de temps imparti. Les spécialistes disent que leur vitesse de réaction n'est pas homogène avec la vitesse de rapprochement de la menace. Est-ce à dire que toute défense antimissile est pratiquement impossible ? Non, car les perfectionnements apportés aux missiles d'attaque peuvent également être exploités par les missiles de défense. Exemple : les impressionnants progrès réalisés dans le domaine du guidage des projectiles permettent aussi bien d'atteindre plus sûrement un objectif que d'intercepter plus facilement un missile.

Encore faut-il que des systèmes antimissiles cohérents et appropriés existent. C'est pourquoi les états-majors et les gouvernements de la plupart des pays appartenant à l'Alliance atlantique (seules la Grèce et la Turquie semblent rester à l'écart) ont sollicité de grandes firmes industrielles, qu'ils ont chargées de l'étude et du développement de ces systèmes. Des regroupements multinationaux se sont constitués autour de programmes précis, visant tous à combler le vide existant en matière de défense contre les missiles de courte et de moyenne portée.

Ainsi le projet NAAWS (*Nato Anti Air Warfare System*) réunit les Etats-Unis, le Canada, la RFA, le Royaume-Uni, l'Espagne et les Pays-Bas. Il a pour objectif la mise au point d'un système antimissile de zone locale (capable de protéger un site d'une certaine étendue, tel qu'une flotte de navires par exemple). Ce programme, dont les Américains sont les chefs de file, est l'aboutissement d'un compromis. Au départ, l'US Navy ne voulait qu'un système de défense ponctuelle élargie (assurant une protection dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres autour du site à préserver), reprenant en cela les grandes lignes du défunt projet SRAAWS (*Short Range Anti Air Weapon System*). Mais, à la demande de la Royal Navy, les Britanniques insistèrent pour que le programme étudié au sein du NAAWS couvre une zone plus vaste. Finalement, il fut décidé de porter à 55 kilomètres le périmètre de protection du futur système antimissile.

Un autre groupe de travail s'est constitué autour du projet FAMS (*Family of Anti-air Missile System*). Il rassemble la France, l'Italie, l'Espagne et le Royaume-Uni — déjà partie prenante, nous venons de le voir, dans le projet NAAWS. C'est à l'intérieur de cette structure que les Français et les Italiens ont développé le programme SAAM-SAMP.

Mentionnons, pour être complet, l'existence d'une troisième association plurinationale, le IEPG (Groupe indépendant européen de programme), se consacrant davantage à la défense anti-aérienne qu'à la lutte antimissile proprement dite. Elle s'est notamment assigné pour tâche l'étude d'un nouveau système destiné à prendre la succession du missile antiaérien Hawk (de fabrication américaine, mais équipant la plupart des forces du pacte Atlantique).

Le contexte ainsi défini, nous pouvons revenir au programme SAAM-SAMP et mieux en apprécier les avantages par rapport aux programmes concurrents.

Sa première qualité est la polyvalence, due à une conception modulaire (à partir d'éléments de base identiques, certains ajouts ou certaines modifications permettent de créer différentes versions, optimisées pour telle ou telle mission). Dans sa définition actuelle, le SAAM-SAMP a trois domaines d'application :

- La défense antimissile ponctuelle (protection rapprochée d'un élément isolé, tel qu'un bâtiment naviguant seul et assurant par lui-même sa propre défense). Cette fonction est dévolue à la version SAAM (sol-air antimissile) du programme, laquelle peut couvrir un espace de 8 kilomètres autour de la batterie de tir.
- La défense antiaérienne moyenne portée (contre des avions supersoniques hautement manœuvrants évoluant à des distances de l'ordre de 40 kilomètres)

Aster, contre les menaces actuelles et à venir. Son système de guidage PIF-PAF rend ce missile antimissile unique au monde efficace contre toute la gamme actuelle des missiles mer-mer et air-mer : Exocet (**1**), Otomat (**2**), Sea Wolf, Harpoon, etc. Ainsi que tous les missiles antiradar, tels les Armat, Martel et autres Shrike. Mais le gros atout de l'Aster, c'est qu'il sera une arme imparable contre la menace future : le missile anti-navire supersonique, ou ANS (**3**), qui évoluera à des vitesses supérieures à Mach 2, aura une signature radar extrêmement réduite et sera capable de "trajectoires diversifiées", c'est-à-dire, notamment, d'adopter une fausse trajectoire pour déjouer le radar de la cible, puis, au dernier moment, de foncer brusquement sur celle-ci.

2

et la défense antimissile de zone (interception de projectiles au-delà de 8 kilomètres et jusqu'à 20 kilomètres). Ces deux missions seront remplies par la version SAMP navale (sol-air moyenne portée).

• La défense antiaérienne et antimissile des forces terrestres au moyen de batteries mobiles (autotractées). Cette version pourrait assurer la relève des actuels missiles Hawk.

En outre, les promoteurs du programme SAAM-SAMP (à savoir, pour la France, Aérospatiale et Thomson-CSF ; pour l'Italie, la firme Selenia) déclaraient en novembre dernier, dans un communiqué commun, qu'ils étaient prêts à coopérer avec d'autres partenaires afin d'élargir encore le champ d'application de leur systèmes. En réalité, ils ambitionneraient de couvrir l'ensemble des besoins navals, y compris la défense de zone locale sur laquelle travaillent leurs concurrents du groupe NAAWS. L'Allemagne et la Hollande, membres du groupe NAAWS, ne seraient d'ailleurs pas insensibles à cette proposition, même si elles se contentent pour le moment d'observer la situation et de se tenir au courant de son évolution.

La seconde qualité du programme SAAM-SAMP est son état d'avancement. Alors que les membres du groupe NAAWS en sont encore à définir les spécifications techniques de leur système, les Français et les Italiens ont déjà expérimenté le leur : les projectiles et la conduite de tir ont été testés séparément. Il reste à réaliser l'intégration finale. Pour cela, plusieurs campagnes de tirs sont prévues au centre d'essai des Landes, dont la première s'achèvera au milieu de l'année 1990. En tout état de cause, le programme franco-italien a donc au moins trois ans d'avance sur le projet NAAWS.

La troisième qualité du SAAM-SAMP découle de sa polyvalence : c'est sa capacité à remplir des missions autres que celles d'un simple système antimissile. Ses aptitudes dans le domaine de la défense antiaérienne — qui en font, disions-nous, un prétendant à la succession du Hawk — peuvent ainsi séduire certains membres du groupement IEPG, dont l'objectif majeur est précisément de trouver un remplaçant au missile antiaérien américain. D'autre part, le programme franco-italien possède un atout que n'ont pas ses concurrents et qui peut faire pencher la balance en sa faveur : il s'agit de la possibilité d'utiliser la version SAMP comme système ATBM (*Anti Tactical Ballistic Missile*), c'est-à-dire contre les missiles balistiques de courte et de moyenne portée.

Il est temps maintenant d'examiner de plus près ce talentueux système, capable de performances inconnues à ce jour. Mais, plutôt que de passer en revue les différentes versions, il nous semble préférable d'insister sur ce qu'elles ont en commun, quitte à indiquer au passage les particularités propres à chaque type d'usage.

Bon nombre des informations qui vont suivre n'ont encore jamais été publiées. Elles ont été puisées aux meilleures sources, auprès de spécialistes qui, soit participent directement à la fabrication des systèmes, soit suivent le déroulement du programme pour le compte de la Défense nationale. Sans divulguer de secret d'Etat, nous voulons montrer

que, dans le domaine très "pointu" de la défense antimissile, la technologie française n'a rien à envier à celle des pays qui passent habituellement pour les plus avancés.

L'architecture de base du SAAM-SAMP est constituée de deux éléments : le missile d'interception ASTER et un radar de conduite de tir multifonction, capable de prendre en charge des attaques dites "de saturation", c'est-à-dire mettant en œuvre un très grand nombre d'engins assaillants évoluant selon des trajectoires diverses et même sous de faux axes (l'engin paraît ne pas se diriger vers sa cible, puis se rabat sur elle au dernier moment), attaques contre lesquelles les systèmes actuels de défense sol-air sont impuissants.

Réalisé par la division des engins tactiques d'Aérospatiale, le missile ASTER sera produit en deux versions : l'ASTER 15 et l'ASTER 30. Intéressons-nous d'abord à la première. Elle est destinée au programme SAAM naval, c'est-à-dire à la défense ponctuelle courte portée des bâtiments en mer. Elle équipera le futur porte-avions nucléaire français *Charles de Gaulle* ainsi que d'autres unités de la marine nationale, telles que les corvettes de défense antiaérienne. Elle pourrait aussi, espère-t-on, être adoptée par les nouvelles frégates rapides de l'OTAN (les NFR 90).

L'ASTER 15 a été spécialement étudié pour assurer trois types de missions :

1° L'interception par n'importe quel temps des missiles antiradars de dernière génération, engins particulièrement "vicieux", à trajectoire plongeante, et dont la vitesse en fin de course peut dépasser Mach 3,5.

2° La défense omnidirectionnelle contre les missiles évoluant en vol rasant et capables d'effectuer de brusques changements de cap sous 15 g d'accélération, le tout à des vitesses de l'ordre de Mach 2,5.

3° La défense antiaérienne classique contre des avions bénéficiant de tout l'arsenal des contre-mesures électroniques (signatures radar et infrarouge réduites, brouilleurs, leurres, etc.).

La portée de l'ASTER 15 a été calculée en fonction de ce que l'on est en droit d'attendre d'un système de défense ponctuel : elle est de 15 kilomètres pour la lutte antiaérienne et de 8 à 10 kilomètres pour l'interception des missiles.

L'énoncé de ces chiffres traduit mal l'énorme différence qu'il y a entre l'ASTER 15 et les systèmes d'actuelle génération (comme le missile de défense sol-air Roland, par exemple), et la performance qu'ont réalisée les ingénieurs d'Aérospatiale en mettant au point un tel engin, performance d'autant plus remarquable qu'ils n'avaient jamais abordé jusqu'ici le secteur des armes antimissiles. Il leur fallait en effet concevoir un projectile absolument nouveau, qui tienne compte des progrès accomplis par les systèmes offensifs et anticipe sur leur évolution prévisible. Quels sont ces progrès ? En premier lieu, il y a ceux, considérables, qui ont été faits dans le domaine de la manœuvrabilité, de la vitesse d'évolution et de la discrétion électronique. Aujourd'hui, pour intercepter un avion ou un missile, il est indispensable de posséder un engin qui soit non seulement rapide et agile, mais également perspicace, c'est-à-dire qui ait du "flair" et soit insensible à toute forme de "déception" (c'est-à-dire, dissuasion électronique).

En second lieu, il faut tenir compte du fait que les nouveaux missiles d'attaque sur lesquels on travaille un peu partout dans le monde, seront à base de matériaux "furtifs", ce qui diminuera notablement leur signature radar et rendra leur détection plus difficile. De ce fait, on ne les découvrira souvent qu'au dernier moment, et la réaction devra être extrêmement rapide.

Enfin, la très grande vitesse d'évolution des futurs missiles d'attaque air-mer ou mer-mer (de l'ordre de 850 mètres/seconde) leur conférera des niveaux d'énergie cinétique jamais atteints. Rappelons en effet que l'énergie cinétique est fonction du carré de la vitesse ($K = 1/2\ mv^2$), de sorte que, à masse égale, un missile 3 fois plus rapide qu'un autre a une énergie cinétique 9 fois plus grande. Or, par rapport aux actuels missiles "tueurs de navires", tel l'Exocet AM-39, la vitesse d'évolution de l'ANS (antinavire supersonique), dont la mise en service est prévue pour 1995, sera précisément multipliée par 3.

Cet accroissement considérable des niveaux d'énergie cinétique a amené les ingénieurs à reconsidérer de fond en comble les méthodes de destruction d'un missile en vol. En effet, pour abattre un engin animé d'une très grande vitesse, il ne suffit plus d'endommager un de ses éléments, même vitaux (comme l'électronique de guidage ou une gouverne), car, du seul fait de son énergie ou, si l'on préfère, de son inertie, il aurait encore des chances de parvenir jusqu'à son objectif.

Non, ce qu'il faut, c'est le casser, au sens littéral du terme. Et cela n'est possible que si l'antimissile peut s'approcher suffisamment du missile assaillant. D'où l'importance du guidage et du pilotage de trajectoire.

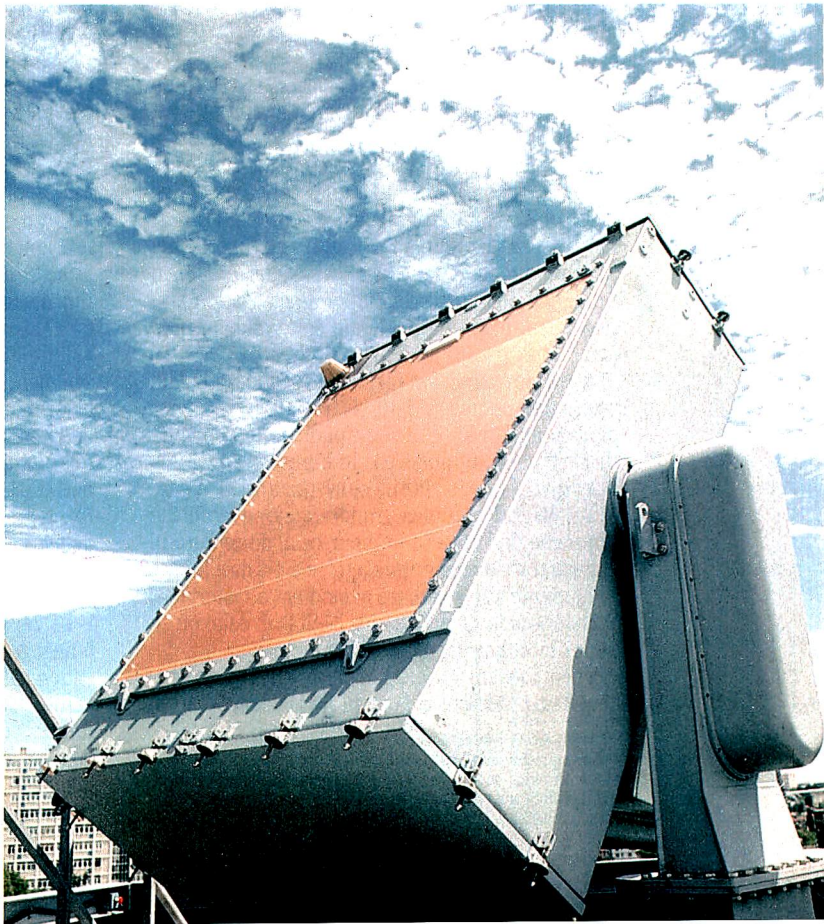
Sur ce plan, la plupart des missiles actuellement en service fonctionnent selon le principe du guidage semi-actif. Il est appelé ainsi parce que le missile ne se dirige pas par lui-même vers sa cible, mais a besoin de l'assistance du radar de la batterie qui l'a lancé. Ce radar "illumine" la cible, et c'est l'écho renvoyé par ladite cible vers l'autodirecteur du missile qui permet à ce dernier de se diriger sur son objectif. Le procédé donne de bons résultats, mais, pour la défense antimissile, il a un gros défaut : il ne peut pas faire face à une attaque de saturation, car le radar ne peut pas "illuminer" en même temps toute une volée de missiles assaillants.

C'est pourquoi le système SAAM-SAMP utilise une autre technique. L'ASTER, une fois tiré, est beaucoup plus autonome. Les choses se passent de la manière suivante. Tout d'abord, l'engin est tiré à la verticale, par commodité : on peut ainsi éviter les angles morts constitués par les superstructures du navire. Après avoir effectué un basculement, qui le place grosso modo dans la direction de sa cible, l'ASTER est guidé jusqu'à mi-course par une centrale à inertie (plate-forme gyroscopique associée à des accéléromètres) disposée dans ses flancs. Pendant toute cette partie du trajet, il est possible de procéder à ce que l'on appelle des "rafraîchissements d'informations". Cela signifie que le radar de conduite de tir peut à tout moment envoyer au calculateur de navigation de l'antimissile des précisions sur la position de la cible à intercepter. Ces précisions sont aussitôt intégrées par le calculateur, qui les répercute aux gouvernes, lesquelles corrigent alors la trajectoire.

Arrêtons-nous un moment sur la manière dont sont opérées ces corrections de trajectoire, autrement dit sur la façon dont est menée la course poursuite. Celle-ci est régie par la loi dite "de navigation proportionnelle". Cette loi a été élaborée aux Etats-Unis, au début des années 50. Avant elle, les premiers missiles évoluaient selon le principe de la "courbe du chien" (la plus simple des courbes de poursuite, appelée ainsi par analogie avec la courbe décrite par un chien qui cherche à rejoindre son maître, celui-ci se déplaçant d'un mouvement rectiligne et uniforme). Mais, la vitesse et la manœuvrabilité des avions augmentant sans cesse, l'efficacité des missiles air-air devenait de plus en plus aléatoire : une brusque accélération ou un brutal changement de cap de l'appareil visé, et le missile était "dans le vent". Il fallait donc trouver de nouvelles formes de trajectoire, mieux adaptées à la poursuite d'une cible rapide et agile.

Certes, dans l'absolu, il existe une trajectoire idéale: c'est la ligne droite menant à la collision directe. Mais elle est inapplicable, car, pour l'utiliser, il faudrait être capable de deviner la position de la cible au moment où se produira l'impact (ce qu'essaie de faire le chasseur en tirant un ou deux mètres devant le canard qu'il vise en vol). En l'absence de calculateurs doués de pouvoirs divinatoires, il a fallu imaginer une méthode qui soit intermédiaire entre l'archaïsme de la courbe du chien et l'irréalisme de la ligne droite (1). Cette méthode, c'est la loi de navigation proportionnelle.

Proportionnelle à quoi ? La réponse à cette question demande quelques explications. Si l'on réunit par une droite imaginaire le centre de gravité d'une cible et celui du missile qui la poursuit, l'évolution simultanée des deux mobiles entraîne un changement continuel de la position et de l'orientation de la droite en question. Cela dit, la trajectoire du missile n'est pas une succession de lignes droites,



Sentinelle incontournable et tireur infaillible, le radar ARABEL developpé par Thomson pour détecter tout missile ou avion assaillant et guider l'antimissile Aster a une antenne constituée d'un très grand nombre de mini-éléments rayonnants (ici recouverts d'une plaque de protection). Chacune de ces mini-cellules éclaire la "case" qu'on lui assigne dans le ciel, et l'ensemble se partage une portion donnée de l'espace. Le calculateur du système localise la cible d'après les coordonnées de la mini-cellule qui l'a détectée. Ce radar, dit à balayage, peut suivre simultanément 50 pistes différentes et assurer dans le même temps le rafraîchissement d'informations de 10 missiles engagés contre autant de cibles.

mais un enchaînement de lignes courbes, car, chaque fois que l'engin change de direction, il ne pivote pas d'un coup sur lui-même mais infléchit progressivement sa course. Il n'en reste pas moins vrai que, tout au long de ce parcours curviligne, il y a tout de même un segment de droite qui subit lui aussi les variations angulaires résultant de l'incessant changement des positions relatives de la cible et du missile. Cette droite, c'est le vecteur vitesse du missile, qui, rappelons-le, est à chaque instant perpendiculaire aux différents rayons de courbure de la trajectoire.

Cela précisé, revenons à la loi de navigation proportionnelle : elle stipule que la vitesse de rotation du vecteur vitesse du missile doit être proportionnelle à la vitesse de rotation de la droite missile-but. Pour employer un langage plus simple, on peut dire, de façon imagée, que la loi de navigation proportionnelle tente de définir "le plus court chemin courbe d'un point à un autre".

L'ASTER, lui, met en pratique une loi de navigation proportionnelle "optimisée". Bien que cette notion d'optimisation n'ait fait l'objet jusqu'ici d'aucun éclaircissement, on peut penser qu'il s'agit d'une réduction de coefficient de proportionnalité, aboutissant à une courbe encore plus tendue (un chemin encore plus court).

Après cette longue mais indispensable digression sur la manière dont l'ASTER mène sa course poursuite, nous pouvons aborder à présent la partie finale de son trajet. Pour celle-ci, il utilise un autodirecteur radar actif mis au point par ESD (Electronique Serge Dassault). Dès lors que l'antimissile est entré dans un volume d'espace où la cible est à portée de détection de l'autodirecteur, ce dernier se met en marche et procède à une recherche active de son objectif. A partir de ce moment, l'ASTER est complètement autonome. La cible une fois détectée, l'autodirecteur se verrouille sur elle, et l'engin la poursuit, toujours selon la loi de navigation précédemment décrite. Rien là qui soit vraiment nouveau.

La grande innovation réside dans l'adoption d'un système de pilotage mixte, dit PIF-PAF (PIF pour "pilotage en force" ; PAF pour "pilotage aérodynamique fort"), mis au point par le bureau d'études de l'Aérospatiale. La finalité de ce système est de conférer à l'ASTER une plus grande manœuvrabilité à l'approche de l'objectif et, pour cela, de réduire la "constante de temps de guidage", c'est-à-dire le laps de temps qui s'écoule entre le moment où intervient un changement de position de la cible et celui où se produit la réponse du missile intercepteur.

Schématiquement, cette réponse est l'aboutissement d'un processus qui comporte plusieurs étapes, dont la chronologie s'établit comme suit :

1° la cible à détruire modifie sa trajectoire ;
2° l'autodirecteur du missile intercepteur détecte le changement intervenu et transmet l'information au calculateur responsable du pilotage de la trajectoire ;
3° le calculateur élabore un ordre de braquage et l'envoie aux gouvernes ;
4° les gouvernes obéissent à l'ordre, et le missile intercepteur corrige sa trajectoire.

On constate, à l'examen de ce processus, que la constante de temps de guidage est la somme de deux paramètres : le délai de perception, c'est-à-dire le temps que met l'autodirecteur à détecter la modification de trajectoire de la cible et à en informer le calculateur, et le délai de réaction, c'est-à-dire l'ensemble des opérations conduisant à un changement de cap du missile.

Si le délai de perception ne peut guère être davantage comprimé (tout étant affaire d'électronique, on approche la vitesse de la lumière), le délai de réaction, en revanche, est loin d'avoir atteint de pareilles limites, surtout avec le pilotage aérodynamique classique (PAF), c'est-à-dire le pilotage à l'aide de gouvernes agissant sur l'écoulement de l'air (c'est celui qu'utilisent la quasi-totalité des avions et les missiles d'actuelle génération).

L'expérience montre en effet que, pour un missile doté d'un tel système de pilotage, le délai de réaction varie de façon linéaire avec la masse. Autrement dit, plus l'engin est lourd, plus son temps de réaction est lent. Ainsi la solution qui consisterait à augmenter la masse de la charge militaire du missile intercepteur pour détruire à plus grande distance des cibles hyperrapides et hautement manœuvrantes, ne ferait qu'allonger les temps de réaction et rendre plus improbable l'interception.

Cette solution serait d'autant moins pertinente que, comme l'ont mis en évidence de nombreux tests, la masse de la charge militaire nécessaire à la destruction d'une cible croît à proportion du carré de la distance séparant au moment de l'explosion le missile de ladite cible. Si donc, faute de pouvoir approcher suffisamment une cible trop agile, on envisageait d'augmenter la puissance de la charge de sorte que la déflagration fût aussi meurtrière à une distance trois fois plus grande, c'est par 9 qu'il faudrait multiplier la masse de l'explosif. Et sans doute aussi les temps de réaction! Bref, c'est l'impasse : le pilotage aérodynamique n'est pas approprié à la poursuite d'engins très performants, du type de ceux qui sont actuellement étudiés pour percer les défenses.

La raison de cette inadaptation est simple : le braquage des gouvernes n'entraîne pas une modification instantanée de la trajectoire. Lorsqu'une gouverne change de position, elle commence par perturber l'écoulement de l'air le long de ses parois. Et ce n'est que lorsque cet écoulement est redevenu laminaire, c'est-à-dire lorsque les filets d'air ont recollé aux parois, que la gouverne devient efficace et

(suite du texte page 158)

(1) La ligne droite reste possible pour les lasers de puissance, par exemple, dont les émissions se propagent à la vitesse de la lumière. Avec eux, la notion de temps de transfert du projectile n'intervient plus, puisqu'il suffit d'avoir la cible dans le collimateur pour qu'elle soit atteinte de façon instantanée.

ECHOS DE L'INDUSTRIE

AUTOMOBILE

La paralysie électronique haut de gamme

L'électronique automobile est-elle parfaitement fiable ? On rapporte les mésaventures de ce propriétaire de Citroën CX qui avait stationné sa voiture pendant 48 heures à proximité d'une ligne à haute tension. Il n'a jamais pu redémarrer : la mémoire du système d'injection avait été brouillée. De même, Honda a éprouvé quelques déconvenues en Suède : son système anti-bloquage de freins ALB était perturbé par le rayonnement des radars.

Il en va de l'agrément, certes, mais aussi et surtout de la sécurité : comment tolérer qu'un conducteur soit trahi par la réserve de puissance sur laquelle il compte lors d'un dépassement ou que ses roues se bloquent au freinage alors qu'il croit pouvoir s'en remettre en toute confiance aux vertus de l'ABS pour éviter un carambolage ? Tout cela parce qu'il se trouve dans une zone portuaire, encombrée d'émissions électromagnétiques diverses.

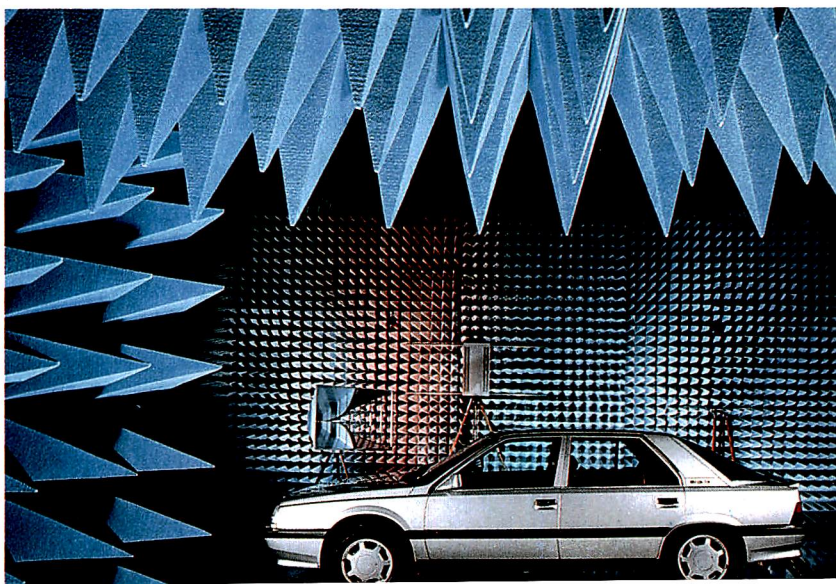
L'emprise de l'électronique sur les voitures s'étend de manière vertigineuse. Elle agit en permanence avec la régulation des alternateurs, l'allumage, l'injection. Mais aussi lors de sollicitations ponctuelles. Aujourd'hui : changements de rapports de transmission automatique, freinage ABS, déclenchement de la traction 4 × 4 (Mercedes 4 Matic). Demain : suspension active ou correction de trajectoire par 4 roues directrices. Mercedes étudie notamment un système de microbraquage des roues arrière qui se déclencherait automatiquement en cas de rafales de vent traversier, pour en compenser les effets.

S'y ajouteront inéluctablement le multipexage (un circuit unique véhiculant ordres et réceptions de commande et d'exécution d'organes se substituant aux 2 kilomètres et aux 20 kg de fils qui s'enchevêtrent aujourd'hui dans les voitures de haut de gamme) ainsi que l'équipement de bord (autoradio, radiotéléphone, systèmes de navigation embarqués).

Il convient de s'assurer : 1) que ces systèmes peuvent cohabiter sur la même voiture sans se perturber mutuellement en interférant les uns sur les autres ; 2) que deux voitures ne se parasitent pas l'une l'autre ; 3) que le fonctionnement demeure insensible aux radiations électromagnétiques de l'environnement, tant artificielles (radars, lignes haute tension) que naturelles (orages, foudre).

Compatibilité et imperméabilité aux "agressions" font l'objet d'une étude commune entre Renault et l'Aerospatiale, dans le cadre d'une collaboration qui remonte à 1982. Un tel investissement aurait été trop lourd pour la Régie toute seule, car sa mise en œuvre n'aurait pas justifié un plein emploi. D'où le recours aux compétences là où elles se trouvent.

L'Aerospatiale a conçu une chambre anéchoïde, enfermée dans une cage de Faraday et tapissée de matériau non réfléchissant (cônes de polyuréthane revêtus de carbone), permettant de mesurer avec précision, à l'abri de toute



perturbation extérieure, l'effet des radiations dont on "bombarde" une voiture posée sur un banc à rouleaux. Elle est ainsi agressée par des ondes électromagnétiques d'une fréquence de 10 KHz à 2 GHz, c'est-à-dire couvrant très largement le spectre auquel elle risquerait d'être exposée dans la nature.

Les remèdes apportés aux éventuelles perturbations de fonctionnement interviennent à trois niveaux : boîtiers, filtres et connexions. L'expérimentation permet de choisir la solution optimale et de la faire "remonter" au plus tôt et le plus en amont possible au bureau d'études du constructeur ou de son fournisseur, au meilleur rapport efficacité/coût. Car c'est toute la différence entre l'aéronautique et l'automobile : la seconde est enfermée dans le carcan des prix de revient.

ENTRETIEN ROUTIER

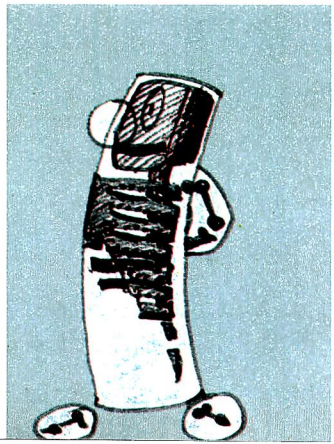
Radar météorologique pour surveiller les routes

Des scientifiques de l'Institut de technique des communications de l'université de Vienne (Autriche), ont construit un appareil radar pour surveiller l'état de surface des routes. Ce "radar météorologique" peut distinguer les couches d'eau, de verglas et de neige sur la chaussée et les signaler. L'appareil émet des micro-ondes sur la surface de la chaussée et "balaie" de la sorte un morceau de sol d'une superficie d'environ trois mètres sur trois. Le rayonnement réfléchi par la surface de la chaussée est capté et analysé par un récepteur de micro-ondes intégré. Ce récepteur couplé à un ordinateur peut, sur la base de l'intensité et de la durée de parcours du rayonnement, conclure à la nature de la surface, l'intensité et la durée de parcours étant différentes selon qu'il s'agit d'eau, de verglas ou de neige. Le nouvel appareil est même en mesure de déterminer la concentration de sel dans les solutions aqueuses se trouvant sur la surface de la route.

MEDICAL

Films pour radiographies ultra-nettes

De la précision des détails d'une image radiographique dépend en partie la qualité du diagnostic médical. En général, la netteté des radiographies est altérée par l'effet dit de *cross over*. Il est dû au fait qu'on utilise des films émulsionnés sur les deux faces et qu'une partie du rayonnement devant impressionner une couche traverse le film et voile la seconde couche située à l'opposé. Pour réduire ce défaut, Kodak vient de lancer un film à haut contraste, sensible au bleu, comportant une couche colorée spéciale empêchant le phénomène de *cross over*.



Proposé sous la référence SO-225, ce film améliore franchement la netteté de l'image obtenue avec des écrans renforçateurs émettant un rayonnement dans le bleu et l'ultraviolet.

Le nouveau film donne de meilleurs résultats que le Kodak X-Omat G qu'il remplace dès maintenant. Il permet même les radiographies de l'abdomen sans préparation, les angiographies et radiographies du crâne.

Les Français consomment peu de viande de lapin : 2 kg par an par habitant, pour 35 kg de viande de porc et 25 kg de viande de bœuf. Une société, Duquesne Purina, se propose d'augmenter cette consommation car la viande de lapin possède quelques qualités diététiques. Un faible pouvoir énergétique (0,7 mégajoule ; 0,4 à 1,5 mégajoule pour les autres viandes). Des protides en quantité égale à celle du cheval et inférieure uniquement à celle du chevreuil, du lièvre et du dindonneau : 22 g/100 g de viande. Enfin, sa teneur en fer n'est dépassée que par celle du cheval et elle apporte une bonne quantité de vitamines B1, PP et B12. Bref, le lapin est l'une des viandes de boucherie les plus maigres, donc favorable au maintien d'un taux de cholestérol particulièrement bas. Ainsi donc Duquesne Purina lance une marque, "Les lapins de nos provinces" qui propose le lapin sous toutes ses formes, du tout cru au tout cuit prêt à l'emploi.

Une deuxième édition du "Guide de la sécurité des entreprises et des collectivités", édité par le Centre national de prévention et de protection (CNPP), vient de paraître, augmentée de nombreuses informations et contenant les adresses de 4 000 professionnels. Elle est divisée en quatre grandes parties : incendie, malveillance, prévention des pollutions accidentelles (protection de l'environnement), et protection de l'individu contre les nuisances industrielles. Prix : 200 F.

Un nouveau type de séchoir à linge ultra-rapide, basé sur l'emploi des micro-ondes, vient d'être commercialisé par une nouvelle société, Micro-Dry (Tulsa, Oklahoma). Indépendamment des avantages inhérents à ce procédé par rapport aux séchoirs traditionnels (rapidité de séchage accrue, simplification mécanique, consommation moindre, préservation du linge grâce à une température plus basse), le coût sera sensiblement égal à celui des autres types de séchoirs en raison de la baisse continuelle des composants micro-ondes.

INFORMATIQUE

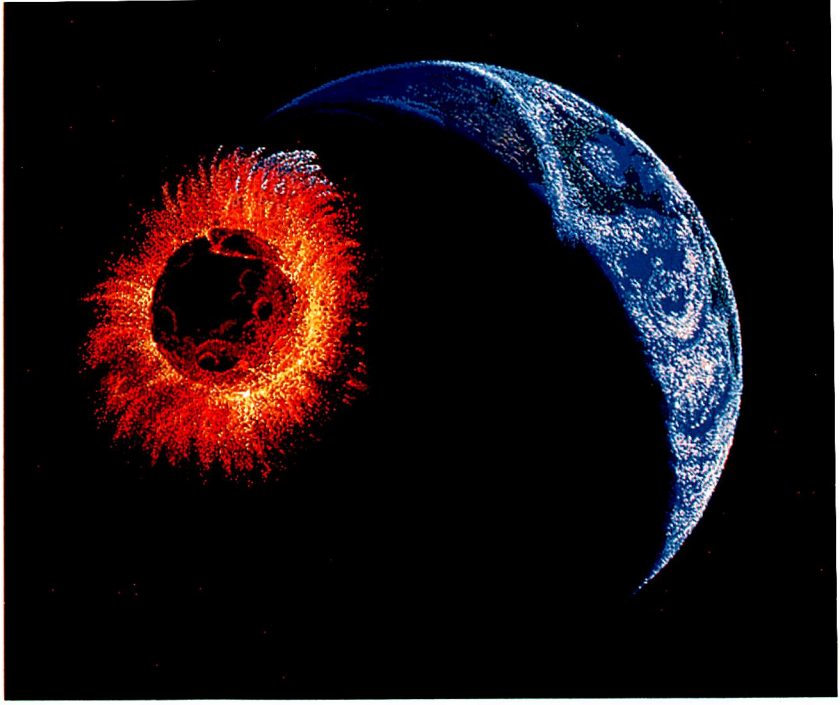
Imprimantes personnelles haute définition

Les images polychromes d'une grande finesse de détails produites par ordinateur, étaient jusqu'ici tirées sur papier ou sur film par de volumineuses et coûteuses machines conçues pour des laboratoires et des entreprises de moyenne importance. La société Honeywell vient de réaliser une gamme d'appareils de ce type, plus simples, relativement compacts, destinés à des utilisateurs individuels (graphistes, enseignants, architectes, etc.) ou à de petites entreprises.

Cette gamme comporte deux processeurs de diapositives 24 × 36 Procolor (PC et MAC) et deux imprimantes thermiques couleur (TT 200 et TT 200-MAC) compatibles avec les ordinateurs IBM-PC ou Macintosh grâce à une interface développée par Honeywell. L'ensemble processeur-ordinateur-imprimante-interface et un logiciel graphique nécessaire pour créer les documents permettent de produire une image de synthèse et de la copier sur film avec un appareil photo ou sur papier.

Celle-ci est d'abord numérisée point par point par le logiciel Honeywell, dans la définition du Procolor (2048 × 1563 ou 4096 × 3072 pixels). Trois fichiers de couleurs, rouge, vert, bleu, sont créés également : ils permettront de produire jusqu'à 16,7 millions de couleurs. L'image obtenue est ensuite envoyée sur le processeur au moyen d'une carte, SCSI pour Macintosh ou IEEE pour IBM.

Dans le boîtier du Procolor, se trouve un écran noir et blanc carré, plat, à très haute bande passante, sans déformation sur les bords. Trois filtres rouge, vert, bleu sont montés sur une roue tournante placée entre l'écran et l'appareil photo fixé sur le boîtier. Lorsque le document est créé, l'ordinateur envoie la succession de points constituant



l'image sur le Procolor. Ceux-ci seront filtrés entre l'écran et l'appareil photo réglé en pose (diaphragme ouvert) qui enregistre la succession de points. Le film est ensuite développé normalement pour donner des diapositives.

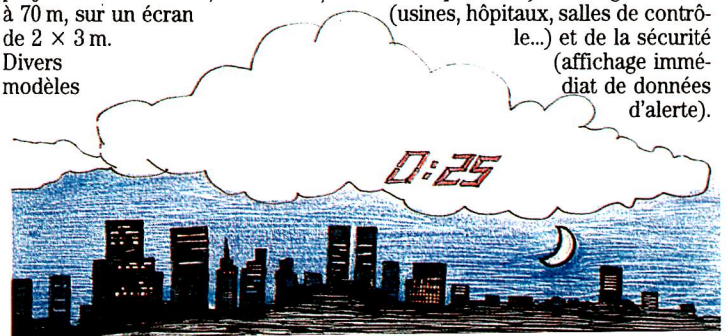
Lorsqu'on souhaite des documents sur papier ou sur transparent, il suffit de les envoyer sur l'imprimante TT 200. A l'aide du même logiciel Honeywell, une carte Centronix retraite les données reçues pour fournir en quelques minutes un document couleur (format A4) de grande qualité. Il est à noter que l'ensemble est facile à utiliser et le résultat rapidement obtenu.

COMUNICATION

Un projecteur d'images à cristaux liquides

Une firme française, Images Optiques (Résidence Les Muriers, 91800 Boussy-Saint-Antoine) propose une gamme de projecteurs vidéo d'images formées sur des mini-panneaux à cristaux liquides pour leur présentation à grande distance sur n'importe quelle surface claire. Par exemple, en reliant le projecteur à un ordinateur, pour projeter l'heure la nuit, sur un mur, à 70 m, sur un écran de 2 × 3 m. Divers modèles sont disponibles en noir et blanc ou en couleurs. Les mini-panneaux à cristaux liquides du modèle couleur comportent 92 000 pixels (prix : 19 000 F HT).

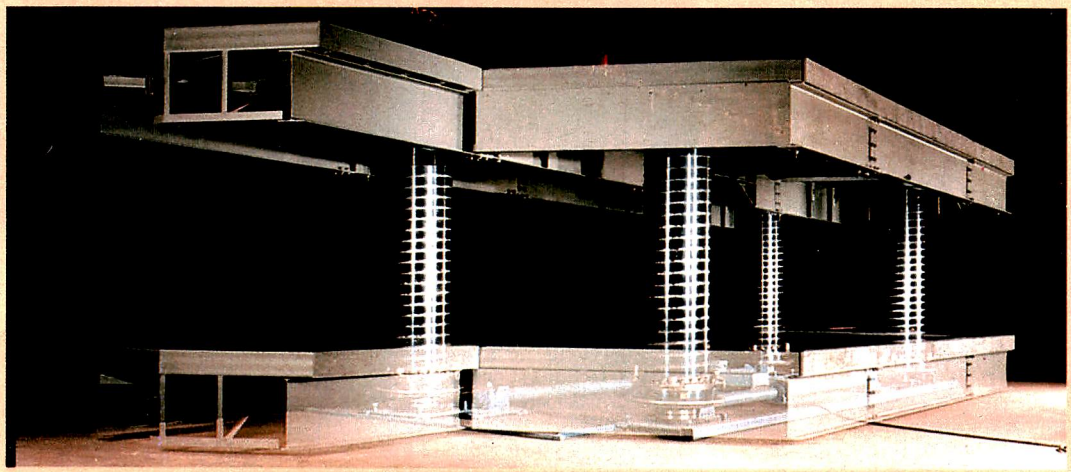
Les projecteurs Images optiques conviennent à de multiples applications dans les domaines de la communication (projection de messages écrits, par exemple dans les expositions) de la signalisation (usines, hôpitaux, salles de contrôle...) et de la sécurité (affichage immédiat de données d'alerte).



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.*

UN SYSTEME DE LEVAGE PAR VERINS DEROULANTS

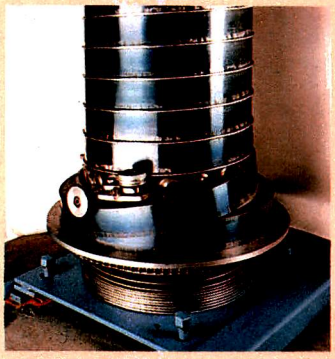


Quoi

Une plate-forme de levage puissante dont les vérins, hauts de 50 cm au repos, atteignent 6 m de hauteur totalement déroulés.

Comment

Le système revient à constituer une colonne métalique en étirant un ressort plat de 50 cm de diamètre et en insérant entre les spires une lame large de quelques centimètres dont la fonction est de maintenir le ressort étiré. L'équipement comporte une plate-forme portée par plusieurs de ces colonnes métalliques circulaires qui se reconstituent progressivement (montée de l'ascenseur) lorsqu'un mécanisme spécial glisse une lame verticale de soutien entre les deux spires consécutives d'une lame horizontale. La spirale horizontale de chaque colonne maintient solidement la spirale verticale pour constituer un support capable de porter des charges élevées.



Ce système comporte huit avantages déterminants : 1. son important rapport hauteur maximale/hauteur minimale supérieur à 10 (6 mètres érigé, 50 cm abaissé) ; 2. sa puissance constante quelle que soit sa position ; 3. sa mécanique simple à moteur électrique aisément synchronisable avec d'autres mécanismes identiques (telles des scènes de spectacles) ; 4. sa résistance axiale considérable ; 5. le niveau de bruit très faible, il n'y a à peu près pas de frottement ; 6. sa grande capacité par vérin, qui est de l'ordre de 10 tonnes métriques ; 7. sa vitese d'opération : (jusqu'à 4 m à la minute) ; 8. son coût d'usinage modeste.

Marché

Chariots élévateurs de plate-forme, ascenseurs de scènes de spectacles, d'usage domestique, de garages pour véhicules, d'entrepôts, etc.

Pour qui

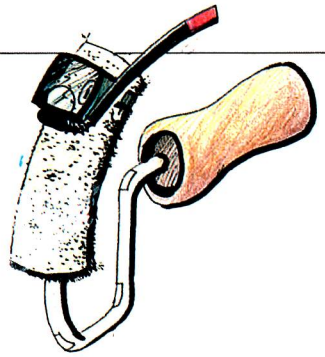
La compagnie serait intéressée à octroyer des licences. Ce qui pourrait demander une participation conjointe pour le développement du produit pour des domaines bien spécifiques.

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.

ROBOTIQUE

Une machine peignant automatiquement sous la mer



Les constructions sous-marines, comme les constructions réalisées sur la terre ferme, ont besoin d'entretien. C'est le cas des plates-formes de prospection et de production pétrolière, des jetées, barrages, portes d'écluse ou des coques de navires qu'il faut nettoyer et repeindre périodiquement. Une firme britannique, Colebrand Ltd, a réalisé à cet effet un équipement de préparation et de peintures sous-marines automatisées, le Colebrand Underwater Protective System, capable de travailler même en mer houleuse et en eaux polluées et troubles.

Le système de base comprend un ensemble électropneumatique-hydraulique que l'on fixe à la structure à traiter. Un balancier, qui est doté d'un mouvement précis relativement au bâti principal, porte une tête de travail auquel il est possible de fixer un bouclier de grenaille pour la préparation de la surface ou un bouclier de pulvérisation pour l'application de peinture.

Le courant électrique, l'air comprimé, la grenaille et la peinture sont fournis à partir de la terre ferme, d'une plate-forme ou d'un ponton et les pressions employées sont identiques à celles qu'il faudrait normalement pour effectuer le travail hors de l'eau.

Pour travailler en eau profonde, il est possible de placer une caméra de télévision sous-marine permettant d'examiner la surface à traiter et de contrôler les opérations.

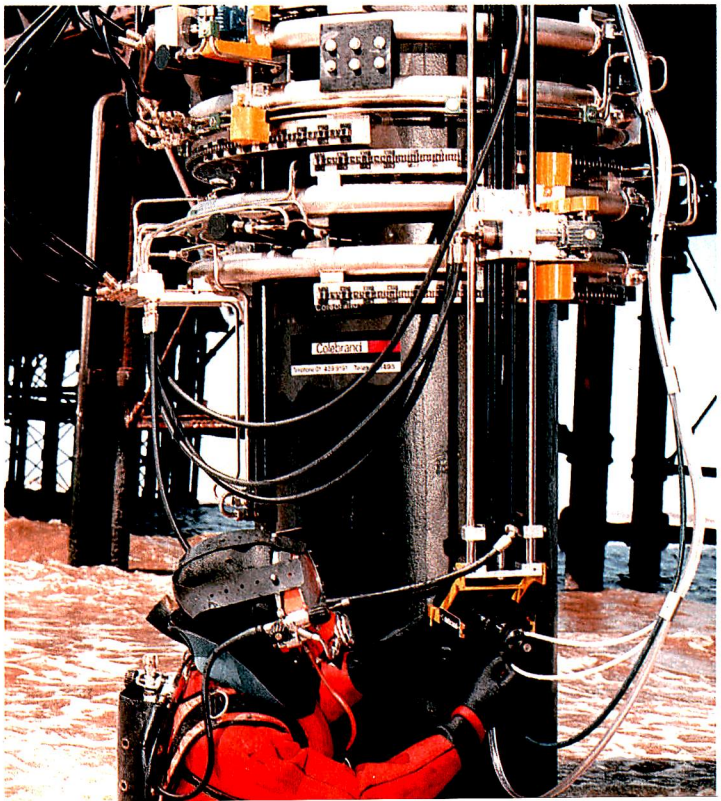
Tandis que la préparation peut être effectuée par une grenaille conventionnelle, la firme fournit son propre abrasif d'enduction pour nettoyer les surfaces d'acier et procéder à un zingage retardant l'oxydation et la contamination assez longtemps pour permettre l'achèvement de la peinture ou de l'enduction d'un revêtement anticorrosion. Pour procéder aux opérations de revêtement, après que l'air comprimé ait été introduit dans le bouclier de pulvérisation pour déplacer l'eau, la peinture est pulvérisée à haute pression via la poche d'air créée directement sur le substrat.

Selon la société, le bouclier de pulvérisation peut être guidé automatiquement ou bien tenu par un plongeur et permet de couvrir en l'espace de 4 à 5 secondes une bande mesurant 1 mètre de long sur 150 mm de large avec, par exemple, une peinture époxyde ou une peinture époxyde/bitumineuse, selon le travail à effectuer.

COMMUNICATION

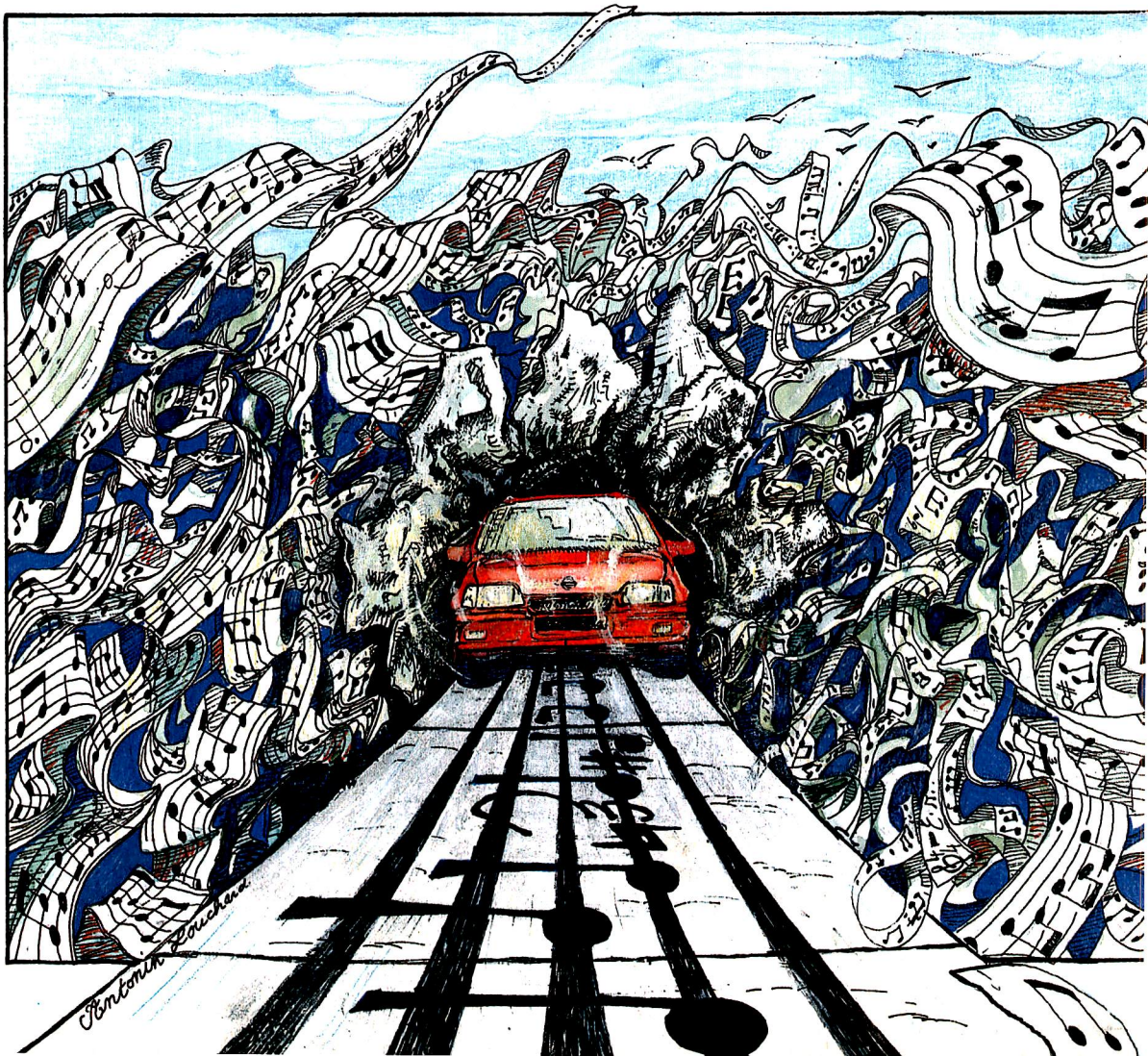
La télécopie en voiture

Le téléphone est aujourd'hui d'utilisation courante dans les automobiles et ce sont maintenant ses périphériques qui commencent à y faire leur entrée. Ainsi, la Société DBS (47 ter, rue Roque-de-Fillol, 92800 Puteaux) propose-t-elle un télécopieur compact Nissei pour téléphone de voiture. L'appareil se branche sur la prise allume-cigare. Conforme aux normes du groupe 3, il permet de recevoir des documents écrits ou dessinés au format maximum A4 (21 × 29,7 cm). Si l'émission d'un document se fait automatiquement dès que le télécopieur appelé a décroché la ligne téléphonique, à la réception, par contre, il est nécessaire de le mettre en fonctionnement manuellement. Prix : 30 000 F. ■



LILLE-MARSEILLE EN ECOUTANT WAGNER

Traverser la France en voiture, votre radio calée sur l'intégrale des "Niebelungen", sans que votre musique préférée soit intempestivement interrompue par la voix douceâtre et nubile de Vanessa Paradis et autres Zizi Panpan de variétés, c'est maintenant possible : l'autoradio RDS y veillera, et à bien d'autre choses encore.



Voilà trois ans, la Commission consultative internationale des radiocommunications (CCIR) adoptait le RDS (*Radio Data System*), un procédé de diffusion, en modulation de fréquence, d'informations numérisées sur le canal radio. Fin 88, suivant de quelques mois la Suède et l'Allemagne, la France mettait en service ce RDS.

Aujourd'hui, les grands noms européens de l'autoradio, Philips, Grundig, Blaupunkt, lancent les premières radios RDS : nous le verrons plus loin en détail, l'autoradio pourra identifier lui-même une station émettrice qu'il affichera sur un écran à cristaux liquides ; maintiendra automatiquement la réception optimale d'un programme durant tout le trajet en voiture, en se calant sur l'émetteur assurant la meilleure transmission ; ou encore captera, à volonté, les informations relatives à l'état du trafic...

Principe. Le système a d'abord été conçu pour ne pas perturber les émissions FM normales. Par contre, il a fallu modifier très légèrement les émetteurs. Ce n'est pas la première fois, il faut le souligner, que de tels changements sont réalisés sur un système de radiodiffusion, sans que le public déjà équipé ait à en souffrir.

Ainsi, lors du lancement de la stéréophonie, fallut-il transformer la bande FM pour assurer le passage d'un second canal, sans perturber les réceptions monophoniques : une astuce technique permit d'ajouter au signal FM monophonique, un signal complémentaire que les récepteurs monophoniques ne pouvaient pas capter.

Le premier signal, monophonique, est en fait constitué de la somme des signaux des canaux de la stéréophonie : voie de droite (D), plus voie de gauche (G). En simplifiant, disons qu'on transmet donc D + G sur l'onde principale (basse fréquence) appelée onde porteuse et qui est l'onde que reçoit le récepteur monophonique. Elle est aussi captée par le récepteur stéréophonique qui comporte également une unité de réception monophonique.

Le second signal est constitué de la différence des signaux des voies droite et gauche : on transmet donc D − G sur une onde appelée sous-porteuse, combinée à la porteuse et destinée à être reçue uniquement par les postes stéréophoniques qui comportent, à cet effet, une unité discriminatrice. Ils possèdent aussi une unité transformatrice qui, à partir de ces deux signaux reçus (D + G et D − G) va effectuer deux opérations qui vont reconstituer les signaux des voies de droite et de gauche.

— Première opération : (D + G) + (D − G) = 2 D.
— Seconde opération : (D + G) − (D − G) = 2 G.

Cette technique permet la compatibilité entre l'ancienne radio FM, monophonique, et la nouvelle radio FM, stéréophonique. Elle a été utilisée par la suite en télévision, pour obtenir la compatibilité entre les anciens téléviseurs noir et blanc et les nouveaux postes couleurs. Dans tous les cas, il faut le noter, les signaux utilisés sont du type classique, c'est-à-dire analogique.

Avec l'arrivée de l'informatique et surtout celle des circuits intégrés logiques, les techniciens ont vite éprouvé le besoin d'utiliser la puissante capacité de ces modes de transmission des signaux, pour diffuser des messages complémentaires sous forme numérique. Première application, la télé, avec le procédé Antiope.

Pourquoi la télévision plutôt que la radio ? D'abord parce que le débit, c'est-à-dire le nombre d'informations susceptible d'être transmis chaque seconde sur un canal vidéo, est de très loin supérieur à celui d'un canal audio. En outre il existe, pour le signal vidéo, des zones vides d'informations. Elles correspondent au moment du changement d'image (on sait qu'il y en a 25 par seconde), ce que les spécialistes appellent "retour trame". En effet, en télévision, après avoir balayé l'ensemble des points constituant l'écran, le spot doit revenir à sa position de départ, opération qui n'est pas instantanée : ce temps mort équivaut à une dizaine de lignes (soit 10^{-5} seconde) environ, qui sont donc libres de toute modulation.

L'autoradio RDS a de multiples applications ; vous pourrez contrôler vos choix, qui seront affichés en clair sur un écran à cristaux liquides.

L'idée de base d'Antiope fut donc d'utiliser ces zones libres pour transmettre des données numériques. Les téléviseurs ne les exploitant pas, ces données y sont invisibles sans le décodeur approprié qui permet, par exemple, d'y faire apparaître des sous-titres.

En radio, le problème est totalement différent, car l'émission est continue et ne comporte donc aucun vide qui permettrait, comme pour la télé, d'acheminer des données. Une solution consiste à interrompre de temps en temps la diffusion pour la remplacer par un "bip". Le procédé fut autrefois employé par RTL, notamment pour mettre en marche automatiquement des récepteurs au moment de la diffusion d'un flash d'information. Mais le bip lui-même ne pouvait être perçu par l'auditeur, il était donc vain de transmettre des données en permanence.

Les techniciens en vinrent alors à un procédé voisin de celui utilisé pour transmettre la stéréophonie : se servir d'une sous-porteuse (une de plus car, nous l'avons vu, la stéréophonie en utilise déjà une). Non sans quelques problèmes, cependant.

Nul n'ignore, par exemple, que la bande FM des grandes villes est très encombrée, la plage de fréquences qu'un émetteur a le droit d'utiliser y est donc calculée au plus juste. N'oublions pas aussi

qu'en radio, un émetteur ne se caractérise pas uniquement par sa fréquence porteuse -celle qu'indique le cadran du récepteur- mais également par un spectre plus large, qui l'encadre, et lié à sa modulation.

En FM, pour chaque émetteur, ce spectre est calculé de manière relativement serrée ; il ne peut donc pas transmettre une infinité de fréquences. Qui plus est, la plus grande partie de ce spectre est déjà utilisée pour les modulations mono et stéréo.

Pour le RDS, ajouter une sous-porteuse complémentaire implique donc des choix judicieux. Et pour voir quels critères ont été arrêtés, il nous faut revenir plus en détail sur le procédé utilisé pour le codage stéréophonique.

En premier lieu, précisons que, pour une émission FM conventionnelle, une bande de fréquence comprise entre 20 et 16 000 hertz est réservée au signal monophonique (soit, nous l'avons vu, D + G). Cette plage ne comporte aucun codage particulier et se trouve directement utilisée par les récepteurs monophoniques. Vient ensuite une fréquence à 19 kHz. Elle sert de fréquence pour le système de décodage stéréophonique du récepteur, lequel, nous l'avons également vu, reconstitue les voies droite-gauche des signaux (D + G et D − G).

La sous-porteuse (D − G) est transmise sur une fréquence voisine, de 38 kHz. Pour être plus précis, disons que ce n'est pas cette fréquence de 38 kHz qui est émise, mais seulement le spectre de fréquences l'entourant (ce que les techniciens appellent "suppression de porteuse"). C'est en multipliant par 2 la fréquence pilote de 19 kHz, soit 38 kHz, que le récepteur sera en mesure de reconstituer la porteuse correspondant à (D + G) + (D − G) et à (D + G)− (D − G) (voir plus haut).

Dans ces conditions, ajouter une autre sous-porteuse, pour réaliser le RDS, risquerait fort de créer des interférences entre les fréquences émises et, par voie de conséquence, d'altérer la qualité de la transmission.

La solution consiste à utiliser aussi, pour le RDS, la fréquence de référence de 19 kHz déjà émise ; mais, au lieu de la doubler pour la porter à 38 kHz comme pour transmettre la stéréophonie, elle est triplée. Le spectre RDS est donc transmis sur 57 kHz, également avec suppression de porteuse.

Cette technique a deux avantages. D'une part, le spectre sur 57 kHz étant lié à la fréquence de référence de 19 kHz, est synchrone et ne risque donc pas d'interférer avec elle ; d'autre part, on peut placer le spectre RDS juste après le spectre de la stéréophonie, donc, ici encore, sans risque d'interférences. Enfin la fréquence choisie est si élevée que les récepteurs conventionnels, même stéréophoniques, l'ignorent totalement du fait même de leur électronique interne.

Dernier avantage de ce type de codage : l'adjonction du signal RDS n'exigera que des modifications infimes sur les émetteurs actuels. Le réseau France Inter, d'ailleurs, est déjà équipé depuis plusieurs mois et, étant donné le grand nombre d'émetteurs FM présents en France, le RDS a pratiquement une couverture nationale.

Ce système n'a qu'un seul défaut : il n'assure qu'une transmission relativement lente des données. Car, comme nous l'avons dit plus haut, les capacités de transmission d'un canal audio sont très inférieures à celles d'un canal vidéo. Un défaut qui est par ailleurs compensé par une qualité essentielle, bien connue du public : il est beaucoup plus facile de recevoir une émission radio qu'une chaîne de télévision sur des systèmes portatifs, et tout particulièrement en voiture.

Applications. L'une des premières applications est la radio-messagerie. Ce qui a très vite conduit TDF à proposer le système Opérator (voir *Science & Vie* n° 846 p. 124).

Actuellement quelque 120 émetteurs et plus de 400 réémetteurs normalement destinés à la diffusion de France Info, France Culture et France Musique, sont équipés pour assurer une liaison RDS. L'auto-radio, quant à lui, très compact, est doté d'un récepteur FM équipé d'un scanner (système capable de se caler automatiquement sur l'émetteur le mieux reçu), d'un décodeur RDS et d'un afficheur à cristaux liquides permettant par exemple l'affichage d'un numéro de téléphone ou de tout autre message chiffré. Pour la transmission personnalisée de ce message, chaque récepteur possède son propre numéro d'identification.

Notons qu'afin d'améliorer la fiabilité du procédé, un même message s'affiche plusieurs fois en quelques instants. En effet il peut arriver que la réception FM soit interrompue, si l'automobiliste en déplacement traverse une zone recevant mal l'émetteur (tunnel).

Mais la radio-messagerie n'est pas la seule vocation du RDS, il peut aussi simplifier l'utilisation des autoradios. Les constructeurs Philips, Blaupunkt ou Grundig l'ont vite compris, qui proposent déjà des appareils dotés de diverses fonctions exploitant les signaux RDS. Ces fonctions sont souvent désignées par une abréviation.

• Fonction AF (autres fréquences) : c'est un système électronique qui donne au récepteur le numéro des autres émetteurs ou réémetteurs diffusant le même programme. Cette fonction est très utile pour les autoradios. En effet, dès que la qualité de réception se dégrade, parce que le véhicule, en roulant, s'éloigne de l'émetteur, l'appareil peut automatiquement changer de fréquence pour capter un autre émetteur transmettant le même programme. On pourra ainsi, sans en rater une miette, écouter d'une traite le retransmission de la *Forza del Destino* ou de l'intégrale des *Niebelungen* sans avoir à effleurer son poste. A cet effet, chaque émetteur possède

(suite du texte page 160)

L'économie n'est pas une science exacte. Ce n'est pas une raison pour baisser les bras.

Photo : ATGER/EDITING

Les grands événements qui bouleversent l'économie semblent imprévisibles. Mais si personne ne peut dire quand ils interviennent, on peut expliquer pourquoi et comment.

Vous ne trouverez pas dans SCIENCE & VIE ECONOMIE la chronique du monde des affaires. Nous préférons nous consacrer à l'analyse des mouvements de fond qui animent la vie économique à l'échelle de l'entreprise comme à celle des Etats.

Pour nous, l'important c'est de décrire les étapes concrètes de la construction européenne, de savoir pourquoi telle industrie se délocalise à Taïwan, de recenser les critères de recrutement dans les entreprises, de faire le point sur les différentes formes d'épargne, etc.

Et pour parler de tout cela, il nous paraît essentiel d'être clair, accessible, précis et complet.

SCIENCE & VIE
ÉCONOMIE

AU SOMMAIRE DU NUMÉRO DE MARS :

Les banques en Europe : nos voisins sont-ils mieux lotis que nous ?

EdF et le Big Bang de l'électricité

A quoi va servir le X[e] Plan ?

S & V Economie. Comprendre pour agir

DES PIEDS FERMES POUR BIEN PHOTOGRAPHIER

Pour obtenir des prises de vues stables, les photographes immobilisent leurs appareils sur des pieds. Mais dans la gamme amateur de ces accesoires, rares sont ceux qui assurent efficacement cette stabilité. C'est ce qui ressort de nos essais portant sur 17 modèles.

PAR LAURENT DOUEK

Le pied photographique — ou, plus exactement, le trépied — est l'accessoire qui, avec le flash, est le plus utilisé par les photographes. C'est qu'il est indispensable à bien des prises de vues pour éviter le moindre bougé ou pour obtenir une grande précision de la mise au point. Il en est ainsi en pose longue, l'appareil ne pouvant, dans ce cas, être tenu correctement à la main. Mais c'est aussi le cas avec des temps d'exposition très brefs si l'on utilise un téléobjectif, en raison de son champ étroit qui amplifie les effets d'un bougé. De même, en photo rapprochée, la plus infime vibration d'un appareil donne une image beaucoup plus floue que celle qu'on aurait avec une prise de vue ordinaire. Au surplus, dans ce cas, la recherche d'une grande profondeur de champ oblige à mettre au point avec une extrême précision, puis à diaphragmer fortement et, du même coup, à photographier avec une pose relativement longue. En fait, il n'est pas possible de faire de bonnes photomacrographies sans appareil totalement immobilisé sur un bon pied.

Ainsi la qualité première d'un pied, c'est donc sa stabilité et sa rigidité. Des qualités difficiles à voir au premier coup d'oeil car rien n'est plus trompeur qu'un pied métallique, de construction soignée, doté d'une tête avec plate-forme métallique : à le regarder, il semble stable et cette stabilité paraît persister lorsqu'on appuie sur la plate-forme ou sur les branches. Pourtant, il n'est pas rare que ce matériel fléchisse légèrement lorsque, équipé d'un appareil photo, on appuie sur le déclencheur. Ce qui est facile à déceler : il suffit de regarder, dans le viseur, l'angle de l'image tout en déclenchant ; si l'on voit cet angle s'incliner légèrement par rapport au sujet qui reste fixe derrière, puis reprendre sa place lorsqu'on cesse la pres-

Les ensembles **13** et **17** sont constitués des pieds **11** et **16** et respectivement des têtes Joystick et AF 120 (**voir photos page 128**).

Les résultats de nos essais

MARQUE MODÈLE PRIX	POIDS	HAUTEUR DU PIED AVEC LA TÊTE			BRANCHES	COLONNE CENTRALE	TÊTE	NOMBRE D'ÉTOILES	RAPPORT QUALITÉ/ PRIX	OBSERVATIONS
		MAXI	MINI	REPLIÉ						
BILORA • **75-95 Multi** **870 F** ❶	2,400 kg	1,20 m (1,50 m avec la colonne centrale)	0,60 m	0,60 m	• En profilé d'aluminium ouvert. • 3 sections avec entretoises. • Blocage par cliquets. • Rigidité insuffisante. ★★	• Tube à friction, réversible. • Hauteur : 0,30 m. • Blocage par bague. • Rigidité insuffisante. ★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Écrou au pas Kodak. • Platine bien large. • Mauvais blocage. • Absence de rigidité. ★	5	8	La colonne centrale se déboîte et peut servir de monopied. Mais il est inutilisable faute d'un système de blocage des 5 sections qui le composent.
CULLMANN • **2104** **390 F** ❷	0,900 kg.	1,00 m (1,30 m avec la colonne centrale)	0,40 m	0,43 m	• Tubes ronds. • 4 sections avec entretoises. • Blocage par bague de serrage. • Mauvaise rigidité. ★	• Tube rond à crémaillère. • Hauteur : 0,30 m. • Blocage par bague de serrage. • Rigidité insuffisante. ★★	• Fixe. • 2 directions. • Écrou au pas Kodak. • Blocage insuffisant. • Rigidité insuffisante. ★★	5	18	Intéressant pour son prix modeste.
• **2902** **690 F** ❸	1,200 kg	0,72 m (1,10 m avec la colonne centrale)	0,25 m	0,40 m	• Profilé d'aluminium fermé à section trapézoïdale. • 3 sections avec entretoises. • Blocage par cliquets. • Bonne rigidité. ★★★	• Tube rond à friction, réversible. • 2 sections. • Hauteur : 0,38 m. • Blocage par cliquet. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • Rotule omni-directionnelle. • Écrou au pas Kodak. • Blocage insuffisant. • Rigidité insuffisante ★★	8	16	Modèle léger, compact et suffisamment stable. Bon choix à condition de changer la tête.
• **Magic 2** **850 F** ❹	1,300 kg	1,00 m (1,44 m avec la colonne centrale)	0,50 m	0,35 m	• Tubes ronds. • 4 sections. • Blocage par vissage 1/4 de tour, efficace, mais peu pratique. • Bonne rigidité. ★★	• Tube rond à friction, réversible. • 2 sections. • Hauteur : 0,44 m. • Blocage par bague de serrage. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • Rotule omni-directionnelle. • Écrou au pas Kodak. • Platine avec fixation rapide. • Blocage insuffisant. • Rigidité insuffisante. ★★	7	12	Pied très plat une fois replié. Bon choix à condition de changer la tête.
GITZO (1) • **Tatalux 106** **(avec tête 172)** **850 F +** **530 F** **(1 380 F)** ❺	1,690 kg	1,00 m (1,50 m avec la colonne centrale)	0,44 m	0,44 m	• Tubes ronds. • 4 sections. • Blocage par bague de serrage, efficace, mais peu pratique. • Rigidité insuffisante. ★★	• Tube rond à friction, réversible. • 2 sections. • Hauteur : 0,50 m. • Blocage par bague efficace, mais peu pratique. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Écrous aux pas Kodak et Congrès. • Platine bien large. • Blocage efficace. • Très bonne rigidité. ★★★★	9	10	Pied compact. Grande gamme de têtes et d'accessoires.

sion, c'est que le pied (ou plus souvent la plate-forme de la tête) n'est pas stable. Observons que l'utilisation d'un déclencheur à câble très souple réduit beaucoup le risque de bougé. Mais celui-ci subsiste, par contre, lorsque du vent fait vibrer un téléobjectif ou un équipement de photomacrographie. Dans ces cas, il faut s'abstenir de photographier ou utiliser un pied lourd vraiment rigide.

Nous avons essayé dix-sept modèles de pieds, dotés d'une tête (***voir les tableaux ci-dessus et pp. 126 et 127***). Notre sélection s'est faite en éliminant les pieds lourds professionnels (toujours stables d'ailleurs) et les pieds ultra-légers, de bas prix, dont les branches manquent à l'évidence de rigidité.

Deux conditions d'utilisation du pied (déplié à ses longueurs maximale et minimale) ont été prises en considération lors de nos tests. En effet, avec un téléobjectif ou pour photographier un groupe de

MARQUE MODÈLE PRIX	POIDS	HAUTEUR DU PIED AVEC LA TÊTE			BRANCHES	COLONNE CENTRALE	TÊTE	NOMBRE D'ÉTOILES	RAPPORT QUALITÉ/ PRIX	OBSERVATIONS
		MAXI	MINI	REPLIÉ						
• **Monotripod Sport (avec tête Rationnelle 1) 1 630 F + 600 F (2 230 F)** ❻	2,440 kg	1,63 m (2,13 m avec la colonne centrale)	0,39 m	0,66 m	• Tubes ronds. • 4 sections. • Blocage par bague de serrage, efficace, mais très peu pratique. • Rigidité insuffisante. ★	• Tube rond à friction, réversible. • 2 sections. • Hauteur : 0,50 m • Blocage par bague efficace, mais peu pratique. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Ecrous aux pas Kodak et Congrès. • Platine bien large. • Blocage efficace. • Très bonne rigidité. ★★★★	8	6	Une des trois branches se dévisse (quand on y arrive !) et peut servir de monopied. La dernière section des branches est trop fine pour assurer une bonne stabilité.
• **Crémaillère 2 Performance (avec tête Rationnelle 2B) 1 760 + 800 F (2 560 F)** ❼	3,480 kg	1,60 m (2,06 m avec la colonne centrale)	0,60 m	0,80 m	• Tubes ronds. • 3 sections. • Blocage par bague, efficace, mais peu pratique. • Bonne rigidité. ★★	• Tube rond à crémaillère, fixation de la tête en haut ou en bas. • Hauteur : 0,46 m. • Blocage par bague efficace, mais peu pratique. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Ecrous aux pas Kodak et Congrès. • Platine bien large. • Blocage efficace. • Très bonne rigidité. ★★★★	9	5	Prix trop élevé.
INTER-PHOTO • **VGT 602 345 F** ❽	1,000 kg	1,03 m (1,28 m avec la colonne centrale)	0,47 m	0,50 m	• Profilé d'aluminium fermé à section trapézoïdale. • 3 sections avec entretoises. • Blocage par cliquets. • Mauvaise rigidité. ★	• Tube rond à crémaillère. • Hauteur : 0,25 m. • Blocage par écrou. • Rigidité insuffisante. ★★	• Fixe. • 3 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Semelle de fixation rapide. • Blocage insuffisant et rigidité médiocre. • Mauvaise rigidité. ★	4	16	Trépied intéressant par son prix, mais la tête en plastique et inamovible ne convient pas pour un appareil reflex.
• **VT 1102 850 F** ❾	2,000 kg	1,25 m (1,57 m avec la colonne centrale)	0,58 m	0,65 m	• Profilé d'aluminium fermé à section trapézoïdale. • 3 sections avec entretoises. • Blocage par cliquets. • Bonne rigidité. ★★★	• Tube rond à crémaillère. • Hauteur : 0,32 m. • Blocage par écrou. • Rigidité insuffisante. ★★	• Interchangeable • 2 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Semelle de fixation rapide. • Blocage insuffisant. • Mauvaise rigidité. ★	6	11	Pied à tête "fluide". Bien que vendu pour la photographie, ne convient pas pour cette utilisation.

personnages ou un visage, l'appareil est placé à hauteur d'œil, alors qu'en photomacrographie il est souvent au ras du sol. Nous avons aussi utilisé plusieurs appareils photos, reflex 24 × 36 et moyen format 6 × 6.

Le pied se compose d'une tête, d'une colonne centrale et de trois branches. Les différentes sections de ces branches sont réalisées en tubes d'aluminium ronds ou en profilé d'aluminium ouvert ou fermé. Si les tubes ronds assurent la meilleure rigidité, ils sont parfois trop fins dans leurs dernières sections (Gitzo Tatalux et Monotripod Sport) et tournent librement les uns dans les autres (Gitzo). Sur les modèles Slik et Manfrotto, des chanfreins empêchent ce mouvement de rotation. Les branches en profilé d'aluminium ouvert (section en U, tel le modèle Bilora) sont à proscrire par leur manque évident de raideur. Le profilé d'aluminium fermé à section trapézoïdale (Cullmann 2902 et Inter-Photo) est plus rigide, mais les différentes

MARQUE MODÈLE PRIX	POIDS	HAUTEUR DU PIED AVEC LA TÊTE			BRANCHES	COLONNE CENTRALE	TÊTE	NOMBRE D'ÉTOILES	RAPPORT QUALITÉ/ PRIX	OBSERVATIONS
		MAXI	MINI	REPLIÉ						
MAN-FROTTO (1) • **Mini-Pro (avec tête Junior 3D) 500 F + 200 F (700 F)** ⑩	2,160 kg	1,20 m (1,60 m avec la colonne centrale)	0,52 m	0,29 m	• Tubes ronds. • 3 sections. • Blocage efficace par écroux de serrage, mais partie supérieure pas assez robuste. • Rigidité insuffisante. ★★	• Tube rond à friction, réversible. • Hauteur : 0,40 m. • Blocage par écrou efficace. • Très bonne rigidité. ★★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Platine bien large. • Blocages efficaces. • Excellente stabilité. ★★★★★	11	20	Un bon choix pour des appareils légers.
• **Basic (avec tête Basic) 640 F + 440 F (1 080 F)** ⑪	3,350 kg	1,40 m (1,90 m avec la colonne centrale)	0,57 m	0,64 m	• Tubes ronds. • 3 sections. • Blocage efficace par écrou de serrage. • Excellente rigidité. ★★★★★	• Tube rond à friction, réversible. • 2 sections. • Hauteur : 0,50 m. • Blocage efficace par écrou de serrage. • Très bonne rigidité. ★★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Platine bien large. • Blocages efficaces. • Excellente stabilité. ★★★★★	14	19	Le meilleur choix pour tous usages.
• **Triaut (avec tête Standard 3D) 1 680 F + 590 F (2 270 F)** ⑫	7,000 kg	1,81 m (2,27 m avec la colonne centrale)	0,40 m	0,93 m	• Tubes ronds. • 3 sections. • Système de descente et de blocage automatique des sections efficace et très pratique. • Excellente rigidité. ★★★★★	• Tube rond à crémaillère, fixation de la tête en haut ou en bas. • Hauteur : 0,46 m. • Blocage efficace par écrou de serrage. • Très bonne rigidité. ★★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Ecrous aux pas Kodak et Congrès. • Platine bien large avec semelle de fixation rapide. • Blocages efficaces. • Excellente stabilité. ★★★★★	14	9	Trépied professionnel. Idéal pour des appareils très lourds.
• **Basic (avec tête Joystick) 640 F + 580 F (1 220 F)** ⑬	3,250 kg	1,47 m (1,97 m avec la colonne centrale)	0,64 m	0,71 m	• Tubes ronds. • 3 sections. • Blocage efficace par écrou de serrage. • Excellente rigidité. ★★★★★	• Tube rond à friction, réversible. • 2 sections. • Hauteur : 0,50 m. • Blocage efficace par écrou de serrage. • Très bonne rigidité. ★★★★	• Interchangeable. • Rotule omni-directionnelle. • Ecrou au pas Kodak. • Semelle de fixation rapide. • Blocage efficace de l'orientation par gâchette. • Très bonne rigidité. ★★★★	13	13	Ensemble très pratique avec un téléobjectif.

sections coulissent plus difficilement qu'avec des tubes ronds.

Le mécanisme de blocage des différentes sections laisse aussi à désirer. Les bagues de serrage des modèles Gitzo sont très peu pratiques : en essayant de desserrer la bague inférieure, on débloque souvent la bague supérieure ou on la bloque trop énergiquement si on la maintient durant cette opération. Quant aux cliquets de serrage (modèles Bilora, Cullmann, Inter-Photo et Slik), ils risquent fort de prendre un jeu, non récupérable, au fil du temps. Le système idéal de blocage des sections reste constitué d'écrous à oreilles tel qu'on les retrouve sur les modèles Manfrotto (adaptables sur les pieds Gitzo).

Sur de nombreux pieds, la rigidité est augmentée par des entretoises reliant les branches à la colonne centrale. Mais elles sont parfois en plastique souple (Bilora et Inter-Photo) et, dans ce cas, empêchent seulement les branches de trop s'écarter. Ce qui

MARQUE MODÈLE PRIX	POIDS	HAUTEUR DU PIED AVEC LA TÊTE			BRANCHES	COLONNE CENTRALE	TÊTE	NOMBRE D'ÉTOILES	RAPPORT QUALITÉ/ PRIX	OBSERVATIONS
		MAXI	MINI	REPLIÉ						
SLIK • **500 G** **270 F** ⑭	0,580 kg	0,92 m (1,14 m avec la colonne centrale)	0,38 m	0,40 m	• Tubes ronds. • 4 sections. • Blocage efficace par bague de serrage. • Mauvaise rigidité. ★	• Tube rond à friction, réversible. • Hauteur : 0,22 m • Blocage insuffisant par bague de serrage. • Mauvaise rigidité. ★	• Fixe. • 3 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Platine trop étroite. • Mauvaise rigidité. ★	3	14	Trépied de fabrication trop légère pour un appareil reflex.
• **Pressman** **550 F** ⑮	1,480 kg	1,14 m (1,45 m avec la colonne centrale)	0,56 m	0,58 m	• Tubes ronds. • 3 sections avec entretoises. • Blocage par cliquets efficace. • Bonne rigidité. ★★★	• Tube rond à crémaillère. • Hauteur : 0,31 m. • Blocage par bague de serrage. • Rigidité insuffisante. ★★	• Fixe. • 3 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Blocage insuffisant. • Rigidité insuffisante. ★★	7	18	Bon trépied, malheureusement, la tête ne convient pas pour des appareils reflex et n'est pas interchangeable.
• **Grand Master** **1 950 F** ⑯	3,700 kg	1,34 m (1,60 m avec la colonne centrale)	0,60 m	0,70 m	• Tubes ronds. • 3 sections avec entretoises réglables. • Blocage par bague de serrage efficace. • Bonne rigidité ★★★	• Tube rond à crémaillère, fixation de la tête en haut ou en bas. • Hauteur : 0,26 m. • Blocage par écrou efficace. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • 3 directions. • Ecrou au pas Kodak. • Platine bien large. • Blocage suffisant. • Très bonne rigidité. ★★★★	10	7	Modèle trop cher.
• **Grand Master (avec tête AF 210)** **1 950 F +** **650 F** **(2 600 F)** ⑰	3,800 kg	1,36 m (1,62 m avec la colonne centrale)	0,62 m	0,72 m	• Tubes ronds. • 3 sections avec entretoises réglables. • Blocage par bague de serrage efficace. • Bonne rigidité. ★★★	• Tube rond à crémaillère, fixation de la tête en haut ou en bas. • Hauteur : 0,26 m. • Blocage par écrou efficace. • Bonne rigidité. ★★★	• Interchangeable. • Rotule omni-directionnelle. • Ecrou au pas Kodak. • Semelle de fixation rapide. • Blocage efficace de l'orientation par gâchette. • Très bonne rigidité. ★★★	9	4	Ensemble très pratique avec un téléobjectif, mais trop cher.

(1) Les trépieds Gitzo et Manfrotto sont vendus sans tête. Le premier prix indiqué est celui du trépied, le second celui de la tête, que nous avons choisie en fonction des branches. Le poids et les différentes hauteurs sont donnés avec cette tête.

peut aussi être gênant. Ainsi, en photomacrographie, où il est souvent nécessaire de se placer très près du sol, un trépied dont les branches peuvent largement s'écarter, est préférable (modèles Cullmann 2902 ; Gitzo Monotripod Sport ou Manfrotto Mini-Pro).

Cullmann, Gitzo et Manfrotto proposent également des accessoires, tels que renvoi d'angle ou collier de fixation, permettant de placer l'appareil photo sous la colonne centrale. Cette solution est intéressante mais avec un pied robuste. Presque tous les modèles essayés autorisent également l'inversion de la colonne centrale, ou la fixation de la tête en haut ou en bas de cette colonne. Mais, dans cette configuration, les branches deviennent gênantes. Si l'on photographie fréquemment des documents plans ou de petits objets, un statif de reproduction sera alors préférable à ce montage.

Au sommet des trois branches, une colonne

mue par un système de crémaillère ou coulissant manuellement, supporte la tête et permet d'ajuster plus précisément l'appareil à la hauteur voulue. Une colonne centrale trop haute n'est pas souhaitable, car elle compromet souvent la rigidité de l'ensemble.

Dernier élément d'un pied : la tête recevant l'appareil. Ses formes et possibilités de mouvement sont diverses : son choix dépend de l'usage que l'on en fait et des préférences de chacun. Par exemple, avec un téléobjectif, une tête à rotule omni-directionnelle est très pratique, alors qu'une tête composée de deux ou trois articulations et de leviers de blocage, est préférable pour le portrait. Les têtes à rotules, toutefois, ne permettent pas de conserver l'orientation dans un axe donné lorsqu'on change de position. Il existe également des têtes dites "fluides", où les différents mouvements sont freinés par un dispositif à bain d'huile ou à friction. Bien qu'elles soient utilisables en photo, elles conviennent surtout pour la prise de vue cinéma ou vidéo, pour éviter les à-coups lors d'un panoramique par exemple.

La bonne stabilité de la tête réside dans les matériaux employés pour sa construction. Les modèles en plastique montés sur certains trépieds (Inter-Photo, Slik 500 G) sont à écarter parce qu'insuffisamment rigides. La tête en fonderie lourde, est la plus efficace. Encore faut-il que le système de blocage des mouvements soit satisfaisant, ce qui n'est pas le cas pour certains les modèles que nous avons essayés.

Toutes les têtes disposent d'un écrou de fixation de l'appareil photo au pas "Kodak" de 1/4 de pouce qui correspond au filetage de tous les appareils reflex 24 x 36. Seuls les modèles Gitzo sont livrés également avec un écrou au pas du "Congrès", 3/8 de pouce, un filetage qui ne se rencontre que sur les appareils de moyen ou grand format.

De nombreux fabricants ont adopté un système de fixation rapide par semelle. Celle-ci, de forme pyramidale, se fixe sur le filetage pour pied de l'appareil photo et ensuite il suffit de présenter l'ensemble sur la platine de la tête, après avoir écarté un cliquet de blocage, pour que le tout soit fermement maintenu.

Certains appareils photos ont un filetage pour pied fortement décentré et, si l'on emploie un soufflet en photomacrographie ou un long téléobjectif, ce n'est plus l'appareil mais le soufflet ou le téléobjectif qui sont fixés sur la tête. Cela crée un porte-à-faux important qui compromet la stabilité de l'ensemble. Une tête comportant une large platine de fixation est indispensable dans ces cas.

Grâce à la standardisation des écrous de pieds, la tête d'une marque peut souvent se monter sur le pied d'une autre, à conditon, bien sûr, qu'elle soit démontable. Il peut donc être intéressant d'acquérir séparément ces deux accessoires. Toutefois, pour les amateurs, il n'y a que Gitzo et Manfrotto qui offrent cette facilité, les autres fabricants vendant toujours ensemble le pied et la tête.

D'ailleurs, Manfrotto (modèle Joystick) et Slik (modèle AF 210) proposent une tête à rotule plus commode pour la photographie avec téléobjectif que les modèles classiques. Le blocage et le déblocage des mouvements est assuré par une gâchette : jusqu'au relâchement de cette dernière, on peut orienter l'appareil photo en tous sens. Grâce à des échancrures, le modèle Manfrotto assure une plus grande variété d'inclinaisons que le modèle Slik (***voir photo ci-contre***).

Nous renvoyons maintenant le lecteur ***aux tableaux pp. 124 à 127*** pour les conclusions de nos essais. Chaque caractéristique importante a reçu un certain nombre d'étoiles en fonction de ses qualités. Le total de ces étoiles permet d'établir un classement qualitatif, indépendant du prix. Bien entendu, nous considérons que ce classement est indicatif. Il appartiendra à chacun, ensuite, de voir quel type de pied lui convient le mieux en prenant aussi en compte ses propres goûts. Dans l'avant dernière colonne, nous avons ensuite fait intervenir le prix afin d'obtenir l'approche d'un rapport qualité/prix.

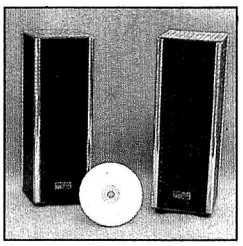
En conclusion, pour sa compacité et ses possibilités, nous avons beaucoup aimé le modèle Cullmann 2902, le plus intéressant pour la photomacrographie, à condition toutefois de changer la tête dont le système de blocage des mouvements est insuffisant. En utilisation générale, les modèles Manfrotto nous paraissent aussi les plus avantageux. D'une finition très soignée, ils disposent en outre d'une large gamme d'accessoires.

Laurent Douek

Deux têtes à rotule : la Joystick de Manfrotto (à gauche) **et l'AF 210 de Slik** (à droite). L'originalité de ces deux modèles réside dans la gâchette de serrage qui supprime les manipulations des poignées des têtes classiques. Un système très pratique avec un téléobjectif.

ACTUALITÉ COMMERCIALE

L'INNOVATION TECHNIQUE AU SERVICE DE L'ART



Dimensions 12×12×34 cm
Prix T.T.C. 4890 F la paire

Premières enceintes de petit volume, aptes à reproduire avec ampleur et précision les graves et extrêmes graves, sans l'adjonction d'un caisson renforçateur de basses.
(Brevet Guiston).

Ce nouveau système permet une reproduction des médiums, bas médiums et des graves, exempt de distorsions, dans un volume de charge réduit à l'extrême. (2 litres).

Le son est diffusé de façon omnidirectionnelle.

Les haut-parleurs, de par leur configuration dans l'espace, rayonnent leur énergie en harmonie parfaite, rejetant vers l'extérieur par pression, les molécules d'air, comme le ferait une sphère pulsante, qui représente on le sait, l'idéal théorique.

Le rayonnement sonore reste uniforme sur 360° autour de l'enceinte.

Les micro-colonnes 20 et 21 B, de par leur volume et leur exceptionnelle reproduction sonore, apportent la solution de qualité, à tous ceux qui refusent l'encombrement d'une enceinte ou la contrainte d'un caisson de basses, générant inévitablement un flou acoustique.

Les Micro-colonnes 20 B et 21 B bénéficient d'une garantie de 5 ans pièces et main-d'œuvre

Ecoutes comparatives sur rendez-vous - Parking assuré
AUDITORIUM HIFIAVIE
Centre de recherche et de perfectionnement en Electronique Audiovisuelle
17-19, rue Lambert, 75018 Paris - Tél. (1) 42 55 01 63

DIPLOMES DE LANGUES

anglais allemand espagnol italien

Visez européen !

Assurez-vous la maîtrise d'au moins deux langues étrangères, et une compétence linguistique opérationnelle, sanctionnée par des diplômes officiels :

- **Examens européens de langues**
- **Chambre de Commerce Etrangères**
- **Université de Cambridge**

Examens, diplômes, préparation tous niveaux accessible à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :

LANGUES & AFFAIRES, sce *4837*
35, rue Collange - 92303 Levallois.
Tél. : (1) 42.70.81.88

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 apprenait 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.

J'ai appris à lire deux fois plus vite. 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.

On peut connaître l'essentiel d'un livre en une heure. 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.

Un vrai miracle pour réussir. 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.

Etudiez mieux, avec moins d'effort. 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 infaillible pour réussir études, examens et concours» et me documenter sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais (étranger: 5 coupons-réponse).*

X 14 R

Mon nom: .....

Prénom: .....

Mon adresse complète: .....

Code postal: ..... Ville: .....

LIVRES

La Terre, cette vie qui nous veut du bien

L'état de la biosphère commence à inquiéter les politiques, et, ce qui est encore plus surprenant, les économistes. Jusqu'à présent, seuls les écologistes parlaient des dangers de la déforestation ou de la pollution chronique des océans.

Mais voilà qu'on semble découvrir que le monde est un immense jardin qui relie entre eux, à la manière d'un cordon ombilical, tous les peuples de la Terre. Une incision "bénigne" dans sa partie proximale amazonienne peut asphyxier New-York ou Paris, tandis que la pollution qui ronge ses fleuves, nous empoisonne chaque jour un peu plus.

Pourtant, à la manière de l'abeille, qui colmate de propolis les brèches accidentelles du bois de sa ruche vieillissante, nous avons légiféré, croyant résoudre, au coup par coup, les exigences naturelles. Mais notre Terre a un passé dont on déguste les fruits chaque jour. Pour comprendre son histoire, longue de 4 milliards d'années, on peut lire l'*Histoire de la terre* (1), de Pierre Avérous et Jean-Michel Mazin, le premier, docteur en physique, le second, docteur ès sciences. L'ouvrage schématise bien les grandes étapes de la formation de la planète, mais n'aborde que brièvement les déséquilibres écologiques actuels.

Pour suivre l'évolution du monde animal ou végétal, et comprendre les mécanismes de la biologie moléculaire qui régissent la vie de cette biocénose, *L'évolution de la vie* (2), adaptation d'un ouvrage anglo-saxon, sous la direction de Linda Gamlin et Gail Vines, est un album aussi attrayant que compétent. Il s'agit d'un ouvrage scientifique au meilleur sens du terme, et, ce qui ne gâte rien, photos et dessins y sont d'excellente qualité. Louons la précision des légendes explicatives des illustrations.

Et l'homme dans tout cela, est-il bien le sommet de la création qu'on veut voir en lui, ou bien ne serait-il qu'une simple étape ? Une approche paléontologique rapide que l'on retrouve dans *De l'animal à l'homme* (3), de Jean-Louis Heim, professeur à l'Institut de paléontologie humaine et sous-directeur du Muséum, expose les conceptions les plus récentes sur l'hominisation, avec la compétence et la clarté qui lui incombent, au double titre de professeur et de responsable du Muséum. C'est un petit livre maniable, élégant, qu'on peut emporter dans sa poche. C'est plus propre à lire que le quotidien du jour !

Au confluent des sciences naturelles et des sciences sociales se trouve la géographie, qui hésite toujours entre les deux. L'excellent ouvrage *La face de la Terre* (4), de Philippe et Geneviève Pinchemel, tous deux agrégés de géographie, reflète le conflit entre les sciences naturelles et les sciences sociales. Dilemme.

Il aborde aussi bien l'ensemble des phénomènes physiques, chimiques et biologiques, aboutissant à la création des sols (pédogénèse), que les conflits fonciers du Brésil entre *posseiros*, paysans sans titre de propriété, et *fazendeiros*, latifundiaires. Ce dernier ouvrage est ce qu'on peut trouver de meilleur sur l'influence exercée par les populations et les Etats sur l'environnement.

Un environnement qui, il faut le rappeler désormais avec de plus en plus de force, n'appartient plus à aucun Etat de manière absolue.

Didier Dubrana

(1) Nathan, 189 p. 135 F.
(2) Armand Colin, 256 p. 290 F.
(3) Le Rocher, 110 p. 39 F.
(4) Armand Colin, 540 p. 290 F.

Carmen Bernand

LES INCAS, PEUPLE DU SOLEIL

Découvertes Gallimard, 192 p., 73 F.

Bon exposé historique, social et culturel de ce que nous savons en gros sur les Incas et des saccages innommables infligés par les colonisateurs. Iconographie originale et de premier ordre. C'est un peu un fouillis, mais cela permet d'ouvrir le livre n'importe où...

Gerald Messadié

Jean-Philippe Lauer

LE MYSTÈRE DES PYRAMIDES

Presses de la Cité, album ill. 287 p., 150 F.

C'est la réédition, revue et augmentée, du *Problème des pyramides d'Egypte*, paru en 1948 chez Payot. Cette réédition s'imposait : Jean-Philippe Lauer est l'un des meilleurs égyptologues vivants ; il a consacré sa vie à l'égyptologie et reconstitué le site de Sakkarah, où s'élève la célèbre pyramide à degrés de Zoser.

Entre de très nombreux autres avantages, dus à sa compétence, il apporte la preuve que ce furent bien des rampes qui permirent d'acheminer les blocs de pierre et les matériaux nécessaires à l'élévation

(suite du texte page 132)

HORS SERIE

SCIENCE & VIE MICRO

SVM

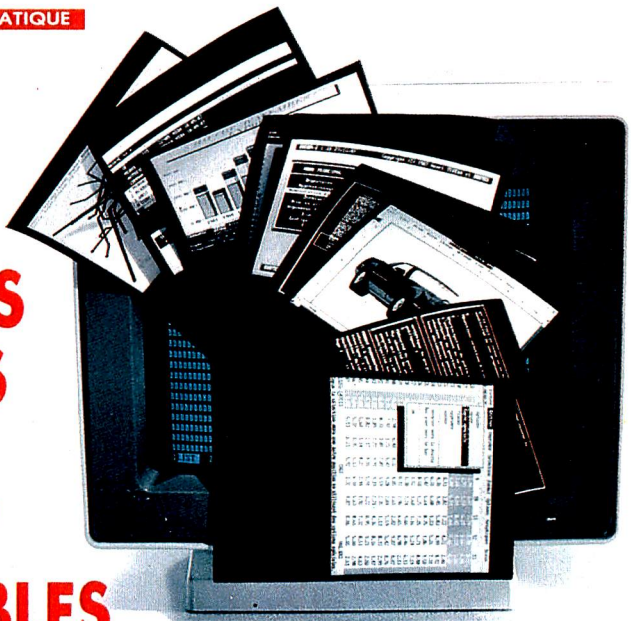
LE N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

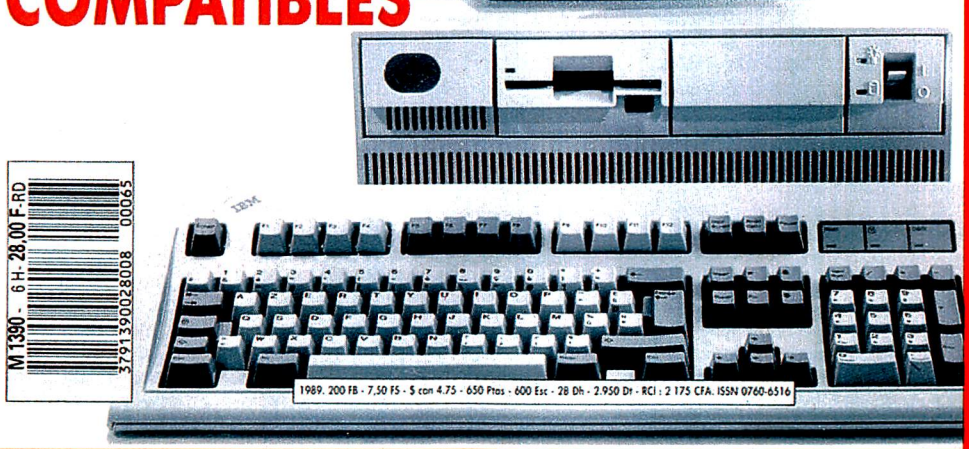
5 POINTS CLEFS POUR L'AVENIR
Les nouveaux systèmes d'exploitation, l'explosion du graphisme, les réseaux locaux, l'héritage du Macintosh, les techniques d'impression.

100 LOGICIELS COMPARÉS
Traitements de texte, tableurs, bases de données, logiciels graphiques, comptabilité, etc.

18 MOIS D'HISTOIRE DE LA MICRO-INFORMATIQUE
Des PS/2 à l'émergence d'OS/2, nos commentaires pour tout comprendre.

LE GUIDE DES MEILLEURS LOGICIELS POUR IBM PC ET COMPATIBLES





M 1390 - 6 H - 28,00 F-RD
3791390028008 00065

1989. 200 FB - 7,50 FS - $ can 4.75 - 650 Ptas - 600 Esc - 28 Dh - 2.950 Dr - RCI : 2 175 CFA. ISSN 0760-6516

EN VENTE PARTOUT

A NOS ABONNÉS : CE N° HORS SÉRIE NE FAIT PAS PARTIE DE VOTRE ABONNEMENT.

des pyramides.

Le seul reproche que nous lui ferions est de rejeter un peu hâtivement, et sans vraiment expliquer ses raisons techniques, l'hypothèse de Kurt Mendcelssohn sur l'effondrement mystérieux de la pyramide de Meïdoum.

Un livre indispensable à tous les passionnés et amateurs de "pyramidologie". **G.M.**

M. Malherbe

LA SAGA DU LUGER

Crépin-Leblond, 175 p.

F. Datig

THE LUGER PISTOL

Borden Pub. USA, 334 p.

J. Walter

THE LUGER BOOK

Arms & Armour Press London, 288 p.

C. Kenyon

LUGERS AT RANDOM

Handgun Press, USA, 416 p.

H.Jones

LUGER VARIATIONS

Priv. pub. Torrance, Ca, USA, 306 p.

J. Görz

DIE PISTOLE 08

Motor-Buch Verlag, Stuttgart, 224 p.

Aucune arme au monde, pas même le glaive de Jules César ou l'épée de Charlemagne, et pas plus le Colt Frontier des cow-boys, n'a atteint l'écrasante célébrité du pistolet en usage dans l'armée allemande en 14-18 et en 39-45. Conçu par l'ingénieur autrichien Georg Luger travaillant pour la firme allemande DWM, ce pistolet automatique fut d'abord retenu par les Suisses en 1900, puis par la marine impériale en 1904.

Quatre ans plus tard, l'armée du Kaiser l'adoptait à son tour. Fabriqué à 2 500 000 exemplaires, connu sous les noms de Parabellum, de P. 08 et surtout de Luger, il deviendra une célébrité mondiale à tel point qu'une série policière ou d'espionnage n'était pas concevable sans un "lugeaire" dans les mains du héros — prononciation allemande "lou-guère".

Aucun pistolet n'est à ce point recherché par les collectionneurs (les exemplaires un peu rares peuvent valoir facilement 15 000 F) et n'a entraîné à son seul sujet autant d'ouvrages spécialisés de gros format.

Seul ennui, ces livres sont surtout rédigés en anglais, à part le premier et le dernier cités. Mais disons tout de suite que l'amateur acquerra très vite le vocabulaire technique restreint nécessaire pour parcourir le sujet qui l'intéresse.

Nous n'avons pas indiqué de prix, celui-ci variant avec le cours des monnaies ; tous ces ouvrages se trouvent chez Brentano's, 37 av. de l'Opéra, 75002 Paris ; à la Librairie des Armes, 27 rue du Louvre, 75003 Paris ou chez Armes et Collections, 19 av. de la République, 75011 Paris, mais il faut parfois attendre quelque temps avant qu'ils soient en rayon (délais d'importation).

La saga du Luger est pour le moment le seul ouvrage en français ; c'est également le plus mince à tous points de vue et, pour ne pas être méchants, nous dirons qu'il est surtout destiné au débutant peu éclairé.

The Luger Pistol est l'ancêtre ; très centré sur le côté historique, riche en texte mais pas en illustrations, il est intéressant pour tout amateur, même celui qui ne possède qu'un exemplaire.

The Luger book et *Die Pistole 08* sont des ouvrages volumineux, à la fois techniques et historiques, qui s'adressent à des collectionneurs et amateurs très passionnés. Remarquablement illustrés, ils passent en revue aussi bien les procédés de fabrication que les poinçons d'adoption, les marquages, les cotes des pièces et toutes les variations des modèles de base sous les deux angles, technique et historique.

Luger variations et Luger at random sont essentiellement photographiques : tous les modèles connus, même les plus rares, sont illustrés dessus et profil ; ce sont les ouvrages de base de tout amateur, et ils ont l'avantage, pour nous, d'être simples à lire puisque les photos représentent plus des 3/4 de ces deux livres.

Au total, quatre livres en anglais qui couvrent complètement le sujet : l'un plutôt historique, les deux suivants presque intégralement photographiques, et le dernier très orienté sur le côté technique ; en toute confiance, de quoi satisfaire les amateurs les plus exigeants. **Renaud de La Taille**

Fabien Gruhier

LES DÉLICES DU FUTUR

Flammarion, 237 p., 79 F.

Titre ironique, mélancolique ouvrage : le poirier risque d'avoir disparu à la fin de ce siècle, et le haricot aussi est en péril. En tous cas, on ne mangera plus de haricot tarbais : c'était un parasite du maïs, et la mécanisation de la récolte du maïs le détruit. N'allez pas croire que la choucroute actuelle fermente dans des tonneaux de bois : elle se fait dans des cuves de polyester ! Et l'on fabrique, horreur sacrée ! du crottin de Chavignol à la fraise, à la menthe et au chocolat pour les Américains. Quant à la boulangerie traditionnelle, elle vit ses dernières heures. L'heure du "néfaste food", pour reprendre l'expression de La Reynière, est donc présente. Aux armes, citoyens ! **G.M.**

Joël de Rosnay.

L'AVENTURE DU VIVANT

Seuil, 240 p., 95 F.

Nous avions apprécié, en son temps, l'excellent petit ouvrage de Joël de Rosnay *Les Origines de la vie* qui exposait les conceptions actuelles sur l'origine de la vie et ses mécanismes, et qui offrait les réponses que la biologie moléculaire donne aux trois questions fondamentales : Qu'est-ce que la vie ? D'où vient-elle ? Et où va-t-elle ? Ecrit en 1966, à l'époque où Lwoff, Jacob et Monod se voyaient décerner le prix Nobel, il a connu quelques rééditions. Depuis lors, les progrès de la biologie moléculaire ont été si grands que le livre nécessita une refonte totale. Voilà donc qui est fait. Du premier ouvrage, n'ont été conservées que les deux premières parties (transformées et complétées, naturellement) sur les origines de la vie, le fonctionnement des cellules, et le "jaillissement" des êtres vivants. Par contre, la dernière partie (Où va la vie ?) est entièrement nouvelle. L'auteur nous explique à sa manière, toujours claire, les techniques et les enjeux de la révolution biologique moderne : la recherche sur le cancer, le clonage, l'ingénierie génétique, etc.

Comme les précédents, cet ouvrage d'intiation clair et précis fera référence. **Jean-René Germain**

(suite page 134)

L'ÉVASION, LA VRAIE.

Pour s'évader, rien n.e sert de parcourir le monde dans des charters bondés ou de rissoler sur des plages embouteillées... L'évasion, la vraie, vous la trouverez page après page dans Jeux & Stratégie. Echecs, scrabble, dames, bridge, go, tarot, etc. Jeux & Stratégie vous fera vivre chaque jeu intensément.

Et si vous vous lassez des classiques, découvrez une pléiade de jeux micros. Trop simple ? Alors dérouillez-vous les cellules grises avec nos jeux mathématiques ou nos jeux de lettres. Jeux & Stratégie, ce n'est pas la passion d'un jeu, c'est la passion de tous les jeux... de toutes les évasions !

MENSUEL.NOUVELLE FORMULE.

Arnaud-Aaron Upinsky
CLEFS POUR LES MATHEMATIQUES

Seghers, 288 p., 78 F.

Ne nous attardons pas sur le titre qui est un peu trompeur : ce n'est pas un manuel d'initiation aux maths, mais plutôt un petit ouvrage sur l'histoire sociologique de la géométrie, de l'arithmétique, de l'algèbre, de l'analyse, etc. Il est vrai, et c'est le point de départ, qu'une faible note en math peut décider d'un examen, d'une carrière et même d'une vie. A partir de là, Arnaud de X... (et non Aaron *up in sky,* que vient faire le frère de Moïse dans le ciel ?) trace l'évolution des mathématiques en fonction des civilisations et montre comment elles ont toujours été liées à l'évolution de la culture et du pouvoir dans une société.

Autrement dit, les mathématiques sont l'apanage du groupe dominant, et aujourd'hui plus que jamais. Mieux encore, affirme l'auteur, elles sont un moyen de domination : hors des mathématiques point de salut, hors des grandes écoles scientifiques point de prestige ni de pouvoir. De là le but de ces "clefs" : ouvrir les portes qui vont permettre de suivre, et donc de comprendre, la genèse de ce pouvoir des mathématiques.

De fait, privée de ses fichiers, de ses listings, de ses références, de ses classements et autres numérotages, notre société industrielle et commerçante s'effondrerait immédiatement. Savoir pourquoi on s'est engagé sur cette voie, et comment, reste le fil directeur de cet ouvrage ; de Pythagore à Descartes, de Leibniz à Cantor, notre société occidentale s'est bâtie sur le mesurable, le quantifiable, ce que R. Guénon appelle le règne de la quantité. Et du même coup on a perdu la qualité.

Ce cheminement vers le nombre, critère du succès — « les hommes sont comme les chiffres, ils n'acquièrent de valeur que par leur position » disait Napoléon —, on le suit sans peine au fil de chapitres bien enchaînés, agencés avec un certain talent et qui ne réclament pas de connaissances supérieures à celles du bac. L'auteur montre bien comment les maths, outils du comptage, de l'arpentage, de l'astronomie, puis de la physique et de la technologie, ont été perverties par la logique informatique et séparées de leur objet au point de semer une confusion redoutable jusque dans les écoles.

Les difficultés commencent avec les derniers chapitres : ceries l'auteur nous a montré comment les mathématiques gouvernent notre civilisation scientifique, et la perversion qui en découle. Mais quand il prétend nous donner des clefs pour utiliser à notre profit ces méthodes mathématiques, le contenu devient flou et pour tout dire incompréhensible.

On peut être fort bon en maths et tout à fait inapte au pouvoir ; inversement, ceux qui font et défont le pays ne sont pas tous à l'aise dans les arcanes de l'analyse combinatoire ou de la géométrie différentielle. Les mathématiques sont-elles en fin de compte les clefs du pouvoir, ou les clefs d'une compréhension de l'Univers ? Le livre ne nous le dit pas nettement : à le lire, on sent bien qu'il est sous-tendu par une certaine philosophie sans que celle-ci soit jamais clairement définie ou affirmée. La ligne directrice reste masquée et, finalement, on se demande où veut en venir l'auteur : il est contre cette oppression mathématique, c'est sûr ; par quel moyen entend-il lui résister, nous ne le saurons pas ; dommage. **R.d.L.T.**

Roger Caratini
L'ANNEE DE LA SCIENCE 1989

Seghers-Laffont, 581 p., 198 F.

On ne l'eût pas cru, mais voilà que Caratini réitère l'exploit de l'an dernier, présenter dans un seul volume tous les événements et faits de science de l'année écoulée. Ce diable d'homme, encyclopédiste frénétique, raconte tout, astronomie, géosciences, paléontologie, physique, biologie, médecine, passant, comme un Démon de Maxwell amélioré, des fermions aux bases azotées, du magnétisme de la Lune au Sida, de la disparition des dinosaures à l'activation du complément en biologie... Il faut offrir ce livre à tous ceux qui veulent garder une trace de l'année scientifique sous forme compacte. Quel est l'antonyme de "crétiniser" ? Caratiniser, bien sûr ! **G.M.**

Emile Peynaud
LE VIN ET LES JOURS

Dunod, album ill. relié, 368 p., 335 F.

L'auteur a déjà publié un remarquable ouvrage appelé *Le goût du vin.* Pour le plaisir de l'amateur et de l'honnête homme (et quel est donc l'un qui ne serait pas l'autre ?), il offre au public un autre ouvrage de tout premier ordre, dont on peut résumer l'objet en disant qu'il porte sur l'histoire des techniques de la fabrication du vin. C'est admirable d'autorité et de clarté, admirable aussi par la richesse des informations. Pour ne prendre ici qu'un exemple de l'intérêt de l'érudition d'Emile Peynaud, citons les pages sur les façons de faire le vin et les conceptions sur la vinification au XIX^{e} siècle. Le Dr Jules Guyot favorisait, lui, les fermentations en cuves ouvertes, par suite d'une erreur de raisonnement (il croyait que c'étaient celles qui évitaient les maladies du vin, alors que c'est l'inverse). C'était là méthode du marc flottant, qui impliquait que le vin fût tiré "trouble et chaud". « C'est ainsi, selon Guyot, que se font les meilleurs vins rouges, les plus colorés et les plus brillants. » Aromatiquement, ils devaient pourtant être beaucoup moins riches. Mais c'étaient des vins vifs, légers, qui convenaient davantage à une consommation régulière.

Peynaud, dont l'ouvrage est une mine, éclaire son lecteur sur certaines critiques adressées aux vins actuels, les deux principales étant que la production actuelle est stéréotypée et qu'elle vieillit mal. Il ne croit pas que la production se soit uniformisée, point de vue dont seuls peuvent débattre aujourd'hui de grands œnologues.

Quant au vieillissement, il rappelle à juste titre que les vins destinés à vieillir en bouteille sont traités différemment en vinification des vins qui ne le sont pas. C'est affaire de tanins, les vins les plus riches en cette substance vieillissant le mieux, s'épanouissant le plus vite et conservent plus longtemps leur fraîcheur.

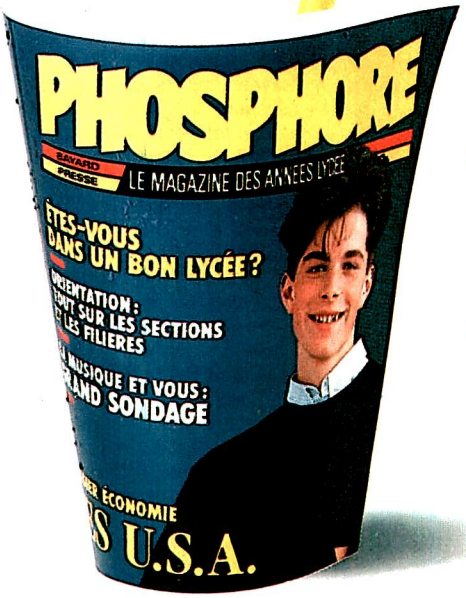
Chimie, histoire, culture, rien de ce qui est vin n'est étranger à Peynaud. Le livre est aussi délectable que déguster un verre de Petrus (toujours absent de la classification des grands crus...). **G.M.**

(suite du texte page 136)

En mars, Phosphore spécial Bac : démarrez à temps !

Chaque mois dans Phosphore, tout ce qui compte de la troisième à la terminale.

NOUVEAU : ABONNEZ-VOUS PAR MINITEL 36 15 TOP J



Etudes : les bonnes formules.

Pour réussir au lycée, autant connaître les bonnes recettes. Chaque mois, Phosphore vous dit tout, classe par classe, sur les programmes, les méthodes de travail, les sections. Phosphore, pour parcourir les années-lycée d'un bon pied.

Avenir : la meilleure préparation.

Aujourd'hui, l'avenir se bâtit dès le lycée. Phosphore vous apprend tout sur les métiers et les filières qui y mènent : facs, écoles, prépas... Phosphore, pour bien préparer l'après-bac.

Loisirs, Actualité : la bonne mesure.

Chaque mois dans Phosphore, vous retrouverez les films, les disques, les livres, les sports que vous aimez, et aussi de grands dossiers sur les hommes et les événements qui sont à la Une. Phosphore, pour s'ouvrir sur le monde.

Et bien sûr, les numéros spéciaux pour vos grands rendez-vous : rentrée, brevet, bac, choix d'une section... Phosphore, pour être au rendez-vous de la réussite.

alliance

JE M'ABONNE A PHOSPHORE ET JE PROFITE DE L'OFFRE SPECIALE.

12 NUMEROS POUR LE PRIX DE 11

Après l'avoir complété, retournez ce bon à **PHOSPHORE, service abonnements : 3, rue Bayard, 75393 Paris, Cedex 08,** accompagné du règlement correspondant (chèque bancaire ou postal), libellé à l'ordre de Bayard Presse.

France : 6 mois (6 n°s) **219 F** ☐ 4100646A	**1 an** (12 n°s) **418 F** ☐ 4101246F	**2 ans** (24 n°s) **816 F** ☐ 4102446W
Etranger : 6 mois (6 n°s) 244 F ☐ 4100631D	1 an (12 n°s) 468 F ☐ 4101231J	2 ans (24 n°s) 916 F ☐ 4102431Z

Tarifs valables jusqu'en mars 1990. Pour l'étranger, tarif indiqué par bateau. Par avion, nous consulter. BELGIQUE : BAYARD PRESSE BELGIQUE, rue Brederode 13 - 1000 BRUXELLES, 6 mois 1650 FB - 1 an 3000 FB.

(Mme/Mlle/M) NOM ECRIRE EN CAPITALES. N'INSCRIRE QU'UNE LETTRE PAR CASE. LAISSER UNE CASE ENTRE DEUX MOTS. MERCI. PRENOM

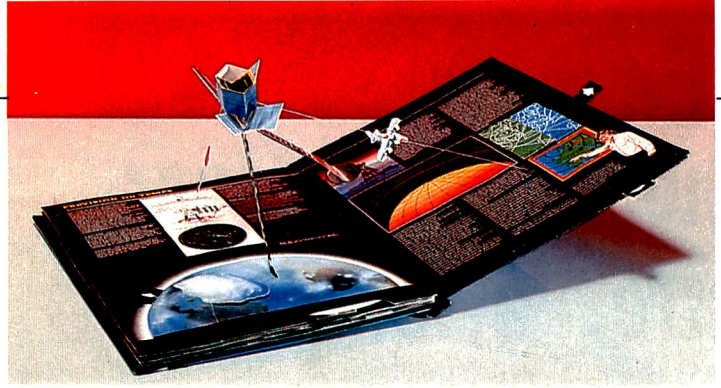
DATE DE NAISSANCE NUMERO RUE/AVENUE/BOULEVARD

COMPLEMENT D'ADRESSE (RESIDENCE, ESC., BAT.) TELEPHONE

COMMUNE CODE POSTAL BUREAU DISTRIBUTEUR 0 2 J T

PHOSPHORE EST EGALEMENT EN VENTE CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX

PHOSPHORE, POUR CEUX QUI ONT SOIF DE RÉUSSIR

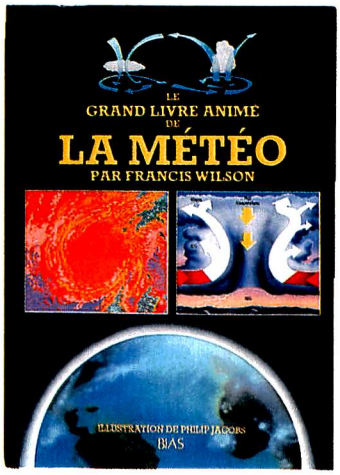


Francis Wilson
LE GRAND LIVRE ANIMÉ DE LA MÉTÉO

BIAS, album relief, 82 F.

A part le documentaire de cinéma, voilà ce qui peut se faire de mieux dans le domaine pédagogique. Nous qui, à *Science & Vie*, avons pourtant vu plus d'un bel et bon ouvrage, nous sommes réunis pour admirer les cinq doubles pages avec dépliants-reliefs qui expliquent les mécanismes régissant l'atmosphère, la formation des anticyclones, dépressions et fronts, celle des cyclones tropicaux, des nuages et de la pluie et, gardant le meilleur pour la fin, les techniques de prévision du temps, avec un satellite qui flotte au-dessus des pages, et dont les informations sont complétées par avion. Des fléchettes permettent de faire la pluie et le beau temps à volonté, et les explications sont limpides.

A recommander à tous les professeurs et également à plus d'un adulte qui voudrait faire sa météo d'amateur... Félicitations à l'illustrateur, l'Anglais Philip Jacobs.



Ce petit chef-d'œuvre est imprimé en Colombie, avec un soin remarquable. Et il ne coûte que 82 F, à peine plus que deux billets de cinéma.

A quand la thermodynamique, la biologie et la mécanique dans la même série ? **G.M.**

Catherine et Michel Orliac
LES DERNIERS SECRETS DE L'ÎLE DE PÂQUES

Découvertes Gallimard, 143 p., 59 F.

Nous aimons bien cette collection, abondamment illustrée et très variée dans ses sujets, des baleines à Van Gogh et des Vikings à Mozart, mais force est de reconnaître que tous les volumes ne sont pas d'égale venue. Il est ainsi ridicule de retrouver dans un ouvrage récent sur l'île de Pâques des textes de cet écrivain discrédité au plan scientifique qu'est Erich von Däniken, et de sembler ignorer les explications techniques qui ont été fournies sur la manière d'ériger les fameuses statues colossales. **G.M.**

COLLECTION FENÊTRE OUVERTE

Epigone, alb. ill., 31 p., 58 F.

Pour initier les jeunes de 6 à 12 ans environ aux problèmes scientifiques, les éditions Epigone ont lancé cette série d'albums abondamment illustrés, sur *La naissance de la Terre*, *Dans la maison* (univers animal et végétal centré sur la maison, mais ici, la maison suburbaine), *Le temps à travers les temps*, *Les montagnes*... Les textes sont simples, mais sans bêtification, et ce n'est certes pas une mauvaise idée que d'enseigner aux jeunes les idées sur la manière dont s'est constituée la première cellule vivante. **G.M.**

Colin Ronan
HISTOIRE MONDIALE DES SCIENCES

Seuil, 704 p., 260 F.

L'objectif de ce passionnant ouvrage est ambitieux : offrir un panorama du développement de la science et de la pensée scientifique à travers le monde depuis les premiers temps jusqu'à nos jours. L'auteur, qui a travaillé au secrétariat de la Royal Society et a étudié l'histoire et la philosophie des sciences à Londres, est parti du constat d'une lacune : celle d'une histoire générale des sciences.

Comme il est impossible de recenser en détail le savoir scientifique à toutes les époques et dans toutes les civilisations, l'auteur s'est principalement attaché aux idées développées au profit du "savoir", plutôt qu'à celles destinées aux applications pratiques. Il a donc privilégié la science proprement dite à la technique. Il est parti des idées qui sont devenues désuètes pour en arriver à celles qui gouvernent la science actuelle, en dégageant le changement conceptuel qui mena des unes aux autres.

La flamme de la science commença à briller il y a quelque 10 000 ans, au Moyen Orient, lorsque l'homme commença à rassembler le savoir qui lui permettait d'agir sur le monde. A commencer par la magie, c'est-à-dire le présupposé d'un lien entre différents aspects de la nature et de l'assujettissement de l'homme au fonctionnement de la nature. Les observations de la nature, parfois subtiles, des sorciers permit d'ériger au moins un savoir empirique. L'évolution sociale éroda ce savoir et la sorcellerie fut alors utilisée à des fins personnelles ou au bénéfice de castes qui exploitaient les ignorants.

Les philosophes grecs réagirent et prirent l'attitude intellectuelle que nous avons reprise d'eux : mettre toujours en corrélation rationnelle l'expérience et les phénomènes, sans faire appel à l'occulte ou au surnaturel. Le monde en devint, évidemment, plus gouvernable. De la Mésopotamie et de l'Egypte à la Chine et à l'Europe, le voyage dans lequel ce livre engage est vaste. Mais bien organisé : le guide est brillant. Et il sait écrire !

J.-R. G.

Pr Claude Got

RAPPORT SUR LE SIDA

Flammarion, 330 p., 69 F.

Ce livre fait des remous. Ecrit en 6 semaines par le Pr Got, chef du service d'anatomie pathologie à l'hôpital Ambroise Paré, de Boulogne, c'est un rapport sur l'organisation de la réaction des pouvoirs publics à l'égard du Sida. S'il a été écrit si vite, ce n'est pas seulement que le Pr Got connaît son sujet sur le bout des doigts, mais encore que le ministre de la Santé, Claude Evin, le lui a demandé en urgence. C'est dire l'inquiétude du monde politique face à ce fléau qui, en France, double tous les onze mois le nombre de ses victimes.

Le rapport est carré : homme de terrain, familier de l'administration centrale et des cabinets ministériels, l'auteur indique les faiblesses et les résistances ; il avance aussi des propositions.

Le plus "claquant" est sa dénonciation de la négligence des pouvoirs publics dans les six années qui ont suivi l'identification de la maladie. Pendant cette période-là, ce sont principalement des associations qui ont organisé les campagnes d'information, mis en place les structures d'aide et d'accueil aux malades. Carence d'autant plus coupable que c'est en France que le virus responsable a d'abord été identifié. Mais c'est seulement en 1987 que Mme Barzach, alors ministre de la Santé, a pris les premières mesures.

Ce sont ces mesures que le Pr Got reprend, en les complétant. Il propose ainsi de créer une agence pour la recherche sur le Sida, qui prolongerait le Programme national de recherche contre le Sida (PNES), fondé en septembre 1987. Cette agence, selon le Pr Got, organiserait la politique de recherche, attirerait de nouvelles équipes et assumerait des travaux nouveaux de santé publique.

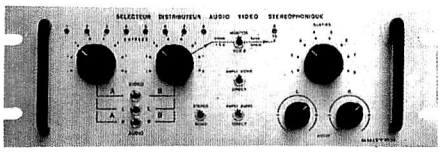
Il propose aussi de modifier le Conseil national de réflexion sur le Sida, qui devrait devenir un organisme d'avis au gouvernement sur les problèmes de société causés par la maladie.

Enfin, l'auteur demande un comité d'action gouvernementale, qui ait de l'autorité auprès des administrations concernées.

Le système actuel est boîteux. Certains traitements coûtent trop cher pour les institutions, les examens paracliniques ne sont pas maîtrisés ; les prisons, foyers potentiels de contagion, sont notoirement sous-équipées, la prise en charge des toxicomanes, groupe de population où la maladie fait le plus de progrès (il y a stabilisation ou régression du nombre de cas chez les homosexuels) fait toujours problème.

De plus, on peut se demander si tous les scientifiques qui ont pour charge de trouver des remèdes sont vraiment aussi actifs qu'ils le devraient. A notre avis, il y aurait lieu d'analyser en profondeur les motivations de certains d'entre eux, qui donnent l'impression d'espérer que la maladie décline d'elle-même après avoir débarrassé la société de malades dont le mode de vie les contrarie.

Paul Valsador ▲



V I D E O

Pour une production VIDEO de qualité, GUISTON propose 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 : 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.
Véritables «**BOSTERS VIDEO**» ils permettent de redonner toute sa précision à l'image, sur de très grandes distances. (1.000 m. et plus, sur cables 75 ohms.) Egalement très utiles en montage électronique, ils sont compatibles avec tous les standarts (PAL - SECAM - N.T.S.C.) et tous les systèmes (VHS - BETAMAX - 8mm - U-MATIC etc...)
4 modèles en **version Mono** ou **Stéréophonique.**

Réactualisation possible des appareils antérieurs à octobre 86.

LES SELECTEURS-DISTRIBUTEURS : Au cœur de la chaîne vidéo, ils font office de centrale d'aiguillage, permettant des liaisons sans pertes et des commutations en tout sens, instantanément, en évitant tout risque d'erreur. 5 modèles mono ou stéréo - 4, 6, 8 ou 12 entrées/sorties à 1 voie, 2 voies ou 6 voies indépendantes.

LA MICRO-REGIE : Elle permet de filmer une scène avec plusieurs caméras afin de cadrer des plans de grosseurs différentes 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. Moniteur noir et blanc 12 cm disponibles en option.

HIFIAVIE
M. Guiston
Concepteur/Réalisateur

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

SCIENCE JEUX

Une pile photovoltaïque facile à faire

PHYSIQUE AMUSANTE

Il y a maintenant 150 ans, Edmond Becquerel — le père d'Henri qui découvrit la radio-activité — imagina la spectrographie, et fut aussi le premier à expérimenter sur les photopiles...

...Mais les résultats de ses expériences ne furent publiés que 30 ans plus tard dans un ouvrage, depuis longtemps épuisé, qui avait pour titre : *La lumière, ses causes et ses effets.*

En fait, il s'agissait surtout des effets de la lumière sur les courants électriques : selon les cas, elle peut modifier la résistance d'un conducteur au passage de l'électricité ou faire apparaître un potentiel, réalisant la conversion directe de la lumière en courant. Le premier phénomène, la photoconduction, est d'emploi courant dans les cellules des appareils photographiques, le second dans les cellules solaires.

Ce qu'on sait moins, c'est que la découverte des effets photoélectriques allait mener à des difficultés d'interprétation théorique bien gênantes ; et c'est pour échapper à ces difficultés qu'Einstein a émis l'hypothèse des photons (1905) en appliquant la théorie des quanta à l'énergie rayonnante. Cette explication de l'effet photoélectrique lui valut par la suite le prix Nobel de physique.

Les premières expériences de Becquerel consistèrent à diriger un faisceau de rayons solaires sur deux liquides réagissant l'un sur l'autre et superposés avec soin dans un récipient en verre ; si l'on plongeait deux lames de platine dans chacun des liquides, on observait alors le passage d'un courant en les reliant à un galvanomètre très sensible.

Il améliora les résultats en divisant en deux compartiments une cuve opaque dont seule la face avant était transparente ; il la sépara en deux par une fine membrane opaque et poreuse, puis remplit la cuve d'une solution acide ou alcaline ; enfin il disposa une électrode de platine — préalablement portée au rouge — dans chaque compartiment. Dès qu'un rayon de soleil atteignait l'électrode au travers de la face vitrée de la cuve, le galvanomètre branché aux deux bornes indiquait le passage d'un courant.

Pour la confection des électrodes, il essaya successivement de l'or, de l'argent, du laiton : le résultat ne changeait pas; en revanche il augmenta la tension délivrée en utilisant des lames de laiton ou de platine recouvertes sur une face de chlorure, de bromure ou d'iodure d'argent fraîchement préparés. A la suite de ces expériences, Becquerel fabriqua un actinomètre électrochimique qui peut être considéré comme l'ancêtre des cellules photoélectriques.

A la base de l'effet photoélectrique, il y a une expérience d'électrostatique ancienne et facile à reproduire : une plaque de zinc est fixée à la tige d'un électroscope (*Physique Amusante* d'avril 1978, *S&V* n° 727) et on la charge par influence, positivement ou négativement ; les feuilles de l'électroscope s'écartent. Si on éclaire ensuite le zinc avec une lumière ayant de l'ultraviolet (arc électrique par exemple), on voit que la plaque se décharge si elle était chargée négativement, et qu'elle conserve sa charge dans le cas contraire.

Cette expérience, répétée de nombreuses fois avec toutes sortes de métaux et de radiations lumineuse, a mené à l'énoncé suivant : les solides, éclairés par des radiations lumineuses de fréquence convenable, laissent échapper des charges négatives qui sont en fait des électrons ; on donne le nom d'effet photoélectrique à tous les phénomènes dans lesquels des électrons sont déplacés sous l'action de la lumière.

Dans la photoconduction, ces déplacements de charges accélèrent ou permettent le passage du courant, ce qui équivaut à une modification de la résistance électrique du matériau ; dans la photoémission, les électrons sortent de la matière pour se propager dans le vide ou dans un gaz. Dans les deux cas, un fait avait vite intrigué les chercheurs : ces effets électriques ne pouvaient s'expliquer par la seule théorie ondulatoire et continue de la lumière.

Ainsi, l'émission photoélectrique est quasi instantanée même avec des énergies lumineuses très faibles alors que la théorie ondulatoire voudrait qu'il faille attendre des dizaines de minutes ou des heures pour que l'énergie accumulée dans l'atome soit suffisante pour en chasser un électron. Pour avoir une interprétation cohérente du phénomène, Einstein introduisit en 1905 la notion de photon.

Dans cette théorie, l'émission lumineuse doit être considérée

comme discontinue, au même titre que les balles d'une rafale de mitrailleuse. Les grains d'énergie ainsi émis, ou photons, serrés dans l'espace, serrés dans le temps, donnent une illusion d'émission continue qui s'accorde avec l'impression que donne un écran uniformément éclairé.

On admet en outre que chaque photon contenu dans une radiation de fréquence f possède une énergie $h.f$ proportionnelle à cette fréquence ; h est la constante de Planck qu'on retrouve dans toute la mécanique quantique. Dans le cas du phénomène photoélectrique, l'énergie apportée par un photon sert d'abord à extraire un électron du métal, puis à lui communiquer une certaine vitesse v. Si e est la charge de l'électron, m sa masse et V le potentiel d'extraction, on a : $h.f = e.V + 1/2mv^2$.

Si le rayonnement est tel que $h.f$ est inférieur à $e.V$, l'équation précédente n'a pas de solution et aucun électron n'est arraché : c'est le seuil photoélectrique auquel se heurtait aussi la théorie ondulatoire, laquelle voulait qu'en y mettant le temps l'atome reçoive assez d'énergie pour expulser un électron ; l'expérience prouvait que ce n'était pas le cas. L'interprétation des lois de la photoélectricité constitua une des confirmations de la théorie des quanta.

La transformation de l'énergie rayonnante — en l'occurence rayonnement électromagnétique — peut donc se faire directement comme l'avait constaté Becquerel ; le dispositif qu'il avait inventé a reçu le nom de pile photovoltaïque. C'est un montage métal-électrolyte-métal symétrique, qui ne donne aucun potentiel dans l'obscurité mais qui peut débiter un courant quand l'une des électrodes est éclairée.

En fait, d'une manière plus générale, il y a production d'électricité lorsqu'un éclairement convenable tombe sur la surface de séparation de deux milieux différents dont l'un au moins est un conducteur ionique (sels dissous ou fondus) ou un semi-conducteur. C'est le cas, par exemple, de lames d'or dans une solution d'acide chlorhydrique (conducteur ionique), ou d'oxyde cuivreux formé sur une lame de cuivre (semi-conducteur) dans de l'eau salée.

Aujourd'hui, on utilise des semi-conducteurs type germanium ou silicium dont le rendement est très bon, mais il nous a paru intéressant de reconstituer l'expérience originale de Becquerel avec l'oxyde cuivreux. Ce faisant, nous avons voulu la mettre à la portée de tous en utilisant des composants peu coûteux et faciles à trouver — ce qui exclut les lames de platine et autres électrodes en or. Mais nous n'avons pu tenir qu'une partie de ce défi.

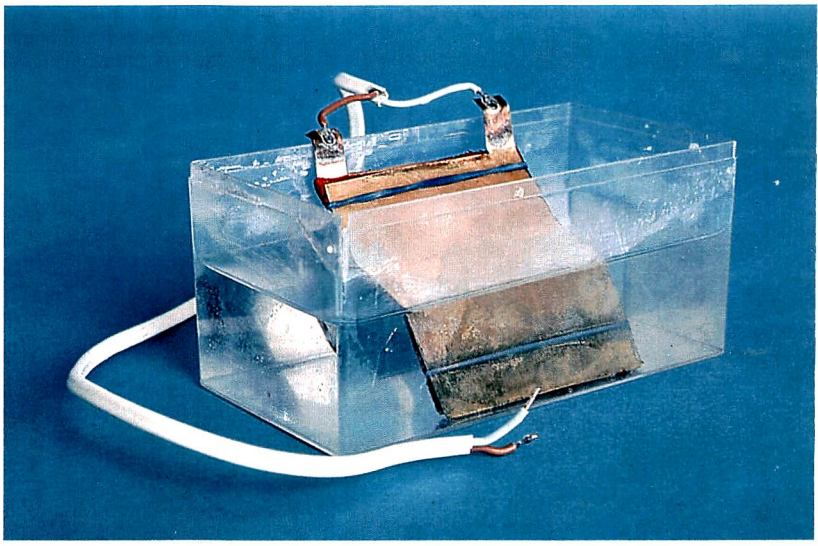
Si les composants nécessaires à la confection de la pile photovoltaïque n'offrent aucune difficulté d'approvisionnement, l'instrument de mesure qui met le phénomène en évidence n'est pas présent dans tous les foyers ; son utilité, qui est indiscutable pour tous les amateurs de montages électroniques, l'est beaucoup moins en dehors du laboratoire : nous voulons parler du multimètre électronique à affichage digital.

Ce genre d'appareil est extrêmement sensible, et surtout sa résistance d'entrée est très élevée ; lorsqu'on le branche aux bornes d'une source de courant de très faible énergie, il n'en prélève qu'une infime partie pour effectuer la mesure, ce qui n'est pas le cas en général pour les galvanomètres à aiguille. En effet, l'équipage mobile de ce genre d'instrument est constitué d'un bobinage plongé dans un champ magnétique dont l'orientation est modifiée par le passage du courant.

La résistance de ce bobinage n'est pas toujours énorme, d'où passage d'une intensité qui n'est pas négligeable, et il est donc peu probable — à moins de posséder un galvanomètre à cadre mobile de haute précision — que notre pile photovoltaïque branchée sur un multimètre classique à aiguille donne une indication.

La cellule photoélectrique que nous allons fabriquer débite quelques millivolts sous quelques milliampères ; elle est seulement destinée à montrer que l'effet photoélectrique existe et qu'il est possible de le mesurer. Ceux qui n'ont pas l'outil de mesure idoine devront s'arranger pour se faire prêter un multimètre numérique capable d'afficher le millivolt, ou transporter l'expérience dans un endroit où un tel appareil est disponible.

Notons en passant que ceux qui souhaitent en acquérir un pour pratiquer l'électronique en trouveront dans une gamme de prix qui commence à 400 F et s'étend à plusieurs milliers de francs selon la précision d'affichage et les fonctions annexes.



Les éléments nécessaires à la construction sont, eux, des plus simples ; on se procurera du feuillard de cuivre et de laiton de faible épaisseur (3 à 5 dixièmes de mm),

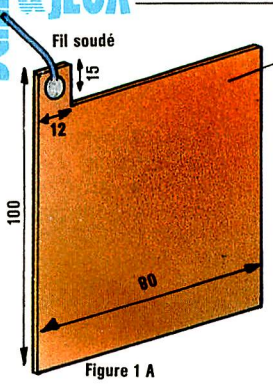


Figure 1 A

Figure 1 B

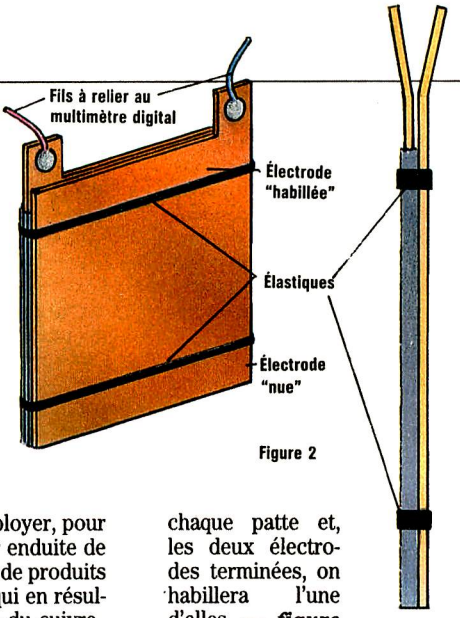


Figure 2

soit chez les spécialistes en modèles réduits, soit chez Weber Métaux, 9 rue de Poitou, 75003 Paris. Le matériel restant figure chez tout amateur de bricolage : fil conducteur, soudure à l'étain, fer à souder, sel de cuisine et eau déminéralisée.

Un récipient en plastique opaque ou transparent servira de cuve ; nous avons utilisé pour notre modèle une boîte vide en PVC, mais il est tout aussi facile de fabriquer ce bac avec 5 rectangles de polystyrène. Si l'on emploie cette solution, on rendra les angles internes étanches en les enduisant d'un filet de colle Uhu-Plast et on répétera l'opération après séchage du premier filet.

On passera les feuilles métalliques au papier abrasif à grain fin afin de mettre systématiquement le métal à nu ; ne pas employer, pour ce faire, de laine de fer enduite de savon, et encore moins de produits genre Miror : le dépôt qui en résulterait gênerait l'activité du cuivre.

On découpera les électrodes avec de vieux ciseaux comme indiqué ***figure 1A ;*** les cotes sont données à titre purement indicatif : on les déterminera en fonction du récipient disponible tout en donnant à la surface de chaque électrode une surface d'au moins 80 cm². On n'oubliera pas de dégager sur chaque électrode une patte de soudure qui ne trempera pas dans l'électrolyte ; en effet, l'alliage qui compose cette soudure risque de provoquer un couple électrochimique supplémentaire et parasite s'il est plongé dans la solution.

On soudera un fil de sortie sur chaque patte et, les deux électrodes terminées, on habillera l'une d'elles — ***figure 1B*** — avec un tissu foncé de telle façon qu'il n'y ait qu'une seule couche de tissu entre les deux électrodes. La ***figure 2*** montre comment assembler les deux plaques, et comment les maintenir ensemble avec deux bracelets caoutchouc.

La plaque nue est destinée à recevoir la lumière en provenance d'une lampe de 100 W ; l'autre est maintenue dans l'obscurité par le tissu qui l'entoure. Avant de poursuivre, on vérifiera soigneusement qu'à aucun endroit les deux électrodes ne sont en contact ; les pattes seront légèrement pliées vers l'extérieur — ***figure 2*** — et on mettra le tout en place dans le récipient afin de vérifier que l'ensemble des plaques se présente légèrement en biais dans la cuve — ***figure 3.*** Si l'on dispose d'un multimètre, on testera l'isolation des deux plaques.

Dans un récipient séparé, on préparera une solution saturée de sel de cuisine ordinaire ; pour cela, on versera le sel par petites quantités dans de l'eau chaude, si possible déminéralisée, et on agitera jusqu'à complète dissolution ; on poursuit l'opération jusqu'à ce que le sel ajouté ne fonde plus dans la solution (saturation). On laissera reposer la solution, puis on la versera dans la cuve de telle façon que les plaques y trempent au maximum.

Si l'on branche à ce moment un multimètre numérique aux bornes du montage, on constatera qu'une faible tension de quelques millivolts est créée par la pile; elle est

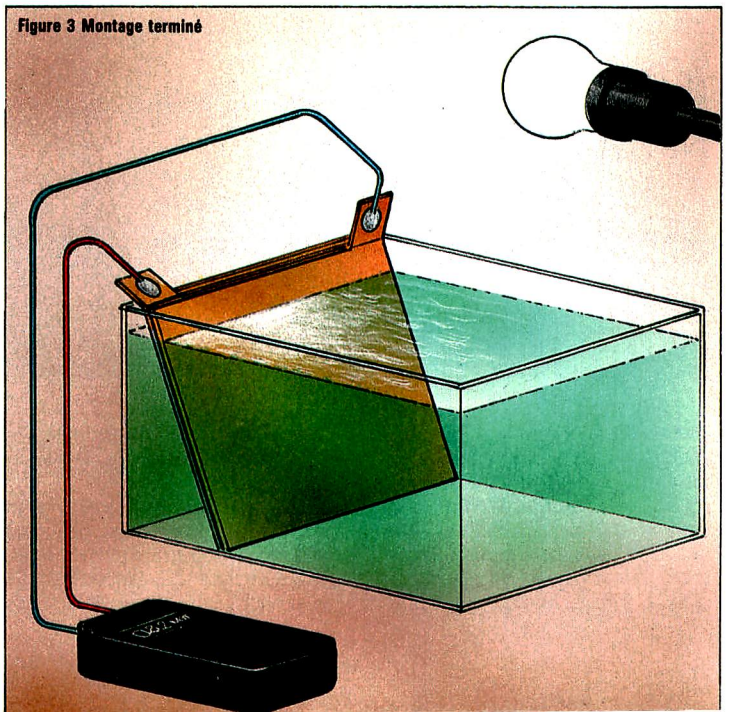


Figure 3 Montage terminé

due aux impuretés présentes dans le métal utilisé et qui ne sont pas réparties uniformément dans les deux plaques, même si on les a découpées dans une feuille unique. Il serait d'ailleurs intéressant de répéter l'expérience en utilisant du cuivre électrolytique qui est bien plus pur que le métal courant.

Mais, avant de détecter une variation de la tension sous la lumière, il va falloir être patient. Pour que l'oxydation superficielle de la face sensible de l'électrode active (face visible de la plaque nue) l'ait couverte d'une couche semi-conductrice, il va falloir attendre trois ou quatre jours. Passé ce délai, elle deviendra sensible à la lumière.

Au début, la tension détectable lors de l'illumination de la plaque active ne dépassera pas 1 ou 2 millivolts ; par la suite, on atteindra parfois les 10 millivolts ; de toute manière l'effet photoélectrique sera indiscutable, et le but atteint. Plus la lumière renfermera d'ultraviolet (beau soleil et haute montagne), et plus la tension sera marquée — nous l'avons vu, l'énergie d'un rayonnement est proportionnel à sa fréquence *(W=hf)*, et il faut qu'elle dépasse le seuil d'extraction des électrons de l'atome ; or l'ultraviolet est la fréquence la plus élevée du spectre lumineux, le violet et le bleu sont encore bons, mais le jaune ou le rouge ont une fréquence trop faible pour faire sortir les électrons.

On observera parfois qu'en remuant la cuve ou le bloc d'électrodes, une sorte d'inversion de polarité se produit ; elle se manifeste sur le multimètre digital par l'apparition d'un signe "—". Curieusement, l'éclairement de la face active provoquera alors une chute de potentiel ; cet effet anti-photoélectrique mériterait certainement une étude plus poussée de la part de nos lecteurs théoriciens.

Il suffira d'attendre 1 ou 2 heures pour que les choses reviennent dans l'ordre (par quel mystère quantique ?). Nous avons également remarqué que deux ou trois pincées de sel relançaient le phénomène, mais toujours après avoir attendu quelques heures pour qu'il se manifeste à nouveau significativement : les électrons ne sont pas commodes à arracher à leurs atomes.

Renaud de La Taille

Modèle Pierre Courbier

Le géant du ciel

JOURNAL DE L'ASTRONOMIE

Mars annonce l'arrivée du printemps, le 20 à 15 h 29 min 12 s exactement, et avec lui l'espoir de nuits claires. Ce sera aussi le retour à l'heure d'été, en fin de mois, et une plus longue attente pour connaître un ciel bien noir après le crépuscule.

Les rendez-vous du mois. La Lune, qui sera pleine le 7, nous offre le spectacle de sa lumière cendrée du 3 au 5 et du 8 au 11. Bénéficiant d'une bonne hauteur au-dessus de l'équateur céleste, son premier quartier sera intéressant à suivre, avec les tableaux changeants de ses cratères déchiquetés le long du terminateur.

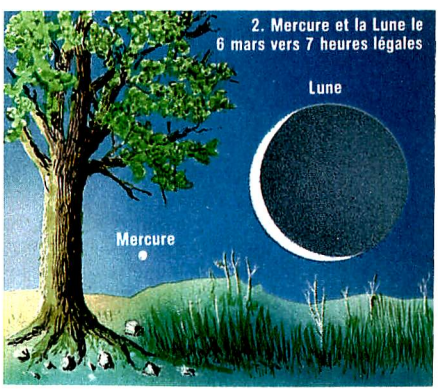
La première quinzaine du mois est également l'occasion, pour ceux qui bénéficient d'un site d'observation exempt de lumière parasite, d'admirer la lumière zodiacale le soir, vers l'ouest.

Les planètes Mars et Jupiter se couchant bien après minuit sont facilement observables dès la tombée de la nuit. Si Mars a sensiblement diminué de diamètre depuis l'opposition de l'été 88 avec 5,7 sec/arc, Jupiter, avec 37 sec/arc est visible dans les plus modestes instruments, tandis que la planète rouge, par contre, ne montrera qu'un point orangé dans les mêmes conditions.

Les fascinants anneaux de Saturne réservent leur beauté aux lèvetôt, puisque la planète ne se lève que vers 4 heures du matin. Vénus, trop près du Soleil, n'est pas visible, mais Mercure est encore détectable dans les lueurs de l'aurore.

Signalons à nos lecteurs qui se situent à l'ouest du continent nord-américain que, le 7, aura lieu une éclipse partielle de Soleil, de 16 h 16 TU à 19 h 58 TU. Du côté des conjonctions et rapprochements, le premier spectacle est prévu pour le début du mois. En effet, le 3, vers 7 heures locales, soit environ une demi-heure avant le lever du Soleil, la Lune, en mince croissant, se trouvera à proximité de Saturne, Uranus et Neptune. Notons au passage que, en même temps, ce sera l'une des trois conjonctions entre Saturne et Neptune qui auront lieu cette année. (***Figure 1***).

Le 5 et le 6, la Lune, qui sera à quelques dizaines d'heures de sa conjonction mensuelle avec le Soleil, se rapprochera de Mercure ; occasion de repérer la planète la plus proche du Soleil et magnifique vision d'un croissant lunaire très fin complété par une intense lumière cendrée. Un conseil : choisissez un endroit bien dégagé sur l'horizon est, car les deux astres seront très bas. (***Figure 2***).

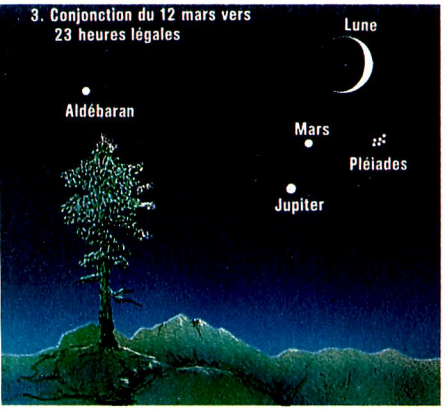


Les amateurs de fins croissants lunaires ne relâcheront pas leur attention puisque, le 8, les circons-

tances seront favorables pour la détection d'une Lune d'à peine vingt-quatre heures, visible vers l'ouest aux jumelles, vers 19 h 15 locales. Les possesseurs d'instrument équipé d'une monture équatoriale, pourront utiliser leur cercle de coordonnées pour repérer plus facilement cette jeune Lune. A toutes fins utiles, en voici la position à l'heure indiquée ci-dessus : ascension droite : 0 h 04 min 37 s ; déclinaison : 3° 10' N.

Le 12, en soirée et début de nuit, conjonction rapprochée de Mars, Jupiter et la Lune, tout juste à côté d'Aldébaran du Taureau et de l'amas des Pléiades. (***Figure 3***).

Point anecdotique, la pleine Lune de printemps aura lieu le 22,



à 10 h 58. Elle sera alors à sa distance maximale de la Terre pour l'année 89, ce qui se traduira par son plus faible diamètre apparent : 29 ' 24".

Enfin, le 30, nouvelle conjonction dans l'aurore de l'astre des nuits et du trio Saturne, Uranus, Neptune, mais les distances apparentes entre les quatre astres seront plus importantes qu'au début du mois.

Le géant du ciel (***figure 4***). La première décade du mois vers l'horizon sud-ouest, aux environs de 21 heures, une constellation « frappe tous les regards et attire l'attention, même des plus indifférents », selon les termes de Camille Flammarion, le poète astronome.

Le contour de la constellation est caractérisé par quatre étoiles brillantes, mais son aspect le plus connu est certainement l'alignement central de trois étoiles, appelées de nos jours Baudrier d'Orion ; au Moyen Age cependant, les gens des campagnes y voyaient les Rois Mages.

Orion est une des rares constellations à ne pas avoir changé de nom à travers les siècles. Déjà Homère l'appelle ainsi et, dans toutes les civilisations et cultures, on reconnaît dans Orion un géant. Mais, si Pindare chante le géant du ciel, Plaute y voit un assassin ou un égorgeur, Manilius en fait le dominateur du ciel, les anciens hébreux le qualifient de premier chasseur et les Arabes, enfin, l'appellent tout simplement *al-djabbar*, c'est-à-dire le géant. Deux exceptions : Schiller, qui proposa de remplacer Orion par Saint Joseph, et l'Université de Leipzig qui, en 1807, proposa le nom de Napoléon, propositions qui n'eurent pas de succès, on s'en doute.

La constellation d'Orion est extrêmement riche en objets astronomiques pour l'amateur. Les étoiles variables y pullulent, plus de 500, à tel point que certains l'ont surnommée la Californie du ciel, et les étoiles doubles ne sont pas moins nombreuses. Mais Orion est surtout connue pour ses nébuleuses brillantes et obscures, dont les plus belles sont répertoriées dans le catalogue de Messier.

Le catalogue de Messier. Ce catalogue a une histoire qui mérite d'être racontée. Il y a 259 ans, le 26 juin 1730 exactement, naissait à Badonviller, en Lorraine, Charles Messier, dixième enfant d'une famille qui en comptera douze.

Les parents sont modestes et, quelques temps après la mort du père, Charles, à 21 ans, quitte les siens pour chercher fortune à Paris. Ses qualifications sembleraient bien maigres de nos jours : il a une écriture lisible et un certain don du dessin ! Pour l'époque, ce n'est pas négligeable, si bien que Nicolas Delisle, professeur au Collège de France et astronome royal de la marine, l'engage comme dessinateur et copiste.

Au contact d'un astronome professionnel, le jeune Messier développe un goût pour l'astronomie. Il faut dire qu'il avait déjà été frappé dans sa jeunesse par l'observatiuon d'une éclipse de Soleil ! Ainsi, en 1757, on le retrouve attaché à l'observatoire qui avait été construit sur l'une des tours de l'hôtel de Cluny. Cette année-là, le monde scientifique est en effervescence avec la prévision de Sir Edmund Halley qui, pour la première fois dans l'histoire de l'astronomie, a prédit le retour d'une comète.

Messier scrute patiemment le ciel à la recherche de cette comète. Il la découvre enfin le 21 janvier 1759 mais, comme il n'est pas astronome en titre, on s'oppose à la publication de sa découverte. Toujours est-il que, de cette date, Messier s'est pris de passion pour les comètes et, à la mort de son patron Delisle, consacre tout son temps à en découvrir de nouvelles. Le roi Louis XV octroie une pension à Messier, qu'il surnomme le furet des comètes.

On raconte que, à la mort de sa femme, il ne peut observer le ciel et ne peut découvrir ainsi l'existence d'une comète. Comme des amis venaient lui présenter leurs condoléances, il leur répondit : « Hélas, j'en avais découvert douze ! Il a fallu qu'on m'enlève la treizième », ne réalisant pas que les condoléances concernaient sa femme.

Messier était gêné, dans ses recherches, par de petites taches floues, faiblement lumineuses, qu'il confondait avec des comètes. La médiocre qualité des instruments de l'époque ne lui permettait pas de distinguer ce qui était en fait des amas d'étoiles, des nébuleuses ou des galaxies.

Pour ne plus se tromper, il fit une liste de tous ces parasites, en leur attribuant un numéro précédé de la lettre M. Bien connue des amateurs ; c'est la liste des plus beaux objets observables dans des instruments modestes.

Messier mourut à 87 ans, après avoir observé plus de soixante comètes, dont 21 nouvelles ! De nos jour, malgré cet imposant tableau de chasse, il est connu surtout pour son catalogue (') ; la célébrité ne vient pas toujours où on l'attend !

M 42. La plus connue des nébuleuses de la constellation d'Orion porte le n° 42 dans ce catalogue, on l'appelle également la Grande Nébuleuse. C'est elle que nous allons observer plus particulièrement ce mois-ci. Il faut dire que c'est la seule qui soit visible à l'œil nu et ce, même dans des grandes cités comme Paris ou Londres. Il suffit, pour la localiser, de prendre com-

me repère les étoiles du Baudrier et de descendre à la verticale de l'étoile centrale.

Par ciel bien noir, avec une simple paire de jumelles, on la découvre large et majestueuse. Etalée comme un éventail, M 42 a 1° × 1° 10' de dimensions apparentes. Une lunette de 60 mm permet de distinguer les grandes lignes et volutes de l'objet.

Avec un instrument de 90 à 150 mm de diamètre, stupeur !, des couleurs deviennent perceptibles. Rougeâtres et verdâtres, elles dessinent les contours délicatement ciselés de la masse de gaz.

Mais attention, les grossissements de 60 fois et plus n'autorisent généralement qu'un champ de vision inférieur au degré ; la totalité de la nébuleuse ne serait donc pas visible d'un coup d'œil et il faudrait balayer l'objet grâce aux mouvements lents de l'instrument.

L'étude physique de M 42 nous a révélé que cette nébuleuse, située à environ 1 500 années-lumière, est constituée d'hydrogène et d'hélium, mais aussi d'oxygène, de carbone, de néon, d'azote, d'argon, de soufre et autres corps en quantité plus faible.

Sa partie la plus brillante a une masse évaluée à une dizaine de fois celle du Soleil, l'ensemble représentant plus de 700 fois l'astre du jour. On a également découvert dans la région de M 42 des étoiles d'un type particulier, appelées Herbig-Hero, qui semblent être au stade de la condensation stellaire, autrement dit en cours "d'amorçage". De fait, de nombreuses étoiles se sont formées dans la nébuleuse d'Orion et continuent à se former dans ce qu'il faut bien appeler une "maternité stellaire".

Le Trapèze. Les amateurs les mieux équipés et les plus attentifs pourront distinguer, dans la partie la plus brillante de la nébuleuse, l'étoile Thêta orionis qui, par ailleurs, l'éclaire et la rend visible.

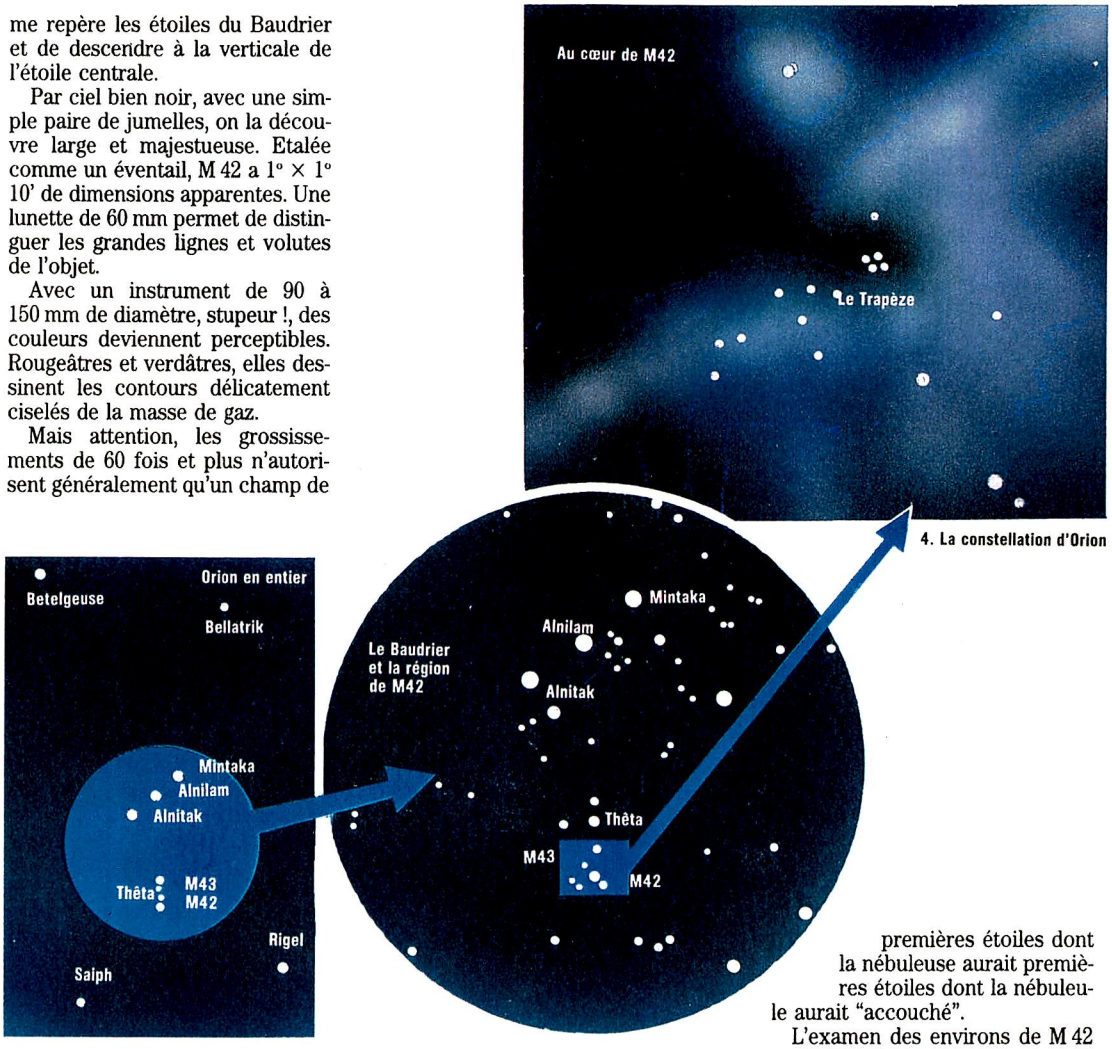
En réalité, il s'agit d'une étoile multiple : 9 étoiles constituent le groupe, dont 6 peuvent être observées par les amateurs. Leur disposition relative a fait surnommer cet ensemble, le Trapèze. Il se trouve dans un amas d'étoiles vieux de 30 000 ans et ferait partie des tout premières étoiles dont la nébuleuse aurait premières étoiles dont la nébuleuse aurait "accouché".

L'examen des environs de M 42 permet de localiser une autre nébuleuse, M 43. Mais on constatera qu'elle est bien moins brillante et beaucoup plus petite. Il s'agit en fait d'une autre partie de la grande nébuleuse, éclairée ici par une étoile située en son sein.

La photographie de la nébuleuse d'Orion est faisable avec un simple téléobjectif de 150 à 200 mm, à condition qu'il soit fixé sur une monture équatoriale pour pouvoir réaliser un temps de pose de 15 à 20 minutes.

Historiquement, M 42 fut la première nébuleuse à être photographiée... en 1880 !

Yves Delaye

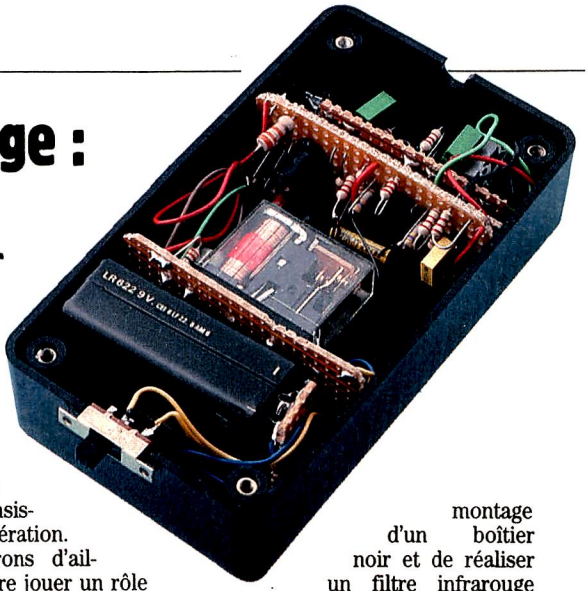


4. La constellation d'Orion

(1) *Les objets de Messier*, Ed Masson. En vente à La maison de l'astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris. 128 F au magasin et 140 F franco pour les lecteurs de *Science & Vie*.

Une barrière infrarouge : le récepteur

ELECTRONIQUE AMUSANTE



Voici le câblage du récepteur de la barrière dont nous avons entrepris la construction le mois dernier. Comme nous l'avons dit, afin de pouvoir lui faire commander un grand nombre de dispositifs, nous l'équiperons d'un relais qui sera déclenché par toute rupture de faisceau.

L'élément de détection du récepteur sera la photodiode infrarouge. Celle-ci ressemble tout à fait à une diode électroluminescente, il faudra donc prendre bien soin de repérer la diode émettrice et la diode réceptrice lors de l'achat.

Pour être en mesure de fonctionner correctement, ce composant doit être alimenté en courant. Cette alimentation sera obtenue par le câblage du premier étage d'amplification du récepteur. Celui-ci est réalisé à l'aide d'un transistor. Notons que la présence de deux condensateurs de 6,8 nanofarads permet d'obtenir un gain en tension élevé en alternatif, tout en atténuant les signaux très basse fréquence.

Ceci nous permettra de minimiser les effets des variations du taux ambiant d'infrarouges sur la détection du faisceau. Cependant, à la sortie de ce premier étage d'amplification, le signal utile ne possède encore qu'une très modeste amplitude ; il faut donc l'amplifier encore, avant de pouvoir l'utiliser pour commander notre relais. Cette opération sera réalisée par deux des quatres cellules amplificatrices d'un circuit intégré du type LM 324. Chacune d'elle multipliera l'amplitude du signal reçu par — presque — 22. Au total, nous obtiendrons donc un facteur d'amplification de l'ordre de 450. La tension présentée à la sortie de la seconde cellule deviendra donc parfaitement exploitable.

Cependant nous ne sommes pas encore au bout de nos peines. En effet si le LM 324 permet d'obtenir, relativement facilement, des gains très élevés en tension, le courant qu'il est capable de fournir reste faible.

Il n'est donc pas possible de l'utiliser pour commander directement le relais. Nous prendrons de nouveau deux transistors pour cette opération. Nous en profiterons d'ailleurs pour leur faire jouer un rôle complémentaire dans la détection du signal infrarouge. En effet il nous importe peu que ce dernier soit appliqué sous sa forme de départ à la bobine du relais, nous cherchons simplement a déceler sa présence.

Cette fonction de détection sera assurée par une diode associée à un condensateur de 0,1 microfarad. De plus, comme nous l'avons dit, nous cherchons à détecter la rupture du faisceau. Il faut donc que le relais ne soit alimenté qu'en l'absence de signal et non quand celui-ci est présent, comme aurait tendance a le faire la tension aux bornes du condensateur. L'information sera donc inversée par le premier transistor puis appliquée au relais après amplification du courant par le second.

Hormis le fait qu'il est absolument indispensable de munir ce montage d'un boîtier noir et de réaliser un filtre infrarouge pour qu'il puisse fonctionner correctement, le câblage du récepteur ne doit pas poser problème.

Rappelons que le filtre sera réalisé à l'aide d'une diapositive noire. Si vous avez quelque doute quant à son opacité, il sera conseillé de superposer deux couches de film. Un trou sera donc pratiqué dans le boîtier en face de la diode réceptrice, puis occulté par le filtre. Il faudra également prendre soin de bien respecter la polarité et ne pas oublier de couper l'ensemble des bandes conductrices sous le LM 324.

La mise en route et le contrôle du bon fonctionnement de cette barrière sont des plus simples. En premier lieu, l'émetteur sera mis sous tension, puis le récepteur sera alimenté à son tour. Le relais devra aussitôt coller. Le récepteur sera alors placé devant l'émetteur, à environ 20 cm et de manière à ce que la diode de réception soit bien en vis à vis de la LED infrarouge.

Le relais doit alors retrouver sa position repos. En interposant la main entre les deux appareils, on vérifiera alors que le relais répond bien pour chaque rupture du faisceau. Ceci obtenu, la distance émetteur-récepteur sera progressivement accrue. Notons à ce propos que, étant donné l'imprécision du positionnement de la LED de l'émetteur lors de son câblage, il est possible que ce dernier "tire en biais". Il faudra donc déterminer l'axe réel du faisceau. Pour cela le récepteur sera progressivement éloigné tout en effectuant des cercles autour de la position supposée

OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon Suisse.

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

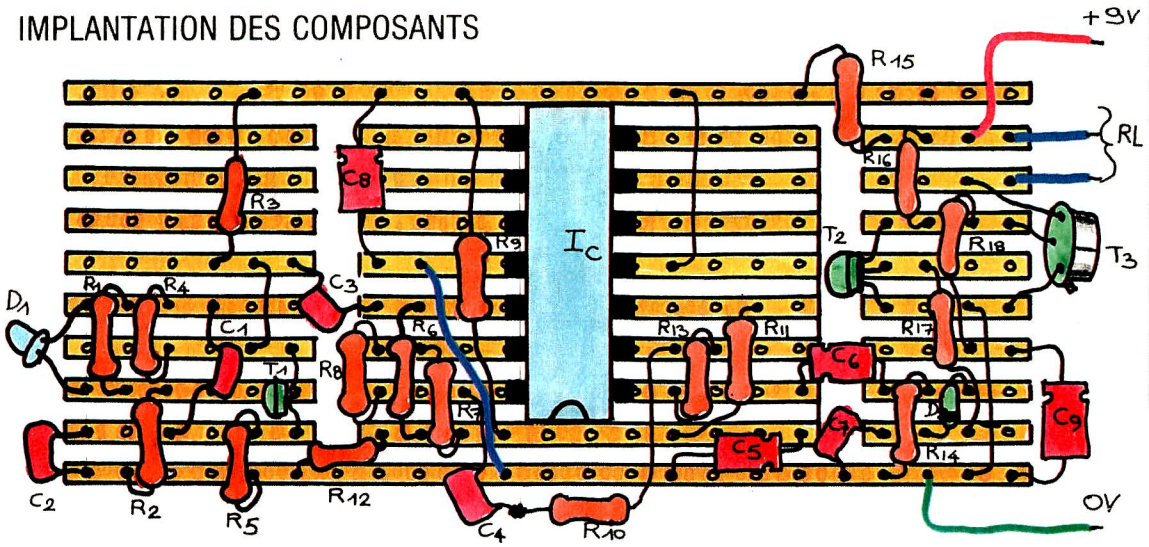
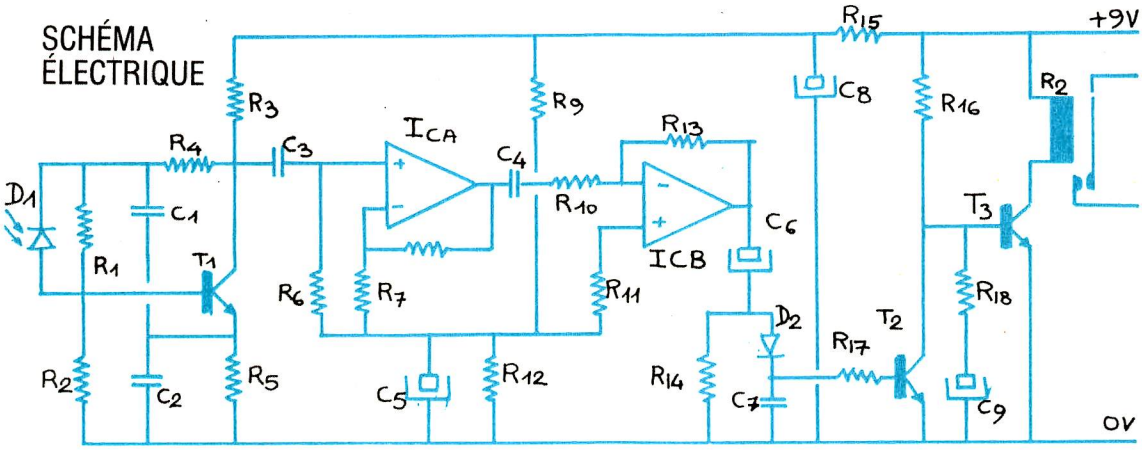


SCHÉMA ÉLECTRIQUE



NOMENCLATURE

R_1 = 1 mégohm (brun, noir, vert, or)
R_2 = 390 kilohms (orange, blanc, jaune, or)
R_3 = 3,3 kilohms (orange, orange, rouge, or)
R_4 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
R_5 = 10 kilohms (brun, noir, orange, or)
R_6 = 22 kilohms (rouge, rouge, orange, or)
R_7 = 22 kilohms (rouge, rouge, orange, or)
R_8 = 470 kilohms (jaune, violet, jaune, or)
R_9 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R_{10} = 22 kilohms (rouge, rouge, orange, or)
R_{11} = 22 kilohms (rouge, rouge, orange, or)
R_{12} = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R_{13} = 470 kilohms (jaune, violet, jaune, or)
R_{14} = 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
R_{15} = 220 ohms (rouge, rouge, brun, or)
R_{16} = 5,6 kilohms (vert, bleu, rouge, or)
R_{17} = 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
R_{18} = 10 ohms (brun, noir, noir, or)
C_1 = 6,8 nanofarads
C_2 = 6,8 nanofarads
C_3 = 10 nanofarads
C_4 = 10 nanofarads

du faisceau.

Cette opération permettra de déterminer son axe réel car, ne l'oublions pas, il n'est absolument pas visible. En utilisation normale, c'est à dire en l'absence de toute source infrarouge a proximité, la portée moyenne de cette barrière est de l'ordre de 3 mètres voire plus.

Pour terminer, signalons que l'allumage d'une lampe a proximité du dispositif provoque une brusque variation du taux d'infrarouges ambiants : le récepteur répondra comme s'il y avait rupture du faisceau, et, environ au bout d'une seconde, la barrière fonctionnera de nouveau normalement. Ce temps est dû à l'adaptation du récepteur au nouveau taux d'infrarouges ambiants.

Henri-Pierre Penel

Une interface série universelle

INFORMATIQUE PRATIQUE

Jusqu'à présent les interfaces principales que nous vous avons proposé de réaliser prélevaient directement les données sur le "bus" du micro-processeur puis transmettaient un octet sur huit fils différents ; un par bit. Cependant ces interfaces restaient d'un emploi spécifique à un type de micro-processeur.

Actuellement de plus en plus de micro-ordinateurs ne comportent, pour entrée-sortie, qu'une fiche fournissant une transmission en série des données.

Pour nous, le fonctionnement en parallèle (un fil par bit) permettait pourtant de simplifier grandement l'électronique des montages à commander ou fournissant des informations.

Afin de pouvoir utiliser les appareils récents pour piloter nos réalisations, nous vous proposons de réaliser une interface série. Sa mission sera d'effectuer la transformation série-parallèle, pour sa sortie et parallèle-série pour son entrée. Les octets transmis seront alors de nouveau présentés sur huit fils et notre interface sera donc compatible avec celles précédemment présentées.

Toutes nos réalisations pourront donc lui être raccordées sans modification. De plus notre interface pourra être utilisée en tant que "port série" sur un micro-ordinateur dépourvu de cette option, à condition toutefois qu'il soit équipé de l'une de nos précédentes interfaces. Cependant avant de passer à sa réalisation, examinons ce mois-ci le principe de fonctionnement d'une liaison série ainsi que ses avantages et ses lacunes.

En mode parallèle, si l'on désire établir une liaison il faut donc disposer de huit fils pour les données transmises, de huit autres fils pour les données reçues et de deux fils complémentaires avertissant les dispositifs de transmission de l'arrivée de nouvelles données. Soit au total 18 fils. Notons qu'il est éventuellement possible de diviser leur nombre par deux en multiplexant l'échange des données ; c'est-à-dire en transmettant sur les mêmes fils tantôt des données dans une direction tantôt dans l'autre. Cependant 9 fils au moins restent nécessaires... et le cuivre coûte cher. C'est pour cette raison que les industriels se sont intéressés à la sérialisation des octets pour leur transmission. Dans ce cas, les huit bits ne sont plus transmis simultanément mais les uns après les autres. Dès lors quatre fils suffisent pour assurer une transmission : deux pour les données transmises, deux pour les données reçues.

Mais recueillir une série de bits à la queue leu leu, dont le nombre peut être élevé si plusieurs octets sont transmis successivement, et les remettre dans le bon ordre ne va pas sans poser quelques problèmes. Tant qu'à étudier le problème de près, les industriels décidèrent de créer une norme à laquelle chaque appareil devra se soumettre : le RS 232 C.

Divers critères très stricts définissent ce type de liaison, et le non-respect d'un seul d'entre eux conduit à l'incompatibilité totale de l'interface. Afin de mieux comprendre les contraintes du RS 232 C, et surtout pour être en mesure de régler correctement notre interface, passons-les en revue.

Parlons, en premier lieu, du format de transmission. Comme nous l'avons dit un grand nombre d'octets peut être transmis successivement et de façon ininterrompue ; il faut donc que le système de transmission soit en mesure de "repérer" le début et la fin de chaque octet. Pour cela les bits à transmettre seront entourés de bits complémentaires de contrôle. La transmission commencera donc, pour chaque octet, par un bit de départ (*start* bit), l'octet sera transmis, puis suivra un bit de contrôle de parité (nous reviendrons plus loin sur son utilité) et se terminera par un — ou deux, suivant le mode de transmission choisi — bit de fin (*stop* bit).

La durée des start bits et des stop bits est telle qu'ils ne peuvent en aucun cas être confondus avec l'un des autres bits. Leur présence permet donc au système de transmission de s'autoresynchroniser régulièrement.

Comme nos liaisons s'effectuent sur des conducteurs électriques, il fallait également normaliser leurs tensions et courant. Ici trois possibilités : les modes TTL, V24 ou boucle de courant.

En mode TTL, ce sont directement les tensions issues des circuits intégrés logiques qui sont appliquées à la ligne. Un 1 se caractérise donc par la présence de + 5 volts, un 0 par son absence. Mais étant donné leur faible amplitude, les signaux TTL sont relativement sensibles aux parasites électriques. Pour conserver une bonne qualité de transmission ce mode sera donc réservé aux courtes distances, en théorie moins d'une dizaine de mètres. Il conviendra donc parfaitement pour le raccordement d'une imprimante, par exemple.

Pour des distances supérieures, on emploiera le V24. Son principe de fonctionnement est très proche de celui du mode TTL. La seule différence est que le 1 est représenté par l'envoi d'une tension de + 12 volts sur la ligne, et le 0 par une tension de − 12 volts, soit au total 24 volts d'où le nom du procédé. En liaison V24 il est possible d'effectuer des transmissions sur des lignes de plusieurs centaines de mètres.

Cependant ce procédé ne donnait pas entière satisfaction, soit pour des liaisons plus longues, de l'ordre du kilomètre, soit lorsque l'environnement était riche en parasites électriques (robotique industrielle par exemple). Dans ces cas le fonctionnement en boucle de courant est préférable. Comme son nom le suggère, on ne parle plus ici de tensions mais de cou-

OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

L'ensemble des composants est disponible chez :
△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

rant. Un 1 provoque l'envoi d'un courant de 20 milliampères sur la ligne ; l'arrivée d'un 0 l'interrompt. Ceci permet d'équiper les têtes de lignes de coupleurs optiques très peu sensibles aux parasites. De même, étant donné qu'il n'est plus nécessaire de disposer d'une référence de tension, la ligne pourra être flottante, donc peu sensible aux perturbations électriques.

Reste maintenant à régler le problème de la cadence de transmission des bits. Pour que la liaison puisse s'effectuer, il faut que le récepteur sache à quelle vitesse l'émetteur les envoie, notamment pour être en mesure de reconnaître la durée des start bits et des stop bits.

Ici encore une normalisation existe et la vitesse de transmission est exprimée en bauds, cette appellation correspondant au nombre de bits transmis par seconde. Les vitesses standard sont retrouvées en multipliant chaque fois la cadence précédente par 2 à partir de 75 bauds. Nous trouverons donc dans l'ordre : 75, 150, 300, 600, 1 200, 2 400, etc. jusqu'à 19 200, voire plus dans certaines applications. Il faut noter que plus la vitesse de transmission est élevée, plus elle est sensible aux parasites. Un paramètre, donc, à manier avec précaution.

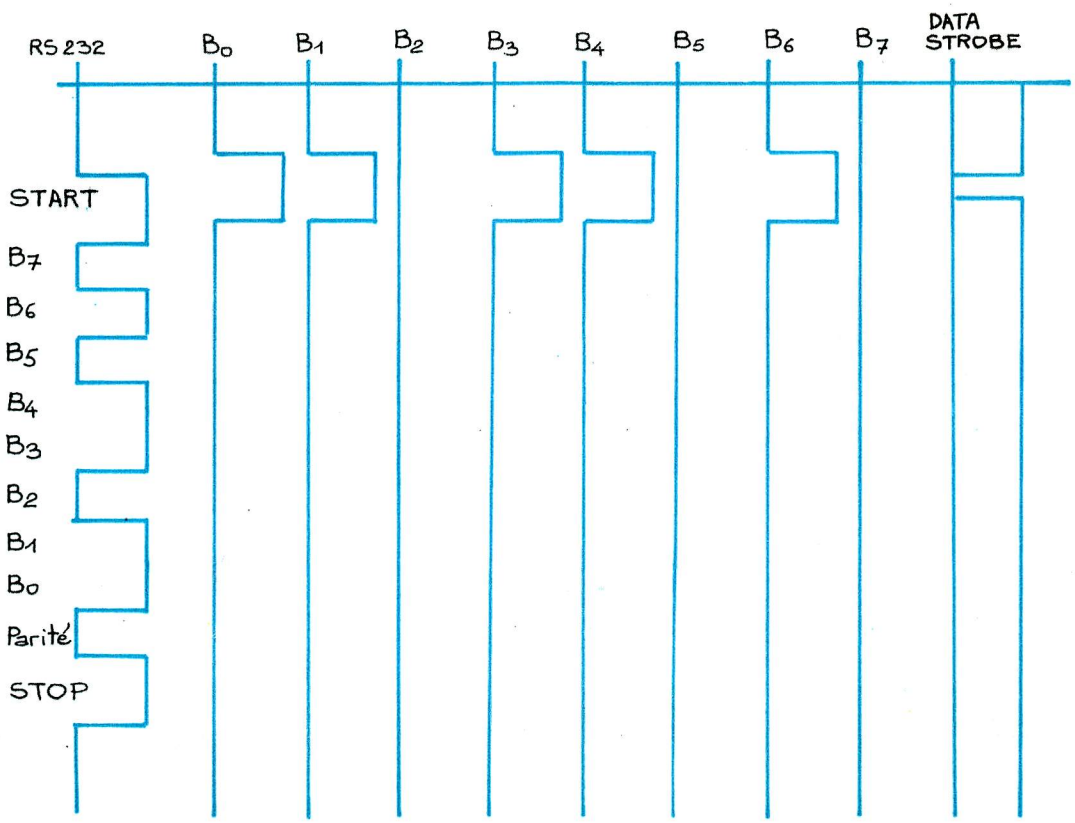
Nous avons toujours parlé, jusqu'à présent, de la transmission d'un octet complet, mais dans certains cas seuls 7 bits sont utiles au transfert des données, il est même parfois interdit d'utiliser le huitième bit. Pourquoi donc ralentir le débit de la transmission par l'envoi d'un bit inutile ? Ainsi la transmission pourra s'effectuer soit sous 7 soit sous 8 bits. Il faudra tenir compte de cette particularité.

Enfin, comme pour toute transmission, il est utile de vérifier que la donnée a été correctement reçue. C'est pourquoi un bit de contrôle de parité est employé : il permet de savoir si le nombre de 1 que comportait l'octet, ou le mot de 7 bits, transmis était pair ou impair. Ce point met immédiatement en évidence la majorité des erreurs de transmission et permet donc au système d'engager une procédure de correction, par exemple par un nouvel envoi de la donnée erronée.

Là encore deux choix sont offerts pour le contrôle de parité. Dans le premier mode, dit contrôle de parité paire (*even parity*), le bit de contrôle passe en 1 si le nombre de bits en 1 de l'octet est pair. Dans le second, dit parité impaire (*odd parity*), il passe en 1 si le nombre de bits est impair. Un point quelque peu tarabiscoté du protocole mais dont il faudra tenir compte.

Comme on peut le constater, le RS 232 comporte de nombreuses contraintes et surtout de nombreuses possibilités de réglage du protocole de transmission. Cependant malgré ces quelques lourdeurs il présente l'avantage d'être extrêmement répandu. Partant, nous tenterons donc de réaliser le mois prochain une interface aussi universelle que possible.

Henri-Pierre Penel



Les autres chances du Championnat

JEUX MATHEMATIQUES

Si nous n'avez pas encore envoyé le bulletin-réponse *Science & Vie* de participation au III[e] Championnat de France des jeux mathématiques et logiques, il n'est peut-être pas encore trop tard. D'abord parce que l'organisation ne sera pas stricte, au jour près, sur la date limite du 28 février, si le bon déroulement du dépouillement le permet.

Ensuite, parce que la date limite est prolongée d'une semaine pour la participation par minitel : 3615 *Tangente* pour tous, et 3614 ACAMIF pour les enseignants.

Alors, pour vous permettre de gagner du temps (et de l'argent en consultation), et pour vous donner une nouvelle chance, voici les énoncés des jeux que vous trouverez sur minitel, et qui ne figuraient pas dans le questionnaire de *Science & Vie*.

Le début de carré (coefficient 1). Quel est le plus petit nombre entier dont le carré admet pour premiers quatre chiffres, en système décimal, 1989 dans cet ordre ?

La fraction du bicentenaire (coefficient 2). Sur l'écran d'une calculette qui ne permet de donner que 8 chiffres, on observe le nombre obtenu comme quotient de deux entiers A et B : 1,789 1989.

Ce résultat est naturellement la valeur approchée à 10^{-7} du quotient. Quelle est la plus petite valeur possible du dénominateur ?

Les carreaux (coefficient 3). Je possède dix mille petits carreaux identiques. En en prenant un certain nombre N, j'ai formé sur le sol une surface carrée. J'en ai ensuite rajouté 1989 pour former, avec les premiers, une surface carrée plus grande. De combien de carreaux me suis-je servi pour former mon premier carré ?

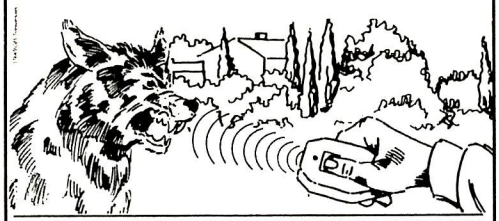
Instabilité chronique (coefficient 4). Une partie G de l'ensemble des 1989 premiers nombres (1, 2, 3,... 1989) est "totalement instable" si la somme de 2 nombres de G n'est jamais égale à un nombre de G. Quelle est la taille maximum d'une partie totalement instable ?

Le circuit maximal (coefficient 6). On considère un quadrillage carré 1989 × 1989, comportant des nœuds (intersections) et des arêtes de longueur 1 (segments joignant deux nœuds). Quelle est la longueur du circuit le plus long (chemin partant d'un nœud et aboutissant à ce nœud) sachant qu'on ne peut emprunter qu'une seule fois une arête et qu'on ne peut passer qu'une seule fois sur un nœud (à l'exception du point de départ) ?

Gilles Cohen ▲

NOUVEAU DOG CONTROL 290F

AU DOIGT ET A L'OREILLE !!



APPAREIL A ULTRASONS PUISSANTS EMETTANT DES ORDRES SILENCIEUX ET INVISIBLES POUR TOUS CHIENS
(Made in U.S.A., garanti deux ans)

Surprenant : parlez aux chiens !

- *Dressage efficace et discret des chiens les plus récalcitrants. N'élevez plus la voix pour contrôler votre chien : chien qui tire sa laisse, chien agressif à calmer, problème de chienne en chaleur, aboiements intempestifs,...*
- *Stoppe net et fait fuir les chiens les plus agressifs. Indispensable pour joggeurs, promeneurs, cyclistes, facteurs, motards,...*

L'OUTIL DE BASE DES PROFESSIONNELS DU CHIEN

Utilisé par l'armée U.S. + la méthode de dressage du docteur SELMI

LABORATOIRES FLAM - B.P. 75 - 65, rue Jean-Martin - 13005 Marseille - Tél. : 91.92.04.92

BON DE COMMANDE

Oui, envoyez-moi S.V.P. ..... DOG CONTROL au prix unitaire de 290 F (+ 15 F pour envoi recommandé urgent) avec en cadeau la méthode du docteur SELMI. Je joins mon règlement par : ☐ Chèque ☐ Mandat-lettre
☐ Adresser la commande en contre-remboursement (+ 25 F de frais).

Nom : .....

Adresse : .....

Code postal : ☐☐☐☐☐ Ville : .....

LA CULTURE GENERALE

clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.
Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une bien meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux..

20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite., accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 4011, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63

BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 7031
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

Nom : .....

Adresse : .....

.....

Fruit de la passion

Nous, à SVM, on est fou de micro-informatique.
Chaque mois, on passe au banc d'essai nouveaux matériels et nouveaux logiciels, on traque l'innovation géniale qui vous fera encore gagner du temps, on enquête partout où ça bouge dans la micro pour vous dire ce qui se fait de mieux.
On est constamment à l'écoute de vos besoins pour y répondre concrètement dans chaque numéro.
On teste, on critique, on sélectionne, bref, on fait SVM et on aime ça, passionnément.
Résultat : notre journal est le N° 1 de la presse informatique.

SCIENCE VIE MICRO

SVM

N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

AU SOMMAIRE DE MARS :

- **Le nouveau Macintosh SE/30**
- **Avant-première : les micro-ordinateurs Olivetti compatibles IBM PS/2**
- **Les logiciels de présentation**

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

AUDIO

Magnétophones pour enfants

Lancée par le plus connu des fabricants de matériel audio et vidéo japonais, voici My-First-Sony, une gamme de magnétophones conçus pour les très jeunes enfants. Chaque modèle offre toutes les fonctions d'écoute, d'enregistrement de cassettes et, de plus, un micro extérieur permet de s'entendre chanter dans le haut-parleur ! Les touches de couleurs vives, le boîtier aux coins arrondis et une poignée pour faciliter le transport en font un objet attrayant et sans danger pour les enfants à partir de trois ans. Prix : environ 390 F le Sony TCM-4000.

AUDIO

Télévision haute définition : un ou trois standards ?

Travaillant depuis une vingtaine d'années sur la télévision à haute définition, les Japonais, notamment avec NHK et Sony, ont conçu un système à 1125 lignes et tout le matériel vidéo nécessaire à son exploitation. Avec l'appui américain, ils ont essayé d'imposer ce système comme norme mondiale en 1986 (*Science & Vie* n° 826 de juillet 1986).

L'Europe et de nombreux pays des autres continents ont refusé ce système. Le principal argument avancé : le système japonais est totalement incompatible avec les systèmes actuels NTSC, PAL et SECAM. Autrement dit, le système japonais revient à lancer un nouveau réseau de télévision à côté des réseaux existants.

L'Europe a préféré créer un système compatible à 1 250 lignes permettant au parc actuel des téléviseurs de recevoir en 625 lignes (donc en définition ordinaire) les programmes à 1 250 lignes. De plus, le système européen est évolutif, permettant le passage en haute définition d'ici à 1995. La première phase de cette évolution commence avec la télévision améliorée en D2 MAC Paquet via le satellite TDF 1 (*Science & Vie* n° 856 de janvier 1989).

Une démonstration de télévision à haute définition sera faite en France à l'occasion des cérémonies du bicentenaire de la révolution de 1789.

Depuis plusieurs mois, les Américains ont pris conscience des avantages du système européen et des inconvénients du système japonais. Ils ont donc mis à l'étude un système compatible avec leur standard NTSC, donc à 1 050 lignes (double de 525). Les Japonais de leur côté ont entrepris des recherches pour créer un transcodeur permettant de recevoir sur un téléviseur 525 lignes NTSC leurs émissions en haute définition.

Aujourd'hui donc, les projets semblent orientés vers un partage du monde entre le Japon, l'Amérique et l'Europe. Pour le moins, une coupure Europe, d'une part, Amérique et Japon, de l'autre, semble difficile à éviter en raison des fréquences différentes du courant électrique (les 50 Hz européens qui ont engendré le 625 lignes et les 60 Hz américains et japonais qui sont à l'origine du 525 lignes). Toutefois, après 1995, il sera probablement possible d'affranchir la télévision de sa dépendance vis-à-vis de la fréquence du courant et d'unifier tous les systèmes couleurs. Le projet européen évolutif le prévoit. Certaines études américaines actuelles s'orientent aussi dans ce sens.

VIDEO

Téléviseurs haute-fidélité image et son

Avec l'arrivée d'une télévision améliorée grâce au D2-MAC Paquet (***voir page ci-contre***), les constructeurs de récepteurs ont commencé à réaliser des postes capables de réduire au mieux les pertes de transmission. Tous font appel à des circuits numériques. La première technique adoptée pour améliorer l'image consiste à doubler la fréquence de balayage : 100 Hz au lieu de 50. La stabilité de l'image est ainsi parfaite et le scintillement éliminé.

Deux téléviseurs nouveaux bénéficient de cette technique : Grundig Monolith 70-100 HDQ et Sony KV-FX 29B. Sur ces appareils, un amplificateur stéréophonique relativement puissant permet d'accroître la fidélité de la reproduction (2 × 45 W pour le Grundig, 2 × 20 W pour le Sony, ainsi que 2 × 40 W sur un Saba 85 ES 895). Ces téléviseurs sont également dotés de deux prises de péritélévision et de la possibilité de recevoir une carte de décodage satellite et D2-MAC Paquet. Par ces prises, ils peuvent recevoir des programmes NTSC.

Dans le domaine de la télévision à haute définition, 16 firmes des Etats-Unis se sont associées pour tenter de construire une chaîne de production de télévision à haute définition. Parmi ces firmes figurent Apple, Digital Equipment, Hewlett-Packard, IBM, ITT, Motorola, Texas Instrument et Zenith.

Dans le cadre du projet Eureka, le CNET a conçu le Mulac 8, un circuit de 70 000 transistors destiné aux codeurs et décodeurs de télévision à haute définition du futur système européen HD-MAC.

Sony se prépare à lancer un système vidéo 8 mm de haute définition, séparant 400 lignes par image au lieu des 250, la bande de fréquence occupera ainsi 7,7 MHz au lieu de 5,4 MHz. La finesse des images s'en trouvera améliorée de 30 %.

VIDEO

Un camescope 8 mm numérique

L'introduction de circuits numériques dans les camescopes permet d'augmenter leurs possibilités et leurs performances. Ainsi, avec le camescope 8 mm Sanyo VM-D5P en cours de commercialisation, il est possible, d'une part, d'insérer des titres, des graphiques en 5 couleurs (rouge, bleu, jaune, noir et blanc) et la date, d'autre part, de réaliser des prises de vues au ralenti et image par image.

Ces circuits, associés à un obturateur électronique, autorisent 5 vitesses de prise de vue, du 1/4000 s au 1/100 s.

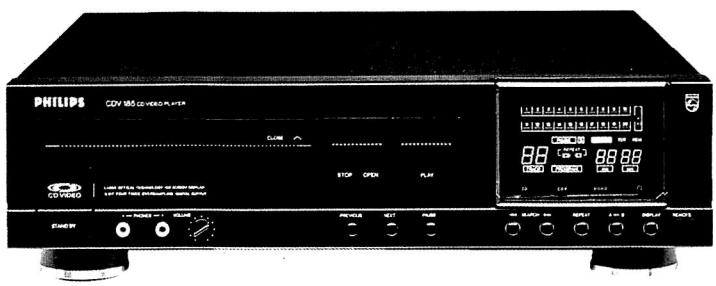
La mise au point automatique est également contrôlée par circuits numériques ce qui permet de l'obtenir sur le sujet central, s'il est immobile, ou sur une zone moyenne s'il est en mouvement. Pour effectuer cette sélection le système prend en compte des mesures faites sur 6 plages du champ et des données stockées en mémoire morte.

Le camescope est doté d'un analyseur à transfert de charge de 480 000 pixels qui assure une haute définition d'image. L'objectif est un macrozoom 12-72 mm ouvert à 1 : 1,6 qui permet de filmer à 18 mm du sujet. L'appareil pèse 1 200 g. Prix : 14 390 F.

AUDIO

Un lecteur de disque vidéo à moins de 4 000 F

Après avoir commercialisé, en octobre dernier, deux platines à laser capables de lire les disques compacts audio et vidéo, de 8 à 30 cm de diamètre, Philips vient de lancer un modèle pour les jeunes, le CDV 185. Plus simple, plus compact, il lit seulement les petits disques : audio 8 et 12 cm, clips vidéo de 12 cm. Son prix est donc moins élevé : 3 900 F environ au lieu de 6 900 F les modèles pour disques de 30 cm. Le CDV Philips 185 comporte tout de même les perfectionnements essentiels : télécommande, convertisseur 16 bits, quadruple échantillonnage, 20 plages programmables, recherche rapide à plusieurs vitesses, lecture aléatoire des plages, chargement automatique, prise casque, etc. Il est au standard couleur PAL.



AUDIO

Un lecteur baladeur pour disque compact

Le Japonais Panasonic vient de lancer le Technics SL-XP 6, un lecteur miniaturisé de disque compact (12 × 3 × 13 cm et 390 g avec les piles). Doté d'un casque léger et d'une télécommande, il est utilisable en baladeur. Il est également possible de brancher l'appareil sur le secteur et sur l'allume-cigare d'une voiture. Trois types de lecture sont possibles : lecture des plages dans l'ordre du disque, dans un ordre aléatoire et lecture d'un fragment précis. Prix : 2 990 F.

PHOTO

A nouveaux films, nouveaux révélateurs

Pour les amateurs avertis et les professionnels, Kodak a lancé à la fin de 1988 deux gammes de films ayant des performances élevées lorsqu'ils sont traités dans des conditions optimales : films Ektar en négatifs couleur (*Science & Vie* n° 854, novembre 1988) et film Tmax 3200 en noir et blanc (*Science & Vie* n° 850, juillet 1988).

La firme PC Photo Chimie propose aujourd'hui des produits de traitement adaptés à ces émulsions. A l'intention des amateurs, tout d'abord, elle lance actuellement le kit PC Color 41N pour le développement des films Ektar 25 et 1000. Ce kit comporte en particulier un bain de blanchiment très actif, comme l'exige l'Ektar. Pour le développement des films Tmax 3200, d'autre part, PC Photo Chimie recommande plus particulièrement le Microfine qui donne de bons résultats aux indices d'exposition 3200 et 6400. Il procure une bonne définition en conservant une gamme étendue de gris.

SON

Un studio d'enregistrement miniaturisé

Il s'appelle Voice-over et intéressera tous ceux qui ont une âme de pinson. C'est un petit studio de mixage (6 × 10 cm) avec chambre d'écho et casque stéréophonique. Utilisé seul, il permet de s'entendre chanter, avec ou sans écho. Associé à un baladeur, il permet d'utiliser un enregistrement sur cassette pour chanter sur la musique. Enfin, branché sur un magnétophone ou une chaîne stéréophonique, il offre la possibilité d'enregistrer sa propre voix, mixée sur le fond musical de son choix. De plus, le Voice-over peut se relier à un clavier ou tout autre instrument électronique, afin de mixer le son avec la voix du chanteur. La musicalité est acceptable. Elle peut être améliorée car l'appareil se connecte également à l'amplificateur d'une chaîne haute-fidélité, pour une restitution sur les enceintes. Il peut aussi se brancher sur la prise micro d'un camescope.

L'ensemble comprend : un boîtier de mixage avec chambre d'écho (alimentation sur pile 9 V), un casque stéréophonique avec microphone et deux câbles de branchement. Une mini-cassette d'initiation comporte dix enregistrements et le texte des paroles à y enregistrer soi-même. Prix : 470 F environ. (Etelac SA BP 135, 93330 Neuilly-sur-Marne).

SON

Une radio-visière

Une autre façon de voir la musique, c'est d'associer un récepteur radio à ses lunettes de soleil. C'est ce que propose la société Yorx avec le SF-1, une radio-visière AM et FM stéréophonique. En forme de croissant, fixée à un bandeau élastique, munie d'écouteurs repliables, elle se place sur le front et l'on y fixe un pare-soleil réglable en hauteur. La puissance des écouteurs est de 50 mW et les gammes de fréquences de la radio vont de 535 à 1605 kHz pour les PO, et 88 à 108 MHz pour la FM. Le réglage du volume et la recherche de stations s'effectuent facilement lorsque la radio-visière est en place. Elle fonctionne sur piles. Prix : 290 F environ.

AUDIO

L'essor du disque compact

Le succès du disque compact numérique dépasse les espérances des industriels. En France, les ventes de lecteurs à laser auront sans doute dépassé 700 000 unités en 1988, soit 40 % de plus qu'en 1987. Les prix de ces appareils sont tombés à 2 000 F pour les modèles simples. En Allemagne, dans le même temps, les ventes sont passées de 1 million à 1,6 million d'unités et certains prix sont tombés à 1 700 F. Et en Grande-Bretagne, les ventes devraient être de l'ordre de 1,5 million d'unités au lieu de 737 000 en 1987.

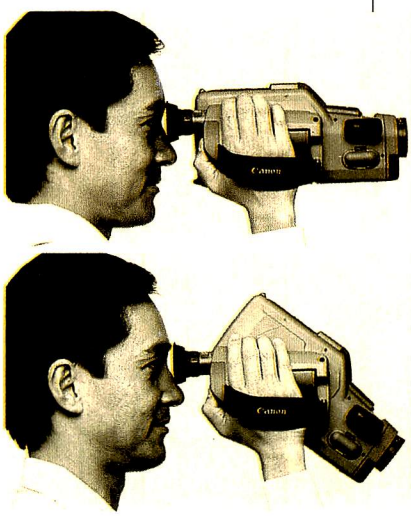
Pour l'Europe, les ventes de lecteurs devraient passer de 4,7 millions d'unités en 1987 à 11 millions en 1990 et à 17,5 millions en 1993. Cette progression sera plus forte qu'aux Etats-Unis (4,3 millions en 1987, 8,7 en 1990 et 12,5 en 1993). Quant au Japon, les experts prévoient une stagnation voire une régression des ventes : 4,1 millions en 1987, 6,1 millions en 1990 et 6 millions en 1993.

VIDEO

Panoramique motorisé sur un camescope

Le dernier né des camescopes de Canon, le Canovision E80 ressemble beaucoup aux modèles antérieurs. Pourtant, c'est le premier camescope doté d'un système motorisé réalisant automatiquement des panoramiques verticaux. Son viseur est solidaire de la poignée et reste fixe pendant que la caméra tourne vers le bas ou vers le haut, ce qui permet de maintenir le matériel contre l'oeil et de cadrer sans bouger ni la tête ni le corps. Le boîtier du camescope, au contraire, est monté sur un axe horizontal autour duquel il bascule verticalement sur 180° pour panoramiquer ou pour permettre la recherche d'un cadrage (sur commande du moteur).

Les autres caractéristiques du Canovision E80 sont des plus classiques : analyseur d'image à transfert de charge de 270 000 pixels, zoom à mise au point automatique 1,4 de 9-54 mm, obturateur électronique, exposition automatique, dispositif dateur, fondus à l'ouverture et à la fermeture. Dimensions 12 × 28 × 12 cm ; poids 1,2 kg. Ce camescope, qui coûte environ 9 000 F au Japon, est au standard couleur NTSC et n'est donc pas importé en France pour l'instant.



VIDEO

Un mini-téléviseur au standard SECAM

Si les Japonais construisent de nombreux modèles de téléviseurs miniatures à cristaux liquides, ils sont souvent inutilisables en Europe puisqu'ils sont en NTSC. Quelques modèles sont en PAL, ce qui ne permet pas de capter la couleur en France. Aujourd'hui, la firme Saba propose un tel téléviseur en SECAM, sous la référence 8 TCL 888.

C'est un appareil couleur de 500 g, mesurant 10 × 10 × 3,5 cm, il possède un écran à cristaux liquides de 8,2 cm dont la définition atteint 82 000 points. Il est doté d'une recherche automatique des canaux, d'une antenne incorporée et d'un haut-parleur (mais il peut être branché sur des équipements extérieurs : haut-parleur, antenne, casque, etc.). Divers systèmes de fixation permettent de s'en servir sur table, en automobile ou comme viseur couleur de camescope.

4 UNE PLAQUE CHAUFFANT AU MOYEN DE FRÉQUENCES ÉLEVÉES
1 590 F, dans les hypermarchés.

5 BOULONNEUSE SANS FIL
2 200 F dans les quincailleries et grands magasins.

LES OBJETS DU MOIS

1 POUR OUVRIR LES VOLETS SANS OUVRIR LES FENÊTRES
890 F. Sté Voltec, BP 28, 33660 St Seurin-sur-L'Isle.

1 Par vent très fort ou sous une pluie battante, il est désagréable d'avoir à ouvrir la fenêtre pour fermer les volets. Egalement si leur accès est difficile. Voltec S.A. a imaginé un mécanisme qui permet de rabattre les battants de l'intérieur de la maison. Celui-ci se compose d'un boîtier, à fixer sur le volet, et d'une vis sans fin actionnant une roue dentée, l'ensemble étant relié à une manivelle. Il peut être facilement utilisé, y compris par des personnes se déplaçant difficilement. Le système s'adapte à toutes les épaisseurs de murs jusqu'à 450 mm. Réalisé dans un alliage aluminium-zinc, l'engrenage est conçu pour résister à un vent de force 7 sur un volet de 1 m² et a subi des tests de résistance à l'oxydation. Le mécanisme se pose en 30 minutes sur des volets existants.

2 DES POTS CAPILLAIRES POUR VOS PLANTES
10 F environ (la petite taille) chez Agromed, BP 21 Collongues-sous-Salève, 74160 St Julien-en-Genevois.

2 Le pot Diamand Vert permet la respiration des racines et leur donne l'humidité dont elles ont besoin. Réalisé en polypropylène copolymère, une matière "buvard" qui permet une lente capillarité, il est en outre équipé d'une toile non tissée indestructible, assurant aussi un apport d'eau, naturellement dosé par le végétal lui-même. Grâce à une structure surélevée et ajourée, l'air circule librement pour garantir des échanges gazeux dans le substrat et le système radiculaire. Il est fourni avec une soucoupe réserve d'eau.

3 Les navigateurs, les amateurs de vol à voile ou de deltaplane ont besoin de connaître la vitesse du vent. Avec Turbo-meter, un anémomètre à circuits électroniques et affichage numérique des mesures, ils obtiendront cette information, avec précision, en miles par heure, en nœuds ou en pieds par minute ou encore en mètres par seconde. L'affichage lumineux se lit en plein soleil comme dans l'obscurité.

4 Après les micro-ondes, voici, pour faire cuire les aliments, la haute fréquence. L'appareil équipé de ce procédé, l'Himax, est une plaque de 315 × 315 × 55 mm pesant 3 kg. Il se branche sur le 220 V et consomme, selon son régime, de 200 à 1 200 watts. Son fonctionnement est fondé sur l'induction à haute fréquence créée par un dispositif électronique piloté par une "puce" et débitant dans un bobinage. La haute fréquence induit des courants dans le récipient (obligatoirement métallique) posé sur sa surface. Ces courants élève la température du récipient et les aliments qu'il contient sont alors chauffés par conduction. Plusieurs dispositifs de contrôle, gérés par microprocesseur, rendent ce réchaud précis et sûr : une alarme se déclenche si la température est excessive, un système contrôle le matériau du récipient (s'il est non métallique ou même s'il est trop petit, une diode s'allume). Les réglages de puissance et de température (de 50° à 200° C) se font à l'aide de commandes à affleurement protégées contre les débordements de liquides. Pour tester ce matériel, nous avons simplement fait bouillir un litre d'eau sur la plaque. Le résultat a été atteint en 6 min 43 s, alors que 9 min 54 s ont été nécessaires sur une plaque classique à résistance (cuisinière électrique) et plus de 20 min dans un four à micro-ondes...

5 Jusqu'à présent, les clefs à chocs servant, en mécanique, à visser ou dévisser la boulonnerie, ne pouvaient fonctionner qu'avec une alimentation sur secteur ou sur air comprimé, étant donné la puissance nécessaire pour les actionner. La société Makita propose aujourd'hui un modèle, le 6900 DW, alimenté seulement par batterie. Grâce à un puissant moteur asservi à un réducteur, cet appareil possède un couple de serrage maximum de 1 000 kg.cm, ce qui est suffisant pour bloquer ou débloquer les écrous d'une roue de voiture. Sa batterie rechargeable lui procure une autonomie de 90 vissages/dévissages environ.

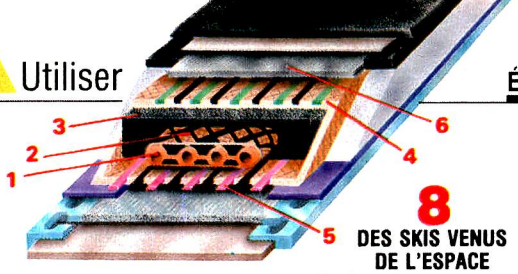
6 UNE ALARME DE PROTECTION DES ENFANTS
180 F chez S3D,
240 rue Hélène Boucher,
78350 Buc, et dans certaines grandes surfaces.

3 UN ANÉMOMÈTRE ÉLECTRONIQUE
884 F au Vieux campeur,
48 rue des Ecoles,
75005 Paris.

6 Lorsqu'on sait que 50 % des empoisonnements infantiles se produisent à domicile en présence des parents, la mise en place d'une alarme sur les portes de placard contenant des produits dangereux ne peut qu'être fort utile. A cet usage est proposé le Kid-Control. Un dispositif composé d'un émetteur et d'un récepteur, l'un placé sur la porte, l'autre sur le montant. Lorsque la porte est fermée, elles sont donc en contact. En cas d'ouverture, le contact est coupé et deux alarmes se déclenchent successivement : un son intermittent après deux secondes d'ouverture puis un son continu après 37 secondes, si l'on n'a pas refermé la porte. Un "bouton secret", permet d'arrêter la sonnerie. Le dispositif peut aussi se fixer sur les fenêtres, il fonctionne avec une pile de 9 V.

7 Le chronographe, conçu selon les normes établies par le Centre national d'études spatiales pour J.-L. Chrétien, lors de la dernière mission spatiale franco-soviétique, est maintenant disponible pour le grand public. Mise au point et fabriquée à partir de programmes d'assistance par ordinateur par Yéma, la Spationaute III a résisté à des tests de laboratoire portant sur une pressurisation jusqu'à 10 bars (l'équivalent de la pression à 100 m sous l'eau), une dépressurisation jusqu'à 10^{-4} mm Hg correspondant presque au vide absolu, des épreuves de résistance aux vibrations, aux chocs et aux accélérations, des essais de fiabilité du module électronique en atmosphères très humides (90 % de saturation), très chaudes (+50 °C) ou très froides (−50 °C). Le boîtier de la montre de Chrétien était en titane et son verre en héralite, un matériau incassable pour éviter les risques d'inhalation de particules par les astronautes en apesanteur. Le modèle vendu n'a qu'un boîtier en acier, mais les données techniques sont semblables, y compris la fonction "compte-à-rebours".

7 LA MONTRE DE L'ESPACE
2 900 F
chez les horlogers



8
DES SKIS VENUS DE L'ESPACE
2 590 F dans les magasins spécialisés.

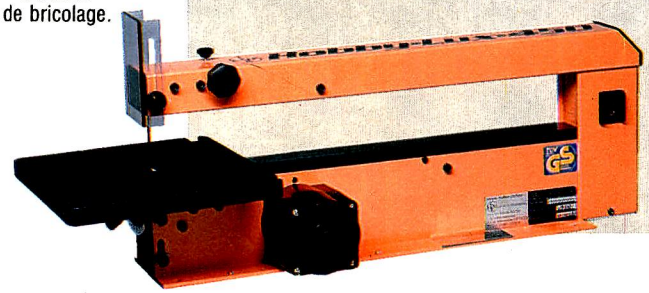
11
UN COMPTEUR ELECTRONIQUE POUR BICYCLETTE
249 F dans les magasins Tandy.

LES OBJETS DU MOIS

8 La technologie des industries astronautiques se met au service des skieurs. Ainsi, la société Dynamic-ski a mis sur le marché les skis VR35 M1 dont la structure complexe réunit plusieurs matériaux conçus pour les engins spatiaux et l'aviation afin d'associer légèreté, flexibilité et robustesse. Ce sont, en particulier, la Ceramic et le Dyneema. La première est une céramique mille fois plus chère que la fibre de verre, mais résistant aux grands écarts de température, tout en conservant son élasticité et sa résistance à la traction. Le second est une fibre de polyéthylène ultra-légère (densité inférieure à 1) et de haute ténacité (résistance élevée aux chocs et à la rupture à haute vitesse). La structure du ski, du centre vers la périphérie, présente un noyau de quatre tiges tubulaires en polycarbonate ABS (1), une enveloppe de torsion de fibre de verre (2), une boîte de torsion en fibre époxy (3), une nappe Ceramic (4), une nappe Dyneema (5), une lame en aluminium Zicral (6), une semelle à très haut poids moléculaire (au-dessous), une plaque élastomère (au-dessus) et un revêtement ABS. L'ensemble de ces éléments augmente donc la résistance en torsion et déformation et optimise le rapport torsion/flexion. Le ski VR35 M1 existe en 7 longueurs, il est gris anthracite.

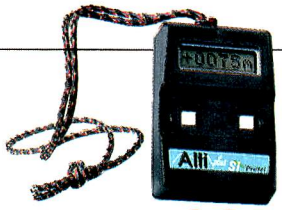
9 Lux International, spécialiste dans le matériel de bricolage, présente la scie Hooby Lux 450 destinée au travail du bois ou des métaux tendus. Elle permet de scier une épaisseur de bois jusqu'à 12 mm. Sa table orientable facilite les coupes angulaires et sa lame en position oblique permet la découpe en va-et-vient. D'autres fonctions telles que meuleuse-ébarbeuse, ponceuse, fraiseuse et polisseuse, adaptées notamment aux exigences des maquettistes, utilisent les accessoires existants : adaptateur de lames de sciage extra-fines, guide d'onglet, arbre flexible pour le travail des parties creuses d'une maquette, grande table de ponçage. Un col de cygne de 450 mm et une hauteur de coupe de 55 mm permettent une large surface de travail, très utile pour les grandes maquettes.

9
UNE SCIE POUR MAQUETTISTE
1 150 F dans les grands magasins et les surfaces de bricolage.



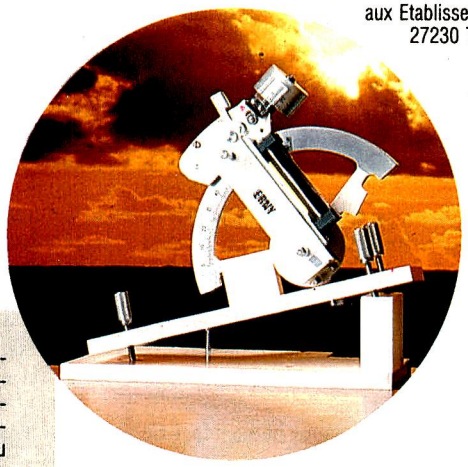
10 La firme Pretel à Grenoble, complète sa gamme d'altimètres électroniques (voir *Science & Vie* n° 850, p. 152) avec l'Alti Plus Vario V1, un modèle multifonction destiné autant aux randonneurs, montagnards et spéléologues qu'aux aviateurs. Doté d'un capteur au silicium, il mesure l'altitude de −256 m à +9 999 m, calcule le dénivelé, donne la température et la pression atmosphérique. A partir de celle-ci et de l'altitude, il calcule aussi la pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer, ce qui permet de prévoir les changements météo. De plus, il peut mesurer la vitesse d'ascension ou de descente de l'utilisateur, avec déclenchement d'une alarme si la vitesse de descente est supérieure à 5 m/s. Enfin, grâce à quelques manipulations simples, il donne les cumuls de dénivelés et établit la moyenne horaire de montée/descente, grâce à ses mémoires. Léger (130 g + pile) et de petite taille (98 × 63 × 24 mm), c'est un instrument très maniable.

11 Le compteur Bikecom, proposé par Tandy, se fixe sur le guidon du vélo. Il est doté d'un capteur, disposé sur la fourche, qui envoie une impulsion chaque fois que passe devant lui un aimant fixé sur un rayon de la roue avant. La fréquence de ces impulsions suffit au compteur pour afficher instantanément la vitesse et le nombre de kilomètres parcourus (partiels et totaux) sur son écran à cristaux liquides. En appuyant sur un poussoir, l'afficheur donne en plus l'heure et le temps écoulé...



10
UN ALTIMÈTRE QUI CALCULE AUSSI LA VITESSE
2 850 F à la Maison de l'astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris.

12
UN SEXTANT TERRESTRE
2 500 F
aux Etablissements Blanchet, 27230 Thiberville.



12 Utilisé avant tout par les marins pour établir la position d'un bateau, le sextant mesure l'angle formé par l'horizon et une ligne imaginaire reliant le soleil à l'observateur. Les établissements Blanchet, viennent de lancer le Quartier du Désert, un sextant terrestre destiné aux randonneurs et aux voyageurs. Ses conditions d'utilisation sont différentes de celles d'un instrument maritime : il se pose sur le sol et fonctionne comme un cadran solaire. L'ombre projetée d'un index fixé sur une partie mobile, l'alidade, doit se superposer à celle d'un index fixe pour qu'on puisse lire, sur un cadran gradué, l'angle formé par l'horizon et une ligne imaginaire reliant le soleil à l'observateur. A l'aide d'une calculatrice maritime et d'une montre, il reste alors à déterminer sa position, ce qui s'obtient avec une précision de plus ou moins 800 mètres.

13 La "lampe libre" de Philips est un luminaire, fonctionnant avec un tube aux halogènes, alimenté par une batterie de six accumulateurs rechargeables mille fois. Sa puissance est suffisante pour l'éclairage d'un grenier, d'un placard ou encore pour la mise en valeur occasionnelle d'un tableau. Les lampes libres sont articulées et peuvent même s'utiliser comme une torche, une fois repliées. Leur autonomie est de trois heures en éclairage continu. Elles sont livrées avec un chargeur.

Un stage de perfectionnement à l'astronomie, proposé par la Maison de l'astronomie, 33 rue de Rivoli, Paris, et animé par Yves Delaye, aura lieu les 19 et 26 avril, 10, 17, 24 et 31 mai. Prix : 550 F.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par S. Baschet, R. Bellone, P. Courbier, L. Douek et Ch. Mercier.

13
LUMINAIRES SANS FIL
500 F, dans les boutiques de lampes et les grands magasins.

TREMBLEMENTS DE TERRE : ET NOUS ?

(suite de la page 33)

miques, ceux-ci peuvent se comporter comme un liquide. C'est ce qui s'est passé, en 1964, sur les collines au-dessus d'Anchorage, en Alaska, où un pan entier de la falaise avait glissé comme sur un gigantesque toboggan.

Lorsqu'on est proche de l'épicentre le point, à la surface du sol le plus proche du lieu plus ou moins profond où se produit la cassure initiale (foyer), c'est la composante verticale qui est en général prépondérante. Lorsqu'on s'éloigne de l'épicentre, ce sont les composantes horizontales qui dominent. Pour lutter contre les forces horizontales, de loin les plus dangereuses, on a recours à quelques règles de construction plus complexes, quoique découlant du simple bon sens :

D'abord le choix de la forme des bâtiments. « Ce sont généralement les bâtiments qui ont des configurations irrégulières qui souffrent le plus des séismes, dit Victor Davidovitch. Une régularité des formes, des masses et des rigidités, tant en plan qu'en élévation, assure une meilleure distribution des poussées dans l'ossature en faisant participer tous les éléments à l'absorption et à la dissipation de l'énergie développée lors d'un séisme. » Exemples : l'hôpital Antoine Béclère, à Clamart, dont l'imposante structure repose sur des piliers, serait à déconseiller sur la Côte d'Azur, ainsi que la préfecture de Cergy-Pontoise, qui tourne vers le ciel une pyramide à l'envers. A moins, bien sûr, de très savants calculs.

Deuxième règle : rendre les éléments du bâtiment solidaires, grâce à une armature en aciers de construction, par exemple, comme si le bâtiment ne formait plus qu'un seul bloc, sans zones de faiblesse.

Il suffit parfois d'un rien pour détruire l'efficacité d'une construction parasismique. Imaginons un bâtiment qui réponde aux meilleures normes ; il suffit d'y accoler un autre corps de bâtiment pour réduire à néant toute la protection.

Haroun Tazieff, dans un rapport remis au président de la République, en 1983, a évalué le surcoût éventuel de constructions capables de résister à un séisme d'une intensité de VIII sur l'échelle MSK. Pour des constructions ne comportant pas plus de 3 étages, le surcoût est nul ou insignifiant. Le respect des règles de l'art et une exécution soignée suffisent à rendre l'ouvrage parasismique. Pour les immeubles qui comptent jusqu'à 25 étages, la dépense supplémentaire varie de 0 à 8 %. Au-dessus de 25 étages, le coût est nul (à moins de réclamer des formes complexes) puisque, comme nous l'avons dit, c'est le vent qui impose ses conditions, ce qui rend du même coup l'immeuble parasismique.

(suite du texte page 161)

LA FLECHE ANTIFLECHE

(suite de la page 112)

que se produit le changement de trajectoire. Il y a donc une sorte de "retard à l'allumage" qui n'est pas compatible avec la rapidité d'exécution exigée par la poursuite d'engins très manœuvrants.

Faut-il en conclure que le pilotage aérodynamique est irrémédiablement condamné ? Non, pour la bonne raison qu'il s'agit d'un mode de pilotage "naturel", c'est-à-dire qui tire parti d'un phénomène aérodynamique naturel (la gouverne "s'appuie" sur l'air), et qu'en tant que tel il est peu "énergivore". Il reste donc intéressant, surtout dans les couches basses de l'atmosphère, où la forte densité de l'air favorise l'action de la pression dynamique sur les gouvernes. L'ASTER 15, dont le plafond d'intervention se situe à 5 000 mètres, peut donc utiliser le PAF avec profit durant toute la phase d'approche.

En revanche, à proximité de l'objectif, la manœuvre d'interception implique, pour toutes les raisons évoquées plus haut, un mode de pilotage plus "serré", permettant de mieux coller à la trajectoire de la cible. Cela est devenu possible grâce au PIF, autrement dit au pilotage en force. Plus de gouverne, cette fois, ni de virages à retardement, mais de brusques déplacements latéraux, comparables à ceux d'une automobile déportée par de violentes rafales de vent reçues en plein travers. Ces changements de cap accélérés sont obtenus au moyen de jets de gaz émis par l'une ou l'autre des tuyères réparties autour du centre de gravité de l'ASTER. C'est le calculateur qui sélectionne la tuyère utilisée, en fonction de la nouvelle orientation qu'il veut donner à l'engin.

Le délai de réponse du PIF est d'environ 12 millisecondes, ce qui représente, par rapport au PAF, un gain de temps considérable et améliore de façon remarquable les performances des missiles antimissiles.

Rançon de toutes ces qualités, le pilotage en force (PIF) est d'un maniement délicat. En effet le générateur de gaz ne s'allume pas pour chaque changement de cap ; il est mis en marche une fois pour toutes, et ce sont des clapets qui, en ouvrant ou en fermant les tuyères, règlent l'éjection des gaz. Sur un plan pratique, ce mode de fonctionnement suscite plusieurs questions. Par exemple : faut-il que le PIF s'enclenche à tous les coups, même dans les cas où il n'est pas absolument indispensable (poursuite de cibles subsoniques et peu manœuvrantes) ? Ou encore : à quel moment précis doit-il entrer en action ? Ces interrogations sont doublement fondées, car, d'une part, le pilotage en force consomme beaucoup de poudre et ne peut donc pas fonctionner pendant très longtemps ; d'autre part, il risque, par ses à-coups, de déstabiliser le

missile (or il est impératif, pour la bonne marche du PIF, que le centre de gravité du missile soit le plus stable possible). Pour toutes ces raisons, les concepteurs du système ont limité le temps de marche du pilotage en force au strict nécessaire, c'est-à-dire à la phase ultime de la poursuite.

Passons maintenant à l'ASTER 30. Il ne diffère de l'ASTER 15 que par son propulseur. En effet, comme nous le disions au début de cette étude, la famille des ASTER a été conçue selon une architecture modulaire : la tête du missile, comprenant l'autodirecteur, les mécanismes de commande et la charge militaire, est nettement séparée de la partie fusée qui, elle, est interchangeable et varie en fonction de la mission assignée à l'engin. Un peu comme, en automobile, un même châssis peut recevoir différents types de moteurs. A noter que le propulseur reste solidaire du missile jusqu'à l'explosion finale, ceci afin que puissent être cumulés jusqu'au bout les effets du PIF et du PAF (les gouvernes du pilotage aérodynamique se trouvent en queue du propulseur).

Donc, à la différence de l'ASTER 15, qui est équipé d'un propulseur optimisé par les interceptions dans un rayon de 8 à 10 kilomètres, l'ASTER 30 dispose d'un accélérateur beaucoup plus puissant, qui en fait un engin de défense antimissile et antiaérienne de moyenne portée, capable de donner la chasse à des avions de combat hautement manœuvrants dans un rayon de 40 kilomètres, et à des missiles dans un rayon de 10 à 20 kilomètres (selon les caractéristiques d'évolution desdits missiles).

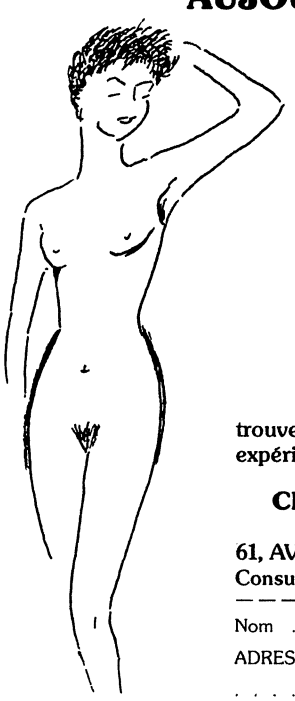
L'ASTER 30 est destiné aux forces navales françaises, ainsi qu'aux forces terrestres où il prendra progressivement la place des fusées antiaériennes Hawk. Il pourrait également être affecté à la destruction, à plus longue distance, des avions de guerre électronique (avions brouilleurs). En empruntant une trajectoire semi-balistique, il serait en mesure d'abattre de telles cibles dans un rayon de 50 à 100 kilomètres.

Enfin, les qualités opérationnelles de l'ASTER sont telles que ses constructeurs songent sérieusement à développer une version ATBM (*Anti Tactical Ballistic Missile*), qui serait, elle, exclusivement réservée à l'interception d'engins balistiques à courte ou moyenne portée, de type SS-21.

Mais le système SAAM-SAMP, ce n'est pas seulement le missile antimissile ASTER, c'est aussi la conduite de tir radar qui lui est associée. Actuellement, deux candidats briguent cette fonction : le radar ARABEL, construit par Thomson-CSF, et le radar EMPAR (*European Multifonction Phased Array Radar*), produit par la firme italienne Sele-

(suite du texte en page 160)

AUJOURD'HUI, LA CHIRURGIE ESTHÉTIQUE RECRÉE VOTRE SILHOUETTE



Vous avez pris quelques rondeurs ?

En une intervention sûre, efficace, indolore, la Chirurgie Esthétique vous fera rapidement retrouver une silhouette élégante et juvénile.

Le double menton, le petit ventre rond, les localisations adipeuses au niveau des hanches, des cuisses, des genoux et des jambes ne résistent pas à la lipo-aspiration chirurgicale.

Avant d'entreprendre une démarche qui sans doute vous aura fait hésiter longtemps, il est préférable de frapper à la bonne porte.

A la **Clinique du Rond-Point des Champs-Elysées** vous trouverez tout le sérieux médical et l'efficacité de chirurgiens qualifiés et expérimentés.

CLINIQUE DU ROND-POINT DES CHAMPS-ELYSÉES

(Autorisation Ministère de la Santé 23-10-1950)

61, AV. F.-D. ROOSEVELT, 75008 PARIS (1) 43 59 49 06 /71 63

Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

Nom . . . . . ✂

ADRESSE SV3

. . . . . .

LA FLÈCHE ANTIFLECHE

(suite de la page 159)

nia, avec la participation de Thomson et du géant britannique de l'électronique, Marconi. Si, pour l'ASTER 15 à courte portée, il semble que l'ARABEL se soit imposé, la situation est beaucoup plus floue en ce qui concerne le radar qui sera allié à l'ASTER 30 moyenne portée. Pour l'instant, deux solutions sont envisagées : ou bien conserver l'ARABEL, mais lui ajouter un radar longue portée afin d'accorder les capacités de détection et de poursuite de cible avec les possibilités plus étendues du projectile; ou bien adopter le modèle le plus performant de l'EMPAR. De toute façon, le système retenu devra être capable de détecter une cible de 2 mètres carrés de SER (surface équivalente radar) à 100 kilomètres, et de 10 mètres carrés de SER (c'est-à-dire un avion) à environ 190 kilomètres.

Le choix final se fera, certes, en fonction de critères techniques, mais dépendra aussi de considérations politiques et économiques (éventualité d'une coopération franco-italienne, ou élargie à l'échelle européenne).

Mais, quel que soit le système retenu, il tranchera nettement avec le matériel existant. Sur tous les radars pressentis, en effet, les classiques antennes paraboliques sont remplacées par des antennes plates à balayage électronique, constituées de multi-éléments rayonnants. Seul le nombre de faces de ces antennes n'est pas encore définitivement arrêté. Ainsi, pour l'EMPAR, les Italiens prévoient dans un premier temps une antenne à une face, tournant à 60 tours/minute, puis, ultérieurement, une antenne à deux faces, accolées dos à dos et tournant à 45 tours/minute. Ils étudieraient même un "aérien" fixe, à quatre ou cinq faces, assurant une couverture de 360°.

Pour l'ARABEL, dont la portée sera de l'ordre de 50 km contre des missiles de type Exocet ou ANS, les responsables de chez Thomson-CSF n'ont pas encore pris de décision sur le nombre des faces.

Il est évident que l'architecture d'une antenne dépend en grande partie du champ que l'on veut faire balayer par le faisceau radar, et notamment du champ angulaire en site (en hauteur). Pour la détection des missiles à vol rasant, par exemple, il est indispensable d'avoir une couverture basse sur l'horizon. On a donc intérêt à placer l'antenne sur le point le plus élevé des structures du navire. Mais, alors, il faut que l'antenne soit la plus légère possible et ne donne pas prise au vent. Dans ces conditions, vaut-il mieux, sur le plan du poids, avoir une ou deux antennes rotatives (avec leur mécanisme d'entraînement) ou une antenne fixe à plusieurs faces ? C'est aux experts de le déterminer.

Autre question qui se pose aux experts : faut-il

(suite du texte page 163)

LILLE-MARSEILLE EN ÉCOUTANT WAGNER

(suite de la page 120)

un numéro, sorte de plaque d'identité (le "PI"). Elle permettra au récepteur de retrouver cet émetteur en comparant son numéro à ceux de la liste transmise par AF.

- Fonction TP et TA : TP indique que la station reçue diffuse régulièrement des informations routières ; un code TA, complémentaire, est émis juste avant la diffusion du flash d'informations. L'association de ces deux signaux permet une modification du mode de fonctionnement de l'autoradio. Il sera possible, par exemple, de demander à l'appareil d'interrompre la lecture d'une cassette, de modifier le volume sonore, etc.
- Fonction PTY : elle permet d'identifier le type de programme diffusé. Si l'on désire, par exemple, n'écouter que de la musique classique, il est parfaitement possible de le programmer sélectivement. L'appareil ne sélectionnera alors que les stations transmettant ce type de musique. De même, si en cours de programme le classique est remplacé par du disco, l'autoradio changera d'émetteur automatiquement.
- Fonction PIN : plus particulièrement destinée aux appareils de salon, la commande PIN permet de démarrer automatiquement un magnétophone au début d'une émission.

D'autres fonctions sont également possibles : affichage en clair du nom de la station sur un écran ; heure exacte, radiotexte, etc., mais leur intérêt reste secondaire, du moins actuellement car toutes ne sont pas encore exploitées par TDF.

Quel accueil fera le public au RDS ? Sera-t-il meilleur que pour Antiope ? Car, on le sait, celui-ci fut assez tiède. Il est vrai que, hormis les sous-titrages pour mal-entendants, les services d'Antiope n'apparaissaient pas évidents. Et force est de constater que la possession d'un décodeur Antiope complique l'utilisation d'un téléviseur sans apporter grand-chose au téléspectateur.

Il n'en va pas de même du RDS dont les avantages sont évidents et immédiats. Tout porte donc à croire que ce procédé sera bien accueilli. Même si, actuellement, un autoradio équipé RDS coûte environ 1 000 F de plus qu'un modèle ordinaire. Par la suite d'ailleurs, les prix devraient baisser. Avec les productions en grandes séries, les constructeurs pensent que l'augmentation du coût ne devrait pas dépasser 300 F par appareil.

Enfin, le RDS devrait connaître une longue vie. Car il a été choisi pour transmettre en temps réel des informations concernant les bouchons sur les routes ou la météo, ou encore pour réaliser des systèmes d'assistance à la conduite.

Henri-Pierre Penel

TREMBLEMENTS DE TERRE : ET NOUS ?

(suite de la page 158)

Quelles sont les recommandations à suivre lorsqu'on veut faire construire une maison individuelle dans une région à risque sismique ? Suivons les conseils du guide de construction parasismique des habitations individuelles (5), dont voici les principaux :

- Vérifier la topographie et la géologie du lieu. Il ne sert à rien de posséder une maison solide si elle est située sur une colline sujette aux glissements de terrain. Idem pour les maisons situées en contrebas d'une colline ou surplombant des blocs de pierre prêts à s'écrouler à la moindre secousse. Attention également à la proximité d'autres ouvrages, murs de soutènement par exemple, qui n'ont pas forcément été calculés pour résister aux séismes.
- Choisir une entreprise qui ne triche pas sur la qualité des matériaux. Qui fasse une vraie maison de maçon : préparation du sol, fondations adaptées à la nature du terrain, poteaux et chaînages verticaux liés à ces fondations, etc. Pour assurer la solidité de l'ensemble, toute une ossature formée de chaînages, béton ou charpentes métalliques, ceintureront le bâtiment dans les trois dimensions et entoureront les ouvertures.

Trop souvent hélas, les poutrelles métalliques qui doivent reposer sur les murs, lorsqu'elles sont horizontales, proviennent de récupération sur des chantiers ; s'il manque une petite longueur pour atteindre le mur, on fait un raccord grossier. Ni vu, ni connu, hormis en cas de séisme ! Au-delà de 5 mètres de longueur, les panneaux verticaux devront être consolidés par des chaînages verticaux supplémentaires. Il ne faut pas craindre d'aller sur le chantier et de vérifier les diamètres et les formes des armatures métalliques utilisées pour le béton armé. Combien de particuliers ont payé du fil a béton de 10 mm et n'ont eu, sans même le savoir, que du 8 mm, sans parler de la qualité du béton ! Lorsqu'il s'agit de monter un mur de briques, il ne suffit pas de mettre du mortier entre chaque rangée horizontale, il faut maçonner aussi entre chaque brique, etc. Tous les maçons sérieux savent cela.

Lorsqu'on traverse la Provence, où ont poussé comme des champignons des mas qui ne semblent tenir que par l'apprêt de leurs papiers peints, on a quelques inquiétudes.

Improbable, le séisme ? Pourquoi IBM a-t-il alors jugé bon de dépenser une trentaine de millions de francs pour protéger son centre de La Gaude, à une dizaine de kilomètres de Nice ?

Jacqueline Denis-Lempereur

(5) Ce guide est édité par le ministère de l'Urbanisme et du Logement, avec la collaboration de la Fédération nationale du bâtiment et l'Union nationale de la maçonnerie.

Nouvelle méthode plus facile, plus efficace

Pour parler couramment l'anglais ou l'allemand

la méthode réflexe-orale donne des résultats stupéfiants... et tellement rapides

Connaître une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantané ment ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.
La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.
La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitiez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous «débrouiller» dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.
Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

Bon à retourner à Centre d'Etudes, Service A 15 F, 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; pour pays hors Europe joindre 5 coupons-réponse.)

Mon nom: ..... Prénom: .....
(majuscules SVP)
Mon adresse: .....
Code postal: ..... Ville: .....

PARKINSONIENS : LA FIN DU TREMBLEMENT

(suite de la page 60)

prêté attention, puisque de toutes façons la thalamotomie faisait disparaître complètement les mouvements anormaux.

« Un jour, se souvient le neurochirurgien de Grenoble, j'ai, au cours d'une telle opération, réglé le stimulateur sur le maximum de fréquence : 100 Hz, ce qui n'avait jamais été fait. Le patient a aussitôt noté une disparition complète de son tremblement. Sur le coup j'ai eu très peur, se souvient-il, que la sonde ne soit en fait située dans la voie motrice et que la stimulation n'ait tétanisé le malade. Mais le tremblement est réapparu quelques minutes après interruption de la stimulation. Ni moi ni Pierre ne comprenions ce qui était arrivé. »

Troublés, les deux médecins établissent une bibliographie extensive des écrits des autres neurochirurgiens, interrogent les neurophysiologistes et s'apercoivent qu'ils viennent, involontairement, d'inventer la stimulation thalamique anti-tremblement parkinsonien. Remplacer la sonde rigide par une électrode souple, comme celle des stimulateurs cardiaques, placée dans le cerveau et en relier l'extrémité à un stimulateur à pile programmable, voilà qui n'est pas impossible. D'autres avant eux, comme Gabriel Mazars, chirurgien à l'hôpital Sainte-Anne de Paris, l'ont déjà réalisé pour soigner certains types de douleur et ont incidemment observé, chez les malades ainsi traités, l'amélioration de leurs mouvements anormaux.

C'était en 1986. Depuis, 14 malades, les premiers au monde, ont reçu à Grenoble un ou deux stimulateurs thalamiques implantables, avec des résultats pour l'instant remarquables. Tous ont cessé de trembler dès la mise en marche du stimulateur, la rigidité a été améliorée chez tous les malades, même si la lenteur de déclenchement des mouvements n'a pas changé. La plupart d'entre eux ne manifestent aucun ralentissement de la pensée et de la parole qui soient attribuables à la stimulation (certains présentaient déjà ces signes avant l'intervention)

En décembre 88, nous avons pu rencontrer certains malades revenus au Centre hospitalier en consultation de routine. En passant un aimant au dessus du stimulateur implanté sous la peau de sa clavicule gauche, et relié par l'électrode à son thalamus gauche, une malade interrompt à son gré la stimulation : presqu'aussitôt, son bras droit se met à trembler (preuve supplémentaire que la stimulation n'a rien modifié de la maladie sous-jacente). Vite, elle repasse l'aimant sur le stimulateur : aussi rapidement qu'apparu, le tremblement a cessé. La poignée de patients ainsi appareillés a changé de vie : plus d'insomnies dues aux secousses du tremblement, une vie sociale à nouveau acceptable, curieusement des doses de médicaments moins importantes depuis l'implantation, donc moins d'effets secondaires et de mouvements anormaux.

Quel peut être l'avenir de cette méthode ? Il semble bien, mais encore faudra-t-il à ces auteurs en convaincre le petit monde de la neurochirurgie, qu'elle soit destinée aux malades ayant déjà eu une thalamotomie de l'autre côté, chez ceux qui nécessitent une chirurgie bilatérale d'emblée, chez les victimes de séquelles de traumatismes crâniens, de certains accidents vasculaires cérébraux ou de sclérose en plaque, voire pour remplacer la chirurgie destructrice, si les bons résultats préliminaires se confirment.

Cette découverte empirique pose une question fondamentale : quel peut bien être le mécanisme d'action de ces stimulations électriques du thalamus sur les mouvements anormaux ?

« Inconnu, déclare le Pr Benabid. Les neurones de la cible, le noyau ventral intermédiaire, ont une activité électrique rythmique, synchrone du tremblement. Dans le cortex cérébral moteur primaire, on enregistre le même type d'activité rythmique. Il pourrait exister une boucle neuronale entre le thalamus, le corps strié et le cortex cérébral, dont le fonctionnement serait "emballé" de la facon suivante : une information nerveuse, venue de la périphérie ou venue du cortex, mal contrôlée par le système, serait exagérément amplifiée et stimulerait indûment les neurones moteurs intermédiaires, créant un cercle vicieux auto-entretenu.

« Si, comme nous le pensons, les cellules du noyau ventral intermédiaire sont bien normales, contrairement à celles de la substance noire, la stimulation électrique de cette zone inhiberait ces neurones et supprimerait l'oscillation au sein même du thalamus. »

Concrètement, 14 parkinsoniens ne tremblent plus, certains depuis plus de deux ans. Les neurochirurgiens nord-américains, canadiens et européens manifestent tout leur intérêt pour cette méthode.

Il reste maintenant à séduire les grands patrons parisiens. Le Pr Benabid a présenté une communication très remarquée lors de la dernière réunion de la Société francaise de neurochirurgie, en décembre 88, et l'idée fait son chemin.

Certains neurochirurgiens feront peut-être un voyage à Grenoble. Souhaitons-leur d'être aussi émus par ce qu'ils y verront que l'ont été les participants d'une conférence de presse de l'Association France-Parkinson, organisée récemment par M. René Basdevant, au siège des laboratoires Sandoz. Ils ont pu, sur un film vidéo d'amateur, voir les gestes, enfin dénoués, de ces trembleurs délivrés de leur infirmité. Un espoir, rien qu'un espoir, mais quel espoir...

Jean-Michel Bader

LA FLECHE ANTIFLECHE

(suite de la page 160)

faire appel à des antennes passives ou actives ? Rappelons brièvement qu'en technologie active chacun des multi-éléments est à la fois émetteur et récepteur, tandis qu'en technologie passive il est seulement récepteur, un émetteur unique répartissant son énergie entre tous les éléments par l'intermédiaire d'un long guide d'ondes.

Les deux procédés ont leurs avantages et leurs inconvénients. L'antenne passive, plus simple, est aussi plus légère. En revanche, près de 50 % de l'énergie issue de l'émetteur est absorbée par le guide d'ondes, tant à l'émission qu'à la réception. En conséquence, pour détecter un même objectif à la même distance, une antenne passive devra rayonner quatre fois plus d'énergie qu'une antenne active. L'avantage de cette dernière se déduit de ce qui précède : réclamant moins d'énergie, elle peut être, à performances égales, moins volumineuse. En revanche, du fait que chacun des multi-éléments intègre un émetteur, elle est beaucoup plus lourde.

Entre le poids et la taille (c'est-à-dire la prise au vent), le choix est difficile. Cependant deux éléments risquent de faire pencher la balance — au moins provisoirement — en faveur des antennes passives. Ces éléments, les voici : 1° les systèmes actifs nécessitent des composants à base d'arséniure de gallium, sur lesquels la recherche est moins avancée que sur les composants classiques ; 2° ces nouveaux composants ont en outre le défaut de coûter fort cher, à cause des faibles séries produites.

C'est d'ailleurs pour ces raisons que Thomson-CSF préfère doter son ARABEL d'une antenne passive, plutôt que de spéculer sur une éventuelle baisse des composants AsGa. Les performances du radar n'en seront pas diminuées pour autant, puisque l'ARABEL sera capable de suivre 50 pistes à la fois, tout en assurant le guidage simultané de 10 engins ASTER vers leur cible. Travaillant selon le principe du partage de temps, il pourra en effet fonctionner sur plusieurs modes à la fois : veille, détection, acquisition d'objectif, rafraîchissement des informations. Bénéficiant des derniers raffinements de la technique, il sera également capable de "sculpter" automatiquement son faisceau en fonction des agressions électroniques, c'est-à-dire qu'il modifiera de lui-même sa fréquence d'émission dès qu'il se sentira menacé de brouillage. Bref, il ne sera pas facile à leurrer et parviendra même à déjouer les subtiles manœuvres des missiles assaillants.

Parmi ces manœuvres, l'une des plus "vicieuses" consiste à faire en sorte que le radar perde l'information Doppler qu'il a acquise sur sa cible. Explication : quand un radar accroche dans son faisceau un missile qui vient dans sa direction, l'écho renvoyé

(suite du texte en page 164)

AUJOURD'HUI
LA
SCIENCE
C'EST
LA VIE

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, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information et 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 notre documentation gratuite :
UNIVERSALIS, 11, rue Fg Poissonnière, 75009 Paris
Belgique : rue Louvrex 30, 4000 Liège - T. 041/23.51.10

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE ET SANS ENGAGEMENT
F17
Nom .....
Prénom .....
Adresse .....
C.P. ..... Ville .....

LE MARCHE DU BÉBÉ-ÉPROUVETTE

(suite de la page 46)

taux de réussite. Ainsi, cette liste ne reflète peut-être pas la compétence réelle des équipes...

La réorganisation nationale de la FIV vise à créer un "espace hospitalier" plus concentré, lieu de passage obligatoire pour tous les couples ayant des problèmes de stérilité. L'exemple des Centre d'étude et de conservation du sperme (CECOS) en est la meilleure preuve. Cette structure associative, déjà implantée dans les hôpitaux et qui sert de relais entre les donneurs de sperme et les couples stériles, se rapproche des médecins de la FIV. Grâce à leur expérience de 13 années, les CECOS pourront peut-être apporter des élément de réponse aux médecins souvent... impuissants à remédier à la stérilité masculine. Par contre, pour les couples, on peut craindre que cette centralisation administrative les embarque dans un cycle bureaucratique, qui les ferait passer successivement par tous les stades de la procréation assistée, de l'insémination artificielle avec donneur (IAD), à la FIV puis au GIFT, au détriment de la première. Alors qu'auparavant, on mettait plus longuement à l'épreuve (une douzaine de mois) l'insémination artificielle. On peut voir un signe avant-coureur de cette fusion générale dans le fait que certains médecins travaillent à la fois dans l'IAD et la FIV.

Didier Dubrana

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

Dessin de couverture: C. Lacroix ; p. 2 : Dr G. Schatten/Cosmos — Dif Vallier — P. Tourgnez — A. Louchard ; p. 3 : mappemende Taride M. Toscas/Galerie 27 — R. Stenuit — REA ; p. 12 : A. Louchard et E. Glouton ; p. 16 : Ciel et Espace ; p. 17 : I. Correia ; p. 18 : OCA/Ciel et Espace ; p. 19 : J. L. Heudier/Ciel et Espace ; p. 20 : Ciel et Espace ; p. 22/23 : C. Jegou ; p. 24/25/26/27 : I. Correia ; p. 28/29 : DR ; p. 30 : I. Correia ; p. 31 : H. Roger-Viollet — AFP ; p. 32/33 : I. Correia ; p. 34 : Sassaki/Sipa ; p. 35 : P. Tourgnez ; p. 36 : Sassaki/Sipa ; p. 39 : Univ. of California L. Berkeley Lab. — M. Dehoky; p. 40 : A. Meyer — Univ. of California, L. Berkeley Lab. ; p. 43 : D. Scharf/Science Photo Library/Cosmos ; p. 45/46/47/48/49 : M. Dehoky ; p. 50/51/52/53 : Dif Vallier ; p. 54/55/56/57 : F. Malzieu ; p. 58/59 : CHR Grenoble ; p. 62/63 : mappemondes Taride et B. Carant M. Toscas/Gal. 27 ; p. 64/65 : National Geographic Society — IGN ; p. 66/67 : A. Meyer ; p. 71 : IBM Research Center; p. 73: P. Sterry/Nature Phot. Ltd ; p. 75 : C. Azema/Pitch ; p. 76/77/78/79 : C. Lacroix ; p. 80/81 : C. Lacroix — Air France ; p. 83 : C. Lacroix ; p. 89 : Dao carte Michelin 911 ; p. 90/91 : SNCF — J. Tal/Alsthom ; p. 92/93/94/95 : SNCF; p. 96/97 : M. Sténuit — M. Pelletier/Gamma ; p. 98/99 : R. Sténuit — DR ; p. 100/101 : DR — X. Desmier/CEDRI ; p. 103: R. Sténuit ; p. 104/105 : Aérospatiale ; p. 106/107 : C. Lacroix ; p. 108 : Aérospatiale ; p. 109 : Matra ; p. 111 : Thomson-CSF ; p. 113 : Renault ; p. 114 : N. Papamiltiades ; p. 115 : DR — N. Papamiltiades ; p. 116 : DR ; p. 117 : N. Papamiltiades — DR ; p. 118 : A. Louchard ; p. 122/123/128 : T. Morin ; p. 139 : M. Toscas/Gal.27 ; p. 140/141/142/143: M. Roux-Saget ; p. 144 : M. Toscas/Gal. 27 ; p. 150/153 : Dao ; p. 154 : A. Meyer — Dao — DR — Dao ; p. 155 : Dao — Dao — DR ; p. 156 : Dao — DR — DR — M. Toscas/Gal. 27, DR ; p. 157 : Dao.

LA FLECHE ANTIFLECHE

(suite du texte page 163)

par le missile présente un certain décalage en fréquence par rapport au signal d'émission, décalage dû au mouvement du missile par rapport au radar. C'est ce glissement de fréquence que l'on appelle l'effet Doppler. Il permet de calculer la vitesse du missile et de savoir si celui-ci s'approche ou s'éloigne du radar.

Or, il existe certains engins qui sont programmés pour adopter une trajectoire particulière, propre à faire disparaître, l'espace d'un instant, le décalage Doppler, et donc à masquer leur présence à proximité de l'objectif. Si, par exemple, parvenu à 4 kilomètres de sa cible, le missile emprunte soudain une trajectoire en arc de cercle avec le radar pour centre, il ne se rapproche ni ne s'éloigne plus, et l'information Doppler est perdue. L'engin assaillant peut alors repiquer sur sa cible et l'attaquer sous un nouvel angle.

Sur l'ARABEL, ce cas de figure a été prévu. En cas de perte de l'information Doppler, des procédures de lever d'ambiguïté seront immédiatement et automatiquement mises en œuvre. Le missile ne pourra plus s'éclipser et revenir par un autre côté. Quoi qu'il fasse, il sera toujours étroitement surveillé.

Voilà tout ce que l'on peut dire, à la date d'aujourd'hui, sur le programme SAAM-SAMP, appelé aussi SYRINX (système rapide interarmées fonctionnant en bande X). Sa mise en service devrait s'échelonner sur plusieurs années. Ainsi la version SAAM, destinée à équiper le porte-avions Charles de Gaulle, est prévue pour 1996 ; la version SAMP moyenne portée, pour 1998 au plus tôt. Quant à la version ATBM, son lancement est subordonné à l'évolution de différents facteurs, soit économiques (déblocage de crédits), soit industriels (possibilités de coopération), soit politiques (progrès des accords de désarmement).

D'ici à ces dates, il n'est pas impossible que le programme connaisse encore de nouveaux développements visant à accroître son efficacité. L'ASTER, par exemple, pourrait être équipé de commandes de vol électriques, pour un pilotage plus précis, et d'un autodirecteur multiple (associant au radar un détecteur d'infrarouges), pour prévenir les tentatives de brouillage.

De leur côté, l'ARABEL et l'EMPAR pourraient être complétés par une conduite de tir ladar (radar laser). Mais, d'ores et déjà, la défense peut de nouveau rivaliser avec l'attaque ; le bouclier peut de nouveau défier le glaive.

Serge Brosselin

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY - Dépôt légal : n° 84007 - N° de Commission paritaire : 57284 du 15 décembre 1975
Photocomposition : Imp. Ponsing A. F/67300 Schiltigheim - Photogravure et impression : Imp. Alsacienne Jean Didier F/67200 Strasbourg - Printed in France

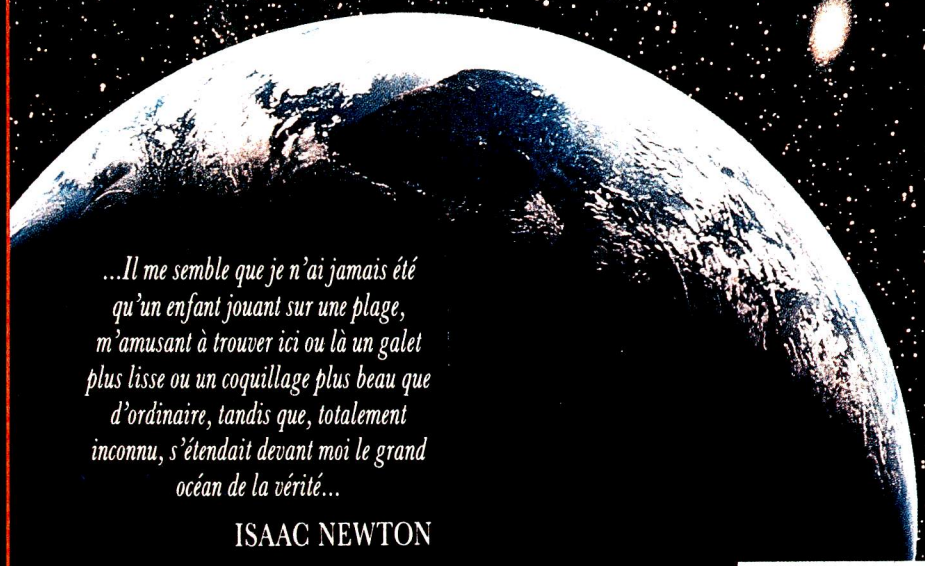
N°166 - MARS 1989

SCIENCE & VIE

HORS SERIE

200 ANS DE SCIENCE

1789-1989



...Il me semble que je n'ai jamais été qu'un enfant jouant sur une plage, m'amusant à trouver ici ou là un galet plus lisse ou un coquillage plus beau que d'ordinaire, tandis que, totalement inconnu, s'étendait devant moi le grand océan de la vérité...

ISAAC NEWTON

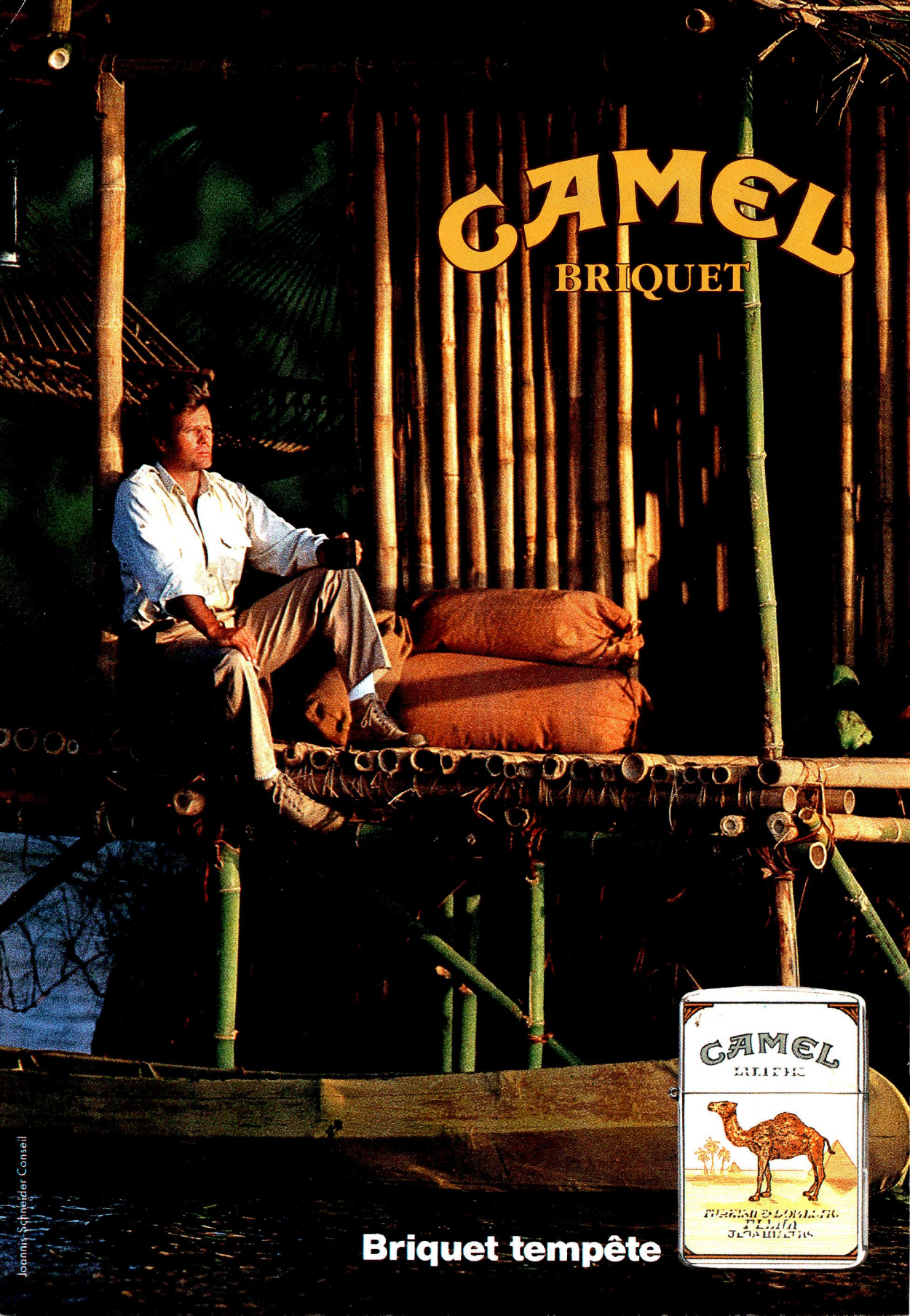
M 2579 - 166 - 38,00 F-RD

3792579038009 01660

38F

270 FB - 11 FS - 4700 Dt - 950 Ptas - 8000 L - 16 F - 45 Dh - 6,95 $ can - 6,75 $

EN VENTE LE 10 MARS



Joannis Schneider Conseil