

SCIENCE & VIE

MENSUEL N° 880

JANVIER 1991

PLAN DÉTAILLÉ POUR FAIRE UN HOMME

● La première
vraie carte
du monde

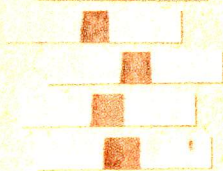
M 2578 - 880 - 20,00 F



DROGUE:
LE PLAISIR QUI TUE (2)

Jérou.

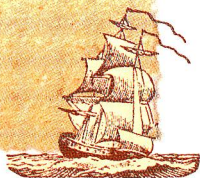
145 FB - 6 FS - Scan 3,75 - 550 Plas - 550 Esc - 28 Dh - 2,750 Dt - 4800 L - USA NYC \$ 4,25 - RCI - 1370 CFA - 940 CFP



Nouveau



Le petit cigare léger de Fleur de Savane



SCIENCE & VIE

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 11 100 000 F - durée : 99 ans
1 rue du Colonel Pierre-Avia - 75503 Paris Cedex 15
Tél. (1) 46 48 48 48 - FAX : (1) 46 48 48 67
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS - Télex : 631 994 F
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY, PAUL DUPUY

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur général adjoint : FRANÇOIS FAHYS
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : PATRICIA BRAULT
Directeur marketing et commercial : FRANCIS JALUZOT
Directeur des études : ROGER GOLDBERGER

• 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 : FRANÇOISE SERGENT, NADINE RAGUET
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT, PIERRE COURBIER, CHRISTINE MERCIER, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, DIDIER DUBRANA
Secrétaires : MARIE-ANNE GUFFROY, PAULE DARCONNAT

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION

EMMANUELLE BILLON-BERNHEIM

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE,
LIONEL CROOSON

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHÈLE HILLING
Assistée de : MARIE-LAURE GRATREAU

• SERVICES COMMERCIAUX

Abonnements : PATRICK SARRADEIL
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUEREAULT
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

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 300 Winston Drive, Cliffield
PK NJ 07010 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

• PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO
27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 44 35 12 08
Directeur de la publicité : RICHARD TZIPINE-BERGER
Chef de publicité : FRÉDÉRIC PAPIN

• 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 2,30 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 1989 SCIENCE & VIE



BVP

**PRIX NORMAL D'ABONNEMENT
A SCIENCE & VIE**

**1 AN - 12 Numéros
220 F 2 ans : 420 F**

**1 AN - 12 Numéros
+ 4 Hors Série
295 F 2 ans : 550 F**

TARIFS ETRANGER :
**Voie normale
et voie aérienne
nous consulter.**

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 7122, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 7122
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

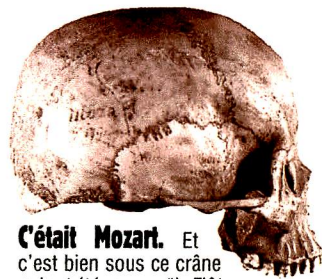
Nom :

Adresse :

.....



Adieu ! Les tortues de terre, de mer, d'eau douce disparaissent. Pour les sauver, on étudie leurs règles de vie. p. 62



C'était Mozart. Et c'est bien sous ce crâne qu'ont été conçus "la Flûte enchantée", "Don Giovanni" et tant d'autres... p. 34

S

O

M

M

A



SAVOIR

Forum

Skiez scientifique : un slalom efficace est celui qui se rapproche du cycloïde, la courbe la plus "vite" qui soit. p. 52



Quel jour commence le siècle ?
Denis Savoie

4

L'homme déchiffré
*Marie-Françoise Lantiéri et
Alexandre Dorozynski*

16

20

C'est bien le crâne
de Mozart
Bernard Puech

34

Droge (II) :
les racines du mal
Marc Mennessier

38

Skions
scientifiquement
Marguerite Tiberti

52

Pourquoi les arbres
poussent droit
Didier Dubrana

54

Les tortues finiront-elles
la course ?
Muriel Martineau

62

Les troublants trous bleus
Jean-Albert Foëx

68

Voici la vraie carte du monde
Renaud de La Taille

72

Satellites en laisse
Renaud de La Taille

78

Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié

85

POUVOIR

Auto : la pollution commence
avant le moteur
Jean-Michel Bader

92

Le soleil dans la course
Pierre Jobert

96

Dents de géant contre
lave blanche
Gérard Morice

102

Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice

105

Des marchés à saisir

110

DAT contre pirates, qui va gagner ? Le magnétophone numérique commercialisé au compte-goutte. p. 119



Encart Club français du livre *Encyclopædia Universalis*
4 pages entre la 2^e de couverture et la page 1 (split run).
Diffusion : nationale avec abonnées postaux.

Encart abonnement *Science & Vie*. Entre les pages 80 et 81.
Diffusion : vente au numéro. France métropolitaine.



Vers le ciel. Pourquoi les arbres poussent-ils toujours droit, et pourquoi se redressent-ils quand on les incline ? p. 54



Auto-portrait d'une belle dont on ne connaissait que des "portraits-robots" : voici enfin la première vraie photo de la Terre. p. 72

UTLISER



Vidéo : montez comme
des pros
Jean-Marie Bret **112**

Le magnétophone numérique
toujours en question
Christophe Perrier **119**

Bâtiment et travaux
publics : à vos casques !
Hervé Lhuissier **122**

Science & Jeux
*Gilles Cohen, Pierre
Courbier, Renaud de
La Taille, Yves Delaye
et Henri-Pierre
Penel* **126**

Science & Vie a lu
pour vous **140**

Echos de la vie
pratique **146**

Les racines de la drogue plongent dans les enjeux économiques et politiques des pays. C'est le 2^e volet de notre grande enquête. p. 38



Critique des livres de classe. Le mois prochain : le 3^e volet de notre enquête sur les nouveaux manuels de classe de seconde.

FORUM

Foudre en boule : nos lecteurs apportent des informations

M. A. M., ingénieur, de Meudon, nous communique, à propos de notre article "La foudre en boule existe-t-elle ?" (n° 878), une photocopie de pages de Gustave Le Bon, grand savant du début du siècle, pour qui « l'électricité sous cette forme a été observée pendant plusieurs orages, mais assez rarement pour qu'on se soit cru fondé pendant longtemps à nier son existence (...) il nous est possible de les reproduire sur une petite échelle. On obtient de petites sphères lumineuses, imitant la foudre globulaire par diverses méthodes. Celle de M. Leduc permet de les former avec une grande facilité. Il suffit de placer sur une plaque photographique, à quelques centimètres l'une de l'autre, deux tiges très fines en relation chacune avec l'un des pôles d'une machine statique. Il sort bientôt de la tige reliée au pôle négatif de petites sphères lumineu-

ses de 1 mm environ de diamètre apparent, qui se dirigent lentement vers l'autre tige et s'évanouissent en la touchant. »

Nous remercions M. M. de nous avoir transmis ce texte.

M. F. C., de Pau, nous adresse, lui, le document ci-dessous, réalisé un soir de « très gros orage pluvieux... » et met « à la disposition des chercheurs ou physiciens les deux négatifs qui pourraient leur être utiles. » Nous le remercions également. Il serait intéressant de connaître l'objectif et le temps de pose de la photo.

M. P. L., de Lyon, a, lui, un souvenir précis du phénomène qu'il observa cinquante ans auparavant : « Je devais avoir six ans. Je faisais avec mes parents un voyage en chemin de fer entre Grenoble et Veynes, en direction de Marseille. Le convoi s'arrêtait à toutes les gares... Il faisait beau. Au

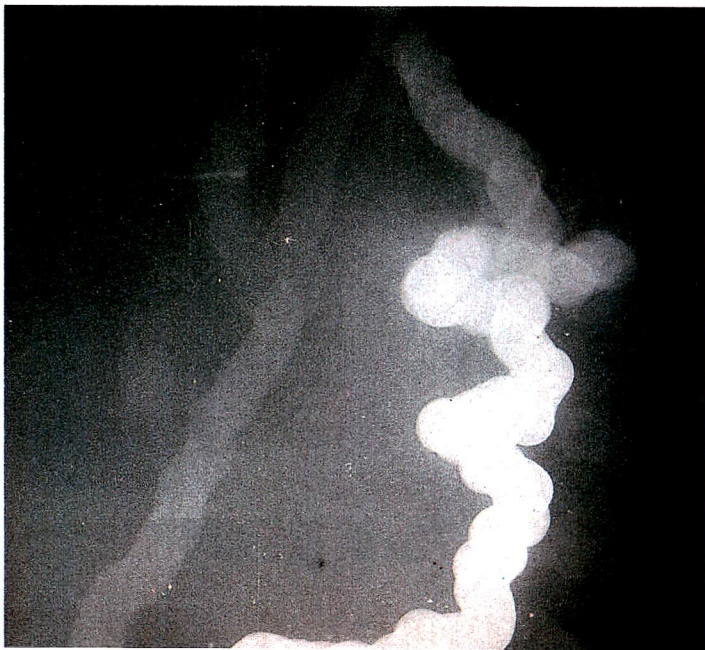
moment où la voie ferrée contourait un grand pré plat, je vis au milieu du pré une boule lumineuse de la même couleur que les éclairs, qui se déplaçait horizontalement et assez lentement, tout au plus à la vitesse d'un homme courant. Elle approchait vers ce qui semblait être le milieu du train... Le diamètre en était moindre que celui d'un ballon de football... Elle se mouvait à environ 2 m au-dessus du sol. Elle finit par toucher la paroi d'un wagon et disparut dans un bruit de tonnerre. » Le spectacle, en effet, fut assez étonnant pour qu'un jeune garçon se le rappelât avec force. Le plus intéressant, à notre avis, dans ce témoignage est que le temps était beau.

C'est également à cinquante ans que remonte le souvenir de M. L. C., de Nevers : « Cela s'est passé en Indochine, à la station de Dalat, en altitude, au sud de l'actuel Vietnam, où je me trouvais en vacances chez des amis de mes parents. Ce jour-là, il y eut un violent orage. Alors que je me trouvais sur le pas de la porte d'entrée, il y eut un coup de tonnerre et je vis au même moment une boule d'un éclat insoutenable tomber au sol à une cinquantaine de mètres, rebondir et raser le sol dans ma direction, à une vitesse folle pour finalement arriver à mes pieds, où elle disparut soudain, sans laisser de trace. D'aussi près, j'en ai estimé le diamètre à une vingtaine de centimètres... Ce n'était pas un mirage car, à l'endroit où elle a touché le sol, elle a crevé une conduite d'eau en plomb à 50 cm sous terre. »

Enfin, M. K., de Paris, nous a rapporté verbalement que l'été dernier, ouvrant la fenêtre de sa maison en Normandie, le soir, il vit une boule également d'une vingtaine de centimètres de diamètre, extrêmement lumineuse, flotter au-dessus de la haie qui faisait face. Le temps d'aller chercher son appareil photographique, le phénomène avait disparu. Le lendemain, sa sœur lui téléphona pour lui signaler le même phénomène, mais à 60 km de là.

Il nous faut donc supposer *a priori* que la foudre en boule existe bien. Mais nous en attendons une explication scientifique.

(suite du texte page 6)





MÉTAL 5 PRÉSERVE VOTRE CAPITAL MOTEUR

Démarrages, embouteillages, accélérations... les moteurs d'aujourd'hui sont soumis à rude épreuve. Résultat : malgré des moteurs plus performants et des huiles de plus en plus sophistiquées, les phénomènes d'usure deviennent sensibles. Très vite, puissance et nervosité dérapent ainsi que les consommations.

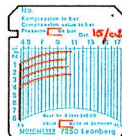
Des performances préservées : Métal 5 est le seul traitement remétallisant capable d'enrayer les phénomènes d'usure dus aux conditions modernes de conduite. Issu des technologies les plus actuelles, il assure une parfaite protection des pièces soumises à friction ; le moteur conserve ses conditions idéales de fonctionnement et ses performances d'origine.

Une longévité assurée : utilisé régulièrement, Métal 5 prolonge la vie de votre moteur, garde intacte sa puissance et diminue les surconsommations d'huile et de carburant. Les compressions remontent et s'équilibrent ; c'est le signe

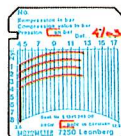
indiscutable de la bonne santé de votre moteur. Alors, dès 20.000 km, préservez votre capital moteur et gardez intact votre plaisir de conduire.

Métal 5 est conseillé par plus de 10.000 professionnels auto et par le réseau Automobiles Peugeot (Concessionnaires et Agents). Pour obtenir des renseignements techniques personnalisés, écrivez ou téléphonez au Centre d'Information Métal 5 : SODITEN S.A. - 105, rue de Billancourt - 92100 BOULOGNE - Tél. : (1) 48.25.73.73.

Exemple de protection active Métal 5 sur un moteur 16 soupapes de 1.900 cm³ : les compressions remontent et s'équilibrent.



Etat des compressions avant Métal 5 : 56.223 km.



Etat des compressions avec Métal 5 : 57.140 km.

Adressez-moi gratuitement le Guide Métal 5 d'entretien des moteurs : 16 pages illustrées, 14 questions d'automobilistes, 14 réponses Métal 5.

Nom : _____ Adresse : _____

Ville _____ Code postal _____

Type de voiture : _____ Kilométrage _____

métal 5

LA PROTECTION ACTIVE DES MOTEURS.

Les ronds dans le blé et les travailleurs du chapeau

«A propos de votre article "L'histoire folle des ronds dans le blé" du n° 878, je suis effaré par les multiples hypothèses envisagées pour les expliquer. Nous sommes donc capables d'aller sur la Lune, de traverser l'Atlantique en baignoire, de fabriquer des pizzas géantes, de creuser sous la mer et les montagnes, d'emballer des îles et nous allons, pour expliquer ces ronds, invoquer les cerfs en rut ou les petits hommes verts. Mais c'est nous, les extraterrestres !» écrit avec verve M. K. M., de Paris. C'est bien possible. Il est également certain que beaucoup de gens préfèrent les fables à la réalité. Ce lecteur nous demande de préciser ce qu'il en est de la légende du Triangle des Bermudes ; nous l'avons expliquée en son temps : les travaux de vérification de Larry Kussche ont démontré que de nombreux naufrages signalés par l'inventeur de l'affaire, Charles Berlitz, comme ayant eu lieu dans l'imaginaire triangle, s'étaient, en fait, produits à de grandes distances de là, et que l'immense majorité des autres était tout à fait explicable rationnellement.

Astrologie et thème astral

«Je crois que le plus simple pour vérifier qu'il y a "du vrai" dans l'astrologie, serait que l'un des membres de votre revue, ou un astronome qui aurait quelque curiosité psychologique, fasse faire son thème astral», nous écrit Mlle C. L. d'Argenteuil, qui nous communique l'adresse d'une "astrologue fine et délicate", ce dont nous la remercions. Le rédacteur de ces lignes s'est autrefois, fait établir son thème astral par un astrologue alors réputé. Ce qui était vague était vrai, ce qui était précis, hélas, ne l'était pas.

Un calendrier des prévisions pour l'année à suivre se révéla intégralement faux.

M. G. B., d'Argenteuil, dont nous citons plus bas les observations sur le bon usage du français, s'indigne, lui, de ce que des horoscopes à l'emporte-pièce paraissent dans des hebdomadaires ou des mensuels, car il est impossible que certains d'entre eux ne s'adressent pas à des accidentés, des hospitalisés, voire des mourants. Quand on lit des prévisions telles que : "Bélier, 1^{er} décan, Jupiter entre Lion, signe ami : vous pouvez respirer", on ne peut s'empêcher de songer au grabataire de ce signe qui lira cela.»

Questions de temps et de réacteurs

«Commentant la première photo de l'Univers, il y a 15 milliards d'années, vous écrivez, p. 47 : "... L'univers sera donc parfaitement opaque pendant les quelque 300 000 premières années après sa naissance." Six lignes plus loin, vous écrivez encore : "... C'est seulement à partir de ce moment, il y a 300 000 ans, que l'univers est devenu transparent". Conclusion, opaque pendant 300 000 ans, l'Univers est devenu transparent il y a donc 600 000 ans, ce qui est absurde.» C'est, en effet, une erreur.

A propos de l'article "l'Indépendance énergétique au prix de l'insécurité", dans le même numéro, ce lecteur, M. L. F. de Roissy-en-Brie, observe : «p. 111, ligne 1, il est dit que nous avons 56 réacteurs en service et, ligne 18, 7 en construction. Donc, au total, 56 + 7 = 63. Sur le dessin de la p. 116 et de la p. 117, on relève 60 réacteurs en service et 5 en construction. Donc, au total, 60 + 5 = 65. Mais, dans la légende de la p. 116, il est question de 56 réacteurs en service et 8 en construction. Donc au total, 56 + 8 = 64. En fait ces trois totaux sont faux : il y a 56 réacteurs en service et 5 en construction, soit au total, 56 + 5 = 61. En effet, si sur votre dessin les réacteurs en

construction sont bien répertoriés, vous en comptez 4 de trop dans les réacteurs en service :

- les réacteurs G1, G2, G3 de Marcoule sont arrêtés ; il ne reste donc qu'un réacteur, inférieur à 900 MW et non deux : c'est Phénix.
- Chinon A3 a été arrêté en 1990 et il n'y a donc plus de réacteurs inférieurs à 900 MW sur ce site.
- St-Laurent-des-Eaux A1 a été arrêté en 1990, et il ne reste donc sur ce site que trois réacteurs, dont un inférieur à 900 MW.
- Il n'y a jamais eu six réacteurs au Bugey, mais seulement cinq, dont un seul, Bugey 1, est inférieur à 900 MW.»

Au cours de l'année 1990, deux réacteurs ont bien été arrêtés et trois nouveaux ont divergé. Les données dont nous disposons ayant été établies à des dates différentes, les chiffres pouvaient donc légèrement varier ; nous aurions dû le signaler. Le dessin pp. 116-117, lui, comporte, en effet, les erreurs que signalent M. L.F. et nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser. Tout au long de l'article, p. 110, 111, 114, 116, nous indiquons exactement 56 réacteurs en service, chiffre sur lequel notre correspondant, qui semble orfèvre en la matière, est d'accord avec nous.

Microclimat et climat local

«Je remarque régulièrement ce que je crois être une erreur dans vos pages, écrit M. B. M., d'Istres. Il s'agit du vocable microclimat. A chaque fois, le sens donné à ce mot dans vos articles (par deux fois dans le n° 877) est celui de climat local, c'est-à-dire par rapport à un environnement de plus grande dimension. Les spécialistes climatologiques utilisent le terme topoclimat pour cette acception et gardent microclimat pour la description à petite échelle de climat de petite amplitude.» Le Dictionnaire encyclopédique Larousse écrit : «Ensemble des conditions de température, d'humidité, de vent particulières à un espace homogène de faible étendue à la surface du sol.» C'est bien le sens dans lequel nous l'utilisons : celui d'un climat local.

(suite du texte page 8)

LA VIDEO QUI DEPASSE L'IMAGINATION.



JVC n'a pas fini de vous étonner. L'inventeur du VHS et du S-VHS repousse encore plus loin les limites de la vidéo. Résultat: une gamme de magnétoscopes, caméscopes et cassettes JVC qui renouvelle sans cesse votre émerveillement. Déjà parfaite, l'image JVC atteint aujourd'hui 400 lignes en haute résolution Super-VHS. Et le son Hi-Fi stéréo de certains

modèles comblera définitivement les mélomanes avertis. Le matériel JVC, fruit d'une avance technologique incontestable, se distingue par son esthétisme soigné autant que fonctionnel, par son extrême facilité d'utilisation et par la compatibilité entre les formats VHS, VHS-C, S-VHS et S-VHS-C. Tout cela ne dépasse-t-il pas l'imagination?

JVC
L'AVANCE VIDEO



RÉGULAGE n. m. Dépôt de régule en couche mince sur un support métallique.

RÉGULE n. m. (lat. *regulus*). Alliage antifriction à base d'antimoine, utilisé pour le garnissage des coussinets.

RÉGULER v. t. Effectuer le réglage.

Le français tel qu'on le parle

M. G. B., de Bourgoin-Jallieu, nous accuse d'avoir donné au terme "réguler" « un sens très approché, mais impropre », et dit que nous n'avons pas vérifié nos assertions. Nous disions, en effet, que le verbe "réguler" signifie effectuer le "réglage", lequel est le dépôt de régule en couche mince sur un support métallique.

Les deux photocopies que voici du *Grand Dictionnaire encyclopédique Larrousse* confirment bien nos dires. Ce dictionnaire n'offre pas d'autres définitions de "réguler", ni de "régulation". Notre lecteur se réfère en particulier au dictionnaire *Robert*, qui « ne parle pas de barbarisme, mais d'un mot utilisé la première fois en 1932 qui signifie 1) soumettre à une régulation; 2) maintenir constante la valeur d'une grandeur quelles que soient les perturbations qui pourraient la faire varier. » Or, comme on peut en juger, il s'agit là d'acceptions tout à fait spécifiques, qui relèvent bien de la technique des mesures. Par suite d'abus, le terme "réguler" est souvent utilisé dans le sens de "régler": c'est ainsi qu'on peut entendre ou lire des phrases telles que « le scrutin universel règle la vie politique française », ce qui nous semble être une impropriété voisine du barbarisme.

Peut-être eussions-nous dû préciser notre grief en ce qui touche au mauvais emploi de "réguler": c'est que cet emploi ne procède pas d'une erreur de bonne foi, mais d'une prétention injustifiée à l'élégance. Ce n'est qu'un exemple: les gens qui disent "réguler" pour "régler" le font parce qu'ils croient que le mot savant ou recherché et

la tournure tarabiscotée leur confèrent une aura de grande maîtrise du langage. Pierre Bourdieu a parfaitement analysé ce travers dans *Ce que parler veut dire*. Quand on lit que « la préhension des données intransitives au niveau du vécu s'effectue mal quand la relation sujet/objet n'a pas été régulée dans une praxis sociale, sur l'interpellation des instances concernées », on sait qu'on a affaire à un Trissotin qui fait de la fumée pour avoir l'air de faire du feu. Or, c'est après ce charabia que nous en avons: il écarte de la culture ceux qui n'ont pas eu les instruments universitaires pour l'acquiescer. Il relève de l'arrogance du mandarin, qui s'oppose à ce que ceux qui ne sont pas de son rang accèdent au même savoir que lui.

« Il est indéniable que la langue française est plutôt malmenée actuellement, écrit par ailleurs M. G. B., de Champigny. Mais si l'on se penche sur l'étymologie des mots, on se rend compte au fil du temps, de leurs modifications successives; y a-t-il vraiment de quoi s'irriter? »

Certes pas. Toutefois, lorsqu'une commande technique demande que l'on règle telle pièce de mécanique, et qu'il la voit revenir sans le dépôt métallique demandé, mais avec le commentaire: « Votre pièce semble parfaitement bien régulée, » on concevra qu'il vaut mieux garder aux mots leur acception admise. Si chacun donne aux mots l'interprétation qui lui convient ou qui lui paraît, à tort, la plus élégante, en se réclamant de l'évolution du langage, on peut craindre que la compréhension sociale devienne difficile.

M. M. P., de St-Genis-Laval, est à la fois chagrin et spirituel; chagrin parce que n'avons passé dans notre n° 878 qu'un fragment de sa lettre, le plus significatif; il récidie-

ve en nous en adressant une qui est, une fois de plus, impubliable dans son intégralité, en raison de sa longueur (six pages). « Si j'avais posé cette question sur la pureté du français, c'est bien parce qu'elle est oiseuse, et le concept de pureté était entre guillemets pour cette raison. Vous répondez en évoquant l'intelligibilité. Bien sûr, mais vous dites ensuite "approximativement"; c'est là tout le problème. Ce qui est sûr, et se voit tous les jours, c'est que cela débouche sur un constant conservatisme du public "lettré", tout aussi ridicule que l'inflation des termes à la mode... Mentionnant l'antériorité de la langue française à toute grammaire ou dictionnaire, je n'exprimais rien d'original, et ne visais d'ignorance que celle de votre correspondant... car la langue existe bien tout d'abord, avant les dictionnaires et les grammaires... »

A ce point-ci de son argumentation, peut-être est-il opportun de faire deux observations. Si l'on prend le latin, qui exista sans doute avant les grammairiens, en effet, et dans une nation qui n'était sans doute pas autant alphabétisée que l'est la France actuelle, ses créateurs se firent d'office grammairiens en créant, par exemple, les déclinaisons: à chaque forme, du nominatif à l'accusatif, correspondait un emploi, donc un sens du mot. *Rosam* impliquait un verbe dont le substantif était le complément direct. On ne pouvait non plus dire *amo rosae*, sauf à signifier que le texte était incomplet. Toutes les figures grammaticales et tout le lexique étaient donc établis de façon précise, afin que les mots véhiculassent un sens déterminé. C'est ainsi que le latin est clair. Les Français, comme tous les autres fondateurs de langue, furent grammairiens avant la grammaire; ce qui signifie que la grammaire n'est pas, comme semble l'indiquer notre correspondant, un simple état des lieux, mais qu'elle a, constitutivement, forgé notre langue comme toutes les autres langues du monde. L'objet en est une communication efficace. Toute dérivation compromet celle-ci.

En lui-même, l'enrichissement de la langue ne compromet ni la grammaire, ni la pureté de la langue. L'une et l'autre sont mises en

(suite du texte page 10)

LES MILLE ET UNE FACETTES D'OSRAM.

Il y a des lampes qui vous donnent plus que de la lumière.

Ainsi les lampes halogènes dichroïques très basse tension¹⁾ DECOSTAR d'OSRAM, qui en plus de leur lumière blanche incomparable, plus brillante et contrastante, procurent des aspects décoratifs inégalables pour mettre en évidence les esthétiques qui nous entourent.

Il faut dire qu'elles ne ressemblent à aucune autre avec leur réflecteur²⁾ en verre, recouvert de réfléchissant spécial absorbeur de chaleur, dont l'effet surprenant est aussi de briller d'éclats différents – dignes du diamant – selon l'angle d'après lequel on le regarde. Un atout où la lampe est un objet d'architecture à elle seule: allumée ou éteinte.

Le résultat final ne se fait jamais attendre, car l'halogène c'est aussi un éclairage plus créatif, plus élégant, plus impressionnant, vraiment individuel où toutes les idées lumineuses peuvent devenir réalité, où chacun peut transférer sa propre personnalité et

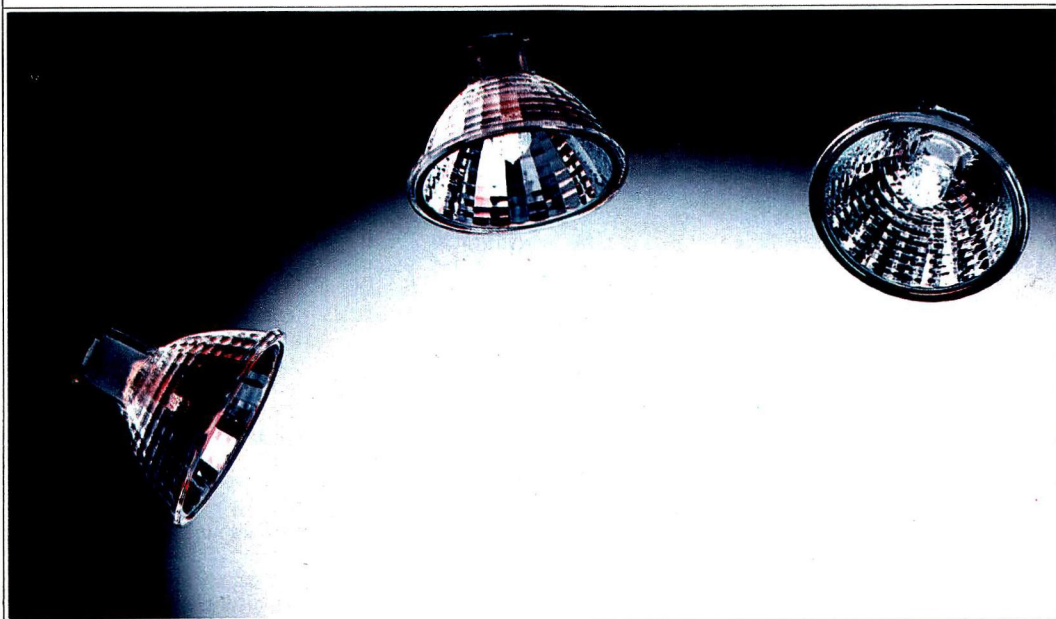
jouer à l'infini de son imagination en créant des situations lumière inattendues sur son habitat, uniques en leur genre.

Aussi comme il existe aujourd'hui une multitude de luminaires³⁾ fait

pour elle – même à tout petit prix – pourquoi vous priver du prestige de ce grand plaisir lumière qui change tout.

Et découvrir que les lumières OSRAM – premier fabricant européen de lampes halogènes – ne manquent pas de facettes dans l'art de montrer.

DECOSTAR
LAMPE HALOGÈNE DICHROÏQUE



1) nécessite pour fonctionner sur le réseau l'utilisation d'un transformateur 220/12V intégré dans le luminaire ou séparé, par exemple HALOTRONIC[®] d'OSRAM.

2) au choix en 5 faisceaux 12°, 24°, 30°, 38°, 60° pour diriger exactement la lumière.

3) parmi les 170 luminaires proposés par OSRAM, il y a sûrement le vôtre.

Toute la lumière **OSRAM**

péril à partir du moment où il y a détournement des mots. Il y a quelque trente ans, Pierre Daninos a spirituellement rivé leur clou aux gens qui disaient à tout bout de champ "au plan de". Cela ne voulait plus rien dire, car on arrivait à des absurdités telles que "au plan du Plan" (le V, par exemple), ou bien "au plan du relief", etc. Cette tournure biscornue et faussement savante était, contrairement à ce qu'avance notre correspondant, le fait des classes lettrées, voire des plus "pointus" parmi les lettrés. La Mère Denis disait : « Pour bien laver le linge, il faut de l'eau propre, » ce que tout le monde comprenait, tandis que le lettré, lui, disait qu'« au plan de l'optimalisation du résultat des manœuvres de détersion, le paramètre dominant est la disposition d'un diluant statistiquement faible en éléments étrangers. » Cela lui permettait de majorer sa facture de 10 %.

Nous disions que le langage clair est approximatif, parce que même la phrase prêtée à la Mère Denis comporte une marge de flou : par exemple, l'"eau propre" la plus adaptée au rinçage est-elle calcaire, ou bien douce ? Dans un petit pamphlet à la portée plus longue qu'il y paraîtrait, *Ça bouge dans le prêt-à-porter*, Jean Dutourd griffait avec esprit un certain jargon mis à la mode par les "décideurs lettrés", qui fourmille de formes pseudo-argotiques touillées avec du jargon abstrait, des néologismes évitables et d'ailleurs obscurs, le tout assaisonné d'une forte vulgarité d'inspiration. Quand les pédants que nous dénonçons parlent de "l'impact du préservatif" ou disent que "le sida nous interpelle", ils sont donc condamnables par l'esprit du français. Quand Branly ou Broglie parlent de leurs expériences, chacun peut comprendre ce qu'ils avaient fait ; hélas, les notices des crèmes à graisser de la cosmétologie moderne sont souvent beaucoup moins compréhensibles que le texte de la découverte de l'effet Branly.

Incidemment, M. P., dont la lettre est, par ailleurs délectable, nous demande « de rajouter une réflexion concernant l'opinion p. 10 du n° 878, de votre correspondant à l'égard de "certains profs du secondaire". Vous savez, tous niveaux confondus, nous

sommes à peu près un million ! Parmi tous ces gens, il doit bien se trouver des alcooliques, des camés, des abrutis, des obsédés sexuels, des paumés, des simples, des tortionnaires, des sadiques, des masochistes, des qui mélangent les deux, des fous, des arriérés, vieux, jeunes, avec ou sans lunettes, frisés, blonds, bruns, grands, petits, tordus, avec bérêt... Je fais partie de ce million d'ahuris et je suis, soit dit en passant, bien heureux dans mes classes, qui ne me paraissent pas non plus engendrer la tristesse et apies, en fin d'année, à passer en classe supérieure. »

Assurons à ce correspondant que nous portons aux professeurs de tous niveaux estime et respect, et le fait d'avoir cité une opinion défavorable d'un lecteur n'implique nullement que ce soit la nôtre. Quand nous censurons, on nous accuse... de censurer !

Le noir et l'irisé : disque vinyle et disque compact

Amateur de musique, M. H. M., de Tours, nous demande de consacrer un article aux disques compacts. « Il est assez clair, écrit-il, que l'industrie du disque procède, grâce au disque compact, à un véritable conditionnement psychologique du public, avec l'objectif de lui faire acheter un maximum de disques... au nom du progrès scientifique. Or, il n'est pas besoin d'être subtil pour s'apercevoir que le disque compact ne tient pas toutes ses promesses... Sur l'enregistrement numérique, CD ou en vinyle, le son est généralement plus sourd, moins aéré, et l'image stéréophonique est moins large. Souvent les timbres sont un peu faux, il n'est qu'à écouter le son du triangle pour comparer. Est-ce le fait de l'appauvrissement initial de l'enregistrement qui, numérisé, perd une partie de ses informations ? Sur l'enregistrement analogique, les défauts connus du disque noir, surtout s'il est mal lu, et surtout depuis la sup-

pression des disques longue durée, remplacés par des disques fins, le son est plus naturel, plus présent, la stéréo est plus ouverte, et l'émotion, produite par un bon enregistrement, plus souvent présente.

» Pour rester pragmatique, prenons l'exemple suivant : un 33 t de Jessye Norman chantant des extraits de "Carmen" (Philips 426 040-1). Sur la pochette du disque, on lit : "L'enregistrement original a été effectué selon le procédé numérique, qui permet d'obtenir une luminosité et une transparence exceptionnelles de l'image sonore." Or, à l'écoute, le son est étouffé et les paroles sont difficiles à comprendre, ce qui n'est pas le cas d'enregistrements analogiques de la même chanteuse.

» Dans un article d'une revue spécialisée, on lit : "Après tant d'essais de lecteurs CD, le retour aux disques noirs suscite quelques remarques. Signalons tout d'abord que, lorsque le disque est bien pressé, en bon état, le rapport signal sur bruit "subjectif" est presque aussi bon qu'en numérique, on est loin de ressentir les quelque 40 db de moins en dynamique mesurés par rapport à l'audiométrique en CD... Il y a toutes ces étonnantes qualités de l'enregistrement analogique, cette capacité surprenante de l'oreille à extraire des bruits de fonds, des faibles niveaux, une quantité beaucoup plus grande qu'en disque numérique, ce qui est paradoxal si l'on s'amuse à comparer des signaux sinusoidaux sur oscilloscope (la pureté et la stabilité du signal en audio-numérique est, là, évidente).

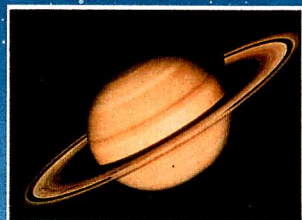
» La question que j'aimerais voir traher, écrit notre lecteur après cette citation, est : d'où vient cette perte (du numérique) malgré des mesures si fines ?... »

Il convient de distinguer deux volets dans la lettre de notre correspondant. La première est l'aspect commercial du disque compact. Il est incontestable, car ce perfectionnement est venu à point nommé ranimer un marché qui défaillait.

Mais il n'en reste pas moins que le coût de fabrication et de duplication d'un CD est plus élevé que celui d'un disque vinyle.

(suite du texte page 12)

EXPLOREZ L'UNIVERS !



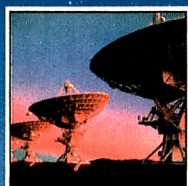
Alors que Saturne est une planète gazeuse, ses étonnantes anneaux sont formés de blocs de glace.



Cop Canaveral, avril 1981, Columbia atteignit son orbite en 12 minutes seulement.



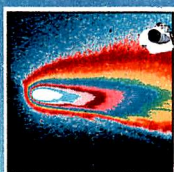
Juillet 1969, Armstrong, Collins et Aldrin rentrent triomphants de la Lune.



Sur 27 km, ces immenses antennes scrutent le ciel en permanence.



Le célèbre astrophysicien Stephen Hawking, auteur de nombreuses recherches sur les mini-trous noirs.



Le comète de Halley telle que vous ne l'avez jamais vue, grâce à l'entraînement des photographies par ordinateur.



De jeunes étoiles bleues illuminent cette galaxie spirale.



1963, Valentina Tereshkova fut la première femme dans l'espace.



Voilà un superbe "croissant de Terre", vu depuis la Lune...

NOUVEAU!

EMBARQUEZ POUR LA FABULEUSE AVENTURE DE L'ESPACE

Avec la collection VOYAGE À TRAVERS L'UNIVERS, participez à la plus grande exploration jamais entreprise à travers l'espace, le temps et la connaissance. Du Big Bang initial aux stations orbitales du futur, partez de découverte en découverte jusqu'aux confins de l'univers.

PARTEZ DÈS MAINTENANT À LA DÉCOUVERTE DES PLANÈTES LOINTAINES.

JUPITER, SATURNE, URANUS, NEPTUNE et PLUTON vous réservent bien des surprises, grâce aux milliers d'informations et d'images envoyées par les sondes spatiales depuis plus de 10 ans. Leurs découvertes fantastiques vous sont retracées de façon claire, photos et schémas à l'appui, dans **Les planètes lointaines**. Cet ouvrage passionnant vous permettra de percer les secrets du système solaire et de découvrir les enjeux de la sonde GALILÉO, lancée en octobre 89, qui atteindra Jupiter dans 6 ans.

APRÈS **Les planètes lointaines**, votre voyage continuera avec : **Les galaxies, La vie dans le cosmos, La Terre, Les planètes proches...**

VOUS TROUVEREZ DANS CHAQUE VOLUME :

- 144 pages grand format (23 x 28 cm) • Plus de 100 photos • Des textes clairs et précis
- De nombreux diagrammes, schémas, images de synthèse • Un glossaire et un index.

© 1991 TIME-LIFE BOOKS B.V. S. Oude Hindergraaf, 1066 AZ Amsterdam, Hollande. RCS 153762

10 jours d'examen gratuit

Pour recevoir votre 1^{er} volume, **Les planètes lointaines**, découpez le bon d'examen gratuit ci-contre et postez-le dès aujourd'hui.

1^{er} CADEAU



Ce poster géant, en couleurs, représente la galaxie d'Andromède située à 2 millions d'années lumière.

2^e CADEAU



Recevez cette puissante mini-torche à hélium, elle mesure 15 cm, pèse 100 grammes et éclaire à une dizaine de mètres.

EDITIONS TIME LIFE

BON D'EXAMEN GRATUIT

à retourner rapidement sous enveloppe non affranchie à TIME LIFE INTERNATIONAL, libre réponse n° 6798, 75385-08 PARIS CEDEX.

OUI, je souhaite recevoir **Les planètes lointaines**, le premier volume de la collection VOYAGE À TRAVERS L'UNIVERS, pour un examen gratuit de 10 jours, avec mon 1^{er} cadeau : le poster de la galaxie d'Andromède. Si je réponds dans les 8 jours, je recevrai également mon 2^e cadeau : une mini-torche à hélium. Si je décide de garder **Les planètes lointaines**, je réglerai la facture qui l'accompagne soit 179 F (+ frais d'envoi : 19 F). Vous m'envverez alors les autres volumes de la collection à raison d'un livre toutes les 6 semaines environ, toujours en examen gratuit de 10 jours. Je ne suis pas tenu d'acheter un nombre minimum de livres et je suis en droit d'arrêter ma collection à tout moment en vous écrivant. Si le volume **Les planètes lointaines** ne répond pas exactement à mon attente, je vous le retournerai dans les 10 jours suivant sa réception. Vous cesserez toute autre expédition de cette collection et je ne vous devrai rien.

Inscrivez en majuscules vos nom et adresse

F2PASQ2

Mme ☐ Mlle ☐ M. ☐

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____ Code postal _____

Ville _____

N° de téléphone (facultatif) _____

Signature obligatoire

GRATUIT :
Ces 2 cadeaux si vous répondez sous 8 jours

© 1991 TIME-LIFE BOOKS B.V. S. Oude Hindergraaf, 1066 AZ Amsterdam, Hollande. RCS 153762

Puis il y a l'aspect technique. Au fil des ans, le matériel s'est perfectionné. Lorsque Philips nous a confié à l'essai son premier modèle de lecteur laser, le CD 100, nous fûmes déçus. Nous changeâmes d'avis avec le CD Revox. Nous avons poursuivi, des années durant, des comparaisons entre le son numérique et l'analogique. Longtemps, nous avons ainsi trouvé que l'aigu des CD était bien ciselé, mais dur, le médium présent, mais froid, et le grave, ferme, mais pas assez chaud. Mais leur définition et leur précision générale nous ont paru supérieures. A ce jour, dans la grande majorité des cas, nous préférons les disques CD DDD.

« Pour ma part, écrit notre conseiller en la matière, Alain Belz, sur aucun disque noir je n'ai pu entendre aussi bien que sur un CD, par exemple la résonance de la troisième corde d'un piano, la précision de l'attaque de l'archet sur le violon...

» Il en est de même pour ce qui concerne le relief sonore en largeur, hauteur et profondeur, et plus particulièrement l'effet de salle. Si je suis d'accord avec le jugement sur l'enregistrement cité de Jessye Norman, je suggère à ce lecteur de comparer la voix de Barbara Hendricks sur CD EMI 7471 222 et sur le microsillon 2 701 271 : la voix est, sur le premier, mieux définie, plus claire et mieux placée, le vibrato mieux ciselé, l'équilibre soliste-orchestre bien meilleur sur le CD.

» Il existe, certes, d'excellents disques noirs, mais comme ce lecteur l'observe à juste titre, il y en aura de moins en moins, alors qu'il existera certainement de plus en plus de bons CD.

» Malgré les progrès qualitatifs, le plus grand problème d'un CD procède de la qualité de son convertisseur digital/analogique. Tout comme pour lire un disque noir, il faut une excellente platine, et il en est de même pour capter toutes les informations d'un CD et bien les transformer en système analogique, afin d'avoir un son agréable sur un haut-parleur.

» Notre lecteur semble supposer, avec l'article qu'il cite, que le rapport signal/bruit subjectif d'un disque vinyle vaut celui d'un numérique ; sans doute peut-on, en effet,

s'habituer à rétablir le son originel en "oubliant" les défauts ; mais il faut admettre que le bruit de fond, le *rumble*, le souffle, le bruit de surface, l'électricité statique et l'usure rapide ne peuvent pas être tous éliminés "subjectivement". Ce serait montrer une tolérance excessive. »

Physique-chimie et éducation manuelle

« Il est exact que la suppression de la physique et de la chimie en 6^e et 5^e est regrettable, écrit M. B. P., de Marly. Certains de vos correspondants s'alarment du fait que nos élèves confondent volts et ampères, par exemple, et, plus généralement, que des phénomènes physiques ou chimiques simples leur "passent par-dessus la tête". A cela, on peut répondre que ces matières ne sont pas faciles à enseigner et que le fréquent manque d'intérêt des élèves pour les études s'explique peut-être par les sollicitations qui se les disputent (télévision, vie scolaire fatigante, mœurs, phénomènes de mode, publicité...). Ces correspondants demandent si une matière telle que la physique pourra être remplacée par l'éducation manuelle et technique (EMT) ; à ce propos, ils évoquent l'expérience que leur enfant en a faite au collège et la dénigrent : "Notre fils y a seulement pratiqué le cartonage, le macramé et la cuisine." Or, il y a là confusion : l'EMT est presque en voie de disparition et elle est, dans la rénovation des collèges, remplacée par la technologie, dont il est certain que les contenus recouperont parfois ceux de la physique, surtout dans les domaines de l'électricité et de l'électronique... J'ai enseigné l'EMT, je ne la renierai jamais. Cette matière a pu mettre en évidence auprès d'esprits jeunes le fait que toute force d'activité industrielle procède dans la grande majorité des cas de l'intelligence et de l'organisation, et non de l'improvisation.

Le cartonage, par exemple,

était une activité rêvée pour une telle intention pédagogique. De mise en œuvre facile, ne nécessitant pas d'outillage lourd et coûteux, il a permis à de nombreux enfants de concrétiser le tracé de figures géométriques simples, et de construire des objets de valeur, car ils représentaient des efforts personnels et une énorme part de soin, leur faisant ainsi acquérir une technique transférable à d'autres domaines... Faites l'expérience de découper un nombre donné de rectangles dans une feuille de carton, vous ferez alors la vraie découverte, je pèse mes mots, de ce que sont un règle, un crayon, une équerre et un cutter. Et quand vous contrôlerez votre travail, vous découvrirez même ce qu'est une tolérance de fabrication, notion très technique par définition...

Virus de la fatigue

De nombreux lecteurs nous ont demandé de leur indiquer des spécialistes ou établissements capables d'identifier la maladie dont il est question dans notre n° 874, et dont des virologues américains estiment avoir découvert l'agent (le virus HTLV). La découverte est toute récente, il n'existe pas à notre connaissance de système de dépistage qui soit déjà au point.

Ste Sophie et les séismes

« Dans la brève sur la merveilleuse Ste Sophie d'Istanbul, dans votre n° 877, vous indiquez qu'"elle continue de stupéfier les techniciens par son dôme, qui a résisté pendant quinze siècles aux tremblements de terre..." écrit M. R. P., d'Argenteuil. Or, selon diverses sources, la coupole originale s'écroula lors d'un séisme en 589, soit quarante-et-un ans après son achèvement. Isidore le Jeune reconstruisit le

(suite du texte page 14)

**Pour être responsable,
il faut apprendre à être
seul maître à bord.**

SAVOIR ANIMER POUR MIEUX COMMANDER

Sous-officier aujourd'hui, c'est bénéficier de formations diverses, c'est choisir entre de nombreuses filières : spécialiste, technicien, scientifique ou généraliste. À chacune des filières correspond une spécialité, un métier, un style de vie. Sous-officier, c'est vivre les responsabilités, le commandement, l'action et évoluer grâce à des formations complémentaires.

Renseignez-vous sur les opportunités que vous offre l'Armée de Terre.



ARMÉE DE TERRE
VIVRE FORT

De préférence bachelier pour être des cadres spécialistes

Les élèves de l'Ecole Nationale des Sous-Officiers d'Active (ENSOA) reçoivent une formation militaire générale avant de rejoindre une école pour y suivre une instruction dans la spécialité choisie.

Des techniciens opérationnels

Les sous-officiers à vocation technique sont formés dans les écoles suivantes :

- à l'Ecole Nationale Technique des Sous-Officiers d'Active (ENTSOA) pour devenir électronicien, électrotechnicien ou mécanicien auto,
- à l'Ecole Nationale des Sous-Officiers d'Active des Transmissions (ESOAT),
- à l'Ecole Nationale de Spécialisation du Service de Santé de l'Armée de Terre (ENSSSAT),

ou dans une des douze écoles d'Arme (transmission, artillerie, matériel...), dans une des spécialités propres à l'Arme choisie.

Des opportunités d'évolution

Si vous êtes bachelier, et en fonction de vos performances, la carrière d'officier vous sera ouverte (concours de l'Ecole Militaire Interarmes).

**Pour en savoir plus,
tapez 36 15 code Terre.**



Pour recevoir une documentation complète, retournez-nous ce coupon-réponse ou adressez-vous au Centre de Documentation de l'Armée de Terre (CDAT) dont vous trouverez les coordonnées sur le minitel : 36 15 code Terre.

Coupon-réponse à renvoyer au SIRPA TERRE - 231, boulevard Saint-Germain - 75007 Paris

Nom :

Prénom :

Age :

Tél. :

Adresse :

Niveau d'études :

Service National effectué ☐ Oui ☐ Non

SVS

dôme, en réduisant un peu le diamètre et renforçant les piliers par des murailles. En 975, une nouvelle restauration fut entreprise et, en 1347, toujours après un séisme, la coupole dut être une fois de plus restaurée. Il paraît toutefois que, depuis six siècles, ce merveilleux édifice a bien résisté à divers séismes.»

M. P. K., de Mennecy, nous fournit à ce sujet d'autres précisions : «Le tremblement de terre de 588 obligea les reconstruteurs à l'élever de 7 m pour en améliorer la résistance. Le suivant, de 989, eut pour effet de détruire le dôme et la partie ouest de l'édifice. Sur l'invitation de l'empereur Basile II, l'architecte arménien Tiridat effectua de 989 à 992 la reconstruction qui demeure jusqu'à nos jours.»

Quand donc commence une décennie ?

«Je suis un obstiné, écrit M. H. M., d'Autun. Si un franc symbolise la première partie d'une décennie, il représente aussi un ensemble de centimes... Le premier franc est la fin de zéro franc et le début du deuxième franc. 100 F commencent à 0 F et finissent à 100 F. 1980 commence la décennie 1980 et finit la décennie 1970. J'ai 39 ans : je suis donc dans ma 40^e année. Lorsque j'aurai 40 ans, je serai dans ma quarante et unième année.»

Erreur dans les prémisses : un

franc n'est pas le commencement d'un deuxième franc. Si l'on aligne dix pièces de 1 F, on peut en retrancher la première sans modifier la valeur de la deuxième.

M. P. L., de St-Sébastien-sur-Loire, écrit, lui : «Une période de 10 ans ne débute pas nécessairement par une année se terminant par 1. Exemple : la décennie qui débute le 15 juin 1985 se termine le 14 juin 1994. Une garantie décennale, qui couvre donc une décennie, débute à la fin des travaux, qui peuvent s'achever durant une année se terminant par n'importe quel chiffre.» Ce lecteur se réfère à une explication que nous avions fournie à des lecteurs pour lesquels la dernière décennie du XX^e siècle commençait, non le 1^{er} janvier 1991, mais un an auparavant. L'usage que nous avons fait du terme "décennie" se référerait à ce cas-là. Mais, en effet, une décennie est une période de dix ans (voir page 16 de ce numéro).

Ce lecteur est déçu que nous n'ayons cité qu'un passage de sa lettre de cinq pages. Il ne semble pas avoir relevé l'encart que nous avons publié dans ces pages, priant nos correspondants de bien vouloir préciser leurs observations et questions en quelques lignes. Il nous est impossible, pour des raisons d'espace, de publier ces lettres dans leur intégralité. Tous les journaux du monde effectuent des sélections dans le courrier qui leur est adressé et, souvent, en récrivent les passages choisis pour les rendre plus concis. Le Forum est ouvert à tous les lecteurs et certaines lettres sont si longues qu'une seule l'occuperait tout entier.

Zona et douleur

Nous avons reçu de nombreuses lettres de lecteurs qui nous demandent si nous avons connaissance de traitements nouveaux contre le zona. Nous les remercions de leur confiance. Selon nous, il n'en existe pas. On associe généralement plusieurs thérapies, dont des stimulants de l'immunité. En ce qui concerne les cas particuliers, il n'entre évidemment pas dans nos compétences de donner des consultations médicales.

Un appel de détresse : Nous avons reçu, accompagnée d'une lettre émouvante, la photocopie d'un courrier adressé au ministre de la Santé. Nous le reproduisons tel quel. Il se passe de commentaires.

"Lettre ouverte au Ministre de Ma Santé"

Monsieur le Ministre,

1982 : A 12 ans, tumeur abdominale, hôpital..... opération transfusion.
1987 : Visite de routine examen du sang S.I.D.A.

Un monde s'écroule. Mon monde, Ma vie que je croyais éternelle se voit, à peine entamée, déjà terminée.
Transfusé à 12 ans, je meurs à 20 ans ... dans l'indifférence générale du corps médical et de son ministère.

Pourquoi ce silence, cette absence face aux transfusés contaminés?
Auriez-vous honte de nous, que vous nous oubliez?

S.I.D.A., maladie du sexe
S.I.D.A., maladie de la drogue
S.I.D.A., maladie du sang

Pour me sauver la vie, vous m'avez donné du sang vicié et vous m'avez condamné.
Mais cela, je ne vous le reproche pas, vous n'avez pas le choix.
Votre seule faute, c'est votre silence, après...

Pas de prévention après la transfusion!
Pas d'information!
Pas d'indemnisation!

Je vais mourir demain, Mon Ministre, et cette lettre ouverte n'a qu'un seul but :
sortez-moi de l'anonymat et reconnaissez mon "statut de victime", avec toutes les prérogatives qui s'y rattachent.

L'A.D.T. (Association de défense des Transfusés)
11, rue Bailly - 75003 PARIS

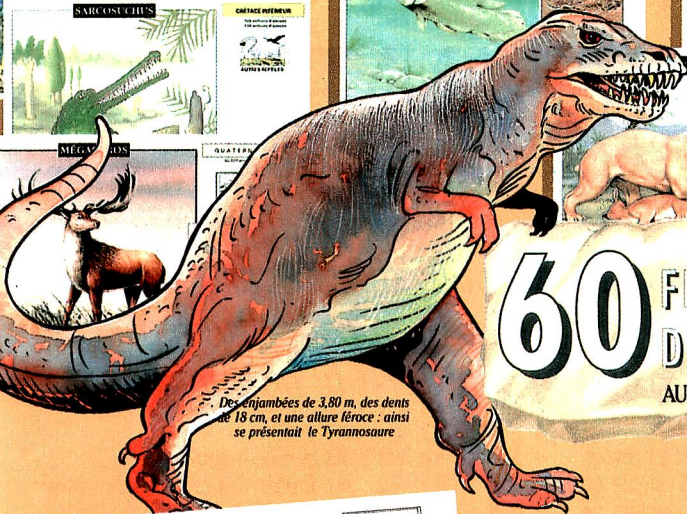
Tél. : 40 27 84 44 - Fax : 40 27 86 11

vous remercie d'avoir accepté de publier cette lettre d'un de ses adhérents.

UN NOUVEAU REGARD SUR LES DINOSAURES

60 FICHES SUR LES PAS 5^F DES DINOSAURES

AUCUNE OBLIGATION D'ACHETER AUTRE CHOSE



Des enjambées de 3,80 m, des dents de 18 cm, et une allure féroce : ainsi se présente le Tyrannosaure

IGUANODON, UN DINOSAURE HERBIVORE AU POUCE TERRIBLE

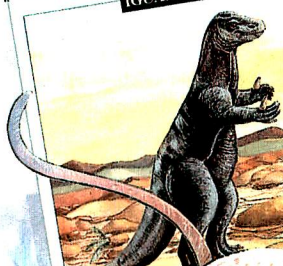


Iguanodon ("à la dent d'iguane"), l'un des dinosaures les mieux connus, pour deux raisons, la première découverte de ses ossements remonte à 1830.

Quadrupède ou bipède, ce grand dinosaure herbivore pouvait atteindre 9 mètres de long, pour un poids estimé à 4-5 tonnes.

pouce corné, transformé en épée, non moussu, il lui servait à se défendre contre les dinosaures.

IGUANODON



110 millions d'années
120 millions d'années



Il possédait la même dent d'iguane que les autres dinosaures, mais pouvait aussi servir de club. Si l'on peut dire, il utilisait ses terribles poings en pincée.

Fiches vernissées insalissables
Taille réelle : 120 x 160 mm

PLUS UN CADEAU :

ce poster pour apprendre à compter en millions d'années ! Tout en couleurs, ce poster illustré, de format 30 x 40 cm, permet de situer de façon attrayante et instructive les principaux animaux préhistoriques dans leur époque. Il montre l'apparition de certaines espèces qui se sont succédées au cours des ères géologiques depuis 550 millions d'années. Par son aspect décoratif, il constituera un agréable ornement pour la chambre de vos enfants...

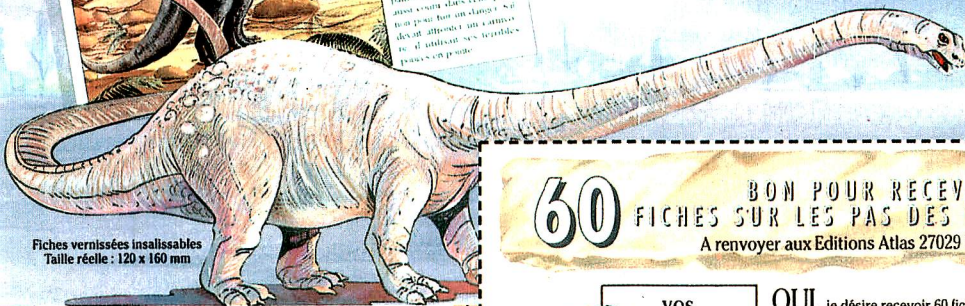


Découvrez ces animaux fantastiques qui régnèrent sur le monde pendant plus de 150 millions d'années.

Saviez-vous qu'un brachiosaure égaré en ville ferait face au 4ème étage d'un immeuble ? Vous doutiez-vous que les dinosaures ont laissé des traces tout près de chez vous ? Pensiez-vous qu'un supesaurse avait un poids égal à celui de 20 éléphants d'Afrique ? Et à quoi pouvaient donc leur servir ces fantastiques particularités : balanciers et contrepoids, "casques" et cuirasses, queues à piquants ou en massue...

Pour moins de 9 centimes par carte offrez-vous la plus fantastique remontée dans le temps, portez un nouveau regard sur les dinosaures et découvrez leur étrange histoire : une histoire fascinante et parfaitement authentique.

Cette collection a été réalisée avec la précieuse collaboration de deux paléontologues professionnels.



Avec ses 26 m de long dont 8 pour le cou et 14 pour la queue, ce tranquille herbivore ne détiend pas les records absolus

60 FICHES SUR LES PAS 5^F DES DINOSAURES

A renvoyer aux Editions Atlas 27029 Evreux Cedex

VOS GARANTIES

- Offre valable uniquement par correspondance
- Aucune obligation d'acheter autre chose
- Pas d'adhésion à un club
- N'envoyez pas d'argent

OUI, je désire recevoir 60 fiches "Sur les pas des dinosaures" pour 5 F seulement (frais de port compris) ainsi que mon cadeau. Je n'envoie pas d'argent aujourd'hui, je réglerai plus tard, après avoir reçu mes 60 fiches. J'ai bien noté que cette offre ne m'engage à rien d'autre.

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

1252 / 900 / 4040

Signature
indispensable

EDITIONS
ATLAS

QUEL JOUR COMMENCE L'ANNÉE ?

*Est-ce bien le 31 décembre 1999 à minuit
que nous changerons de siècle ?
Ou est-ce le 1^{er} janvier 2001 à zéro heure ?
Lisez bien cet article avant
de répondre, ça vous évitera le bonnet d'âne.*

L'aube du XXI^e siècle, il y a fort à prévoir, sera identique à celle du XIX^e siècle ou à celle du XIII^e siècle : les médias ne vont pas finir de polémiquer sur le premier jour du XXI^e siècle.

Déjà la question s'est posée il y a quarante ans pour la moitié du XX^e siècle. Dans son édition du lundi 2 janvier 1950, le *Figaro* écrivait en première page à propos du 1^{er} janvier 1950 : « Une circonstance donne à ce jour de l'an son particulier et fragile éclat : c'est le premier du demi-siècle commençant. » Le journal le *Monde* et une grande partie de la presse française affirmèrent, comme le *Figaro*, que le dimanche 1^{er} janvier 1950 était le premier jour de la seconde moitié du XX^e siècle.

Cette regrettable erreur de chronologie passa pour ainsi dire presque inaperçue. Bien entendu, aucun commentaire ne fut fait le 1^{er} janvier 1951, pourtant le vrai premier jour de la seconde moitié du XX^e siècle...

Plus on approche de l'an 2000, plus on collectionne les fautes du même genre. Ainsi à Paris, sur le parvis du Centre Beaubourg, les promeneurs peuvent voir un appareil au nom complexe, le Génitron, qui délivre (moyennant finance) un carton-souvenir indiquant le nombre de secondes qui sépare l'instant présent du 31 décembre 1999 à minuit (le carton-souvenir oublie de préciser l'instant où il est délivré, ce qui le rend quasiment inutile...). Une notice explicative ajoute : « A 0 heure 0 seconde de l'an 2000, le Génitron affichera 9 zéros et dévoilera la plus grande surprise du début du XXI^e siècle. »

Ainsi donc, beaucoup de personnes sont amenées à penser que le 31 décembre 1999 à minuit, nous changerons de siècle ! Combien de journaux, de revues, etc. affirmeront doctement ce jour-là la même bêtise ? Et combien l'ont déjà fait ? Comme le remarquait déjà Camille Flammarion en 1900 à propos de l'année du changement de siècle, « le

progrès est lent dans la race humaine » (1).

Il suffit de lire le courrier des lecteurs de notre revue pour s'apercevoir que bon nombre d'entre eux sont surpris d'apprendre que le XXI^e siècle commencera le 1^{er} janvier 2001 à 0 heure. Les mêmes lecteurs sont tout aussi surpris d'apprendre que la dernière décennie du vingtième siècle ne commencera que le 1^{er} janvier 1991.

Il serait fastidieux de recenser toutes les perles que l'on peut trouver çà et là ; d'un ancien président de la République en passant par un journaliste scientifique à la mode et jusqu'au magazine *Time*, les erreurs de calcul s'accumulent plus vite que les siècles !

En vérité, c'est tous les 100 ans que la même histoire ressurgit. Sans remonter au Moyen Âge, on s'aperçoit que, déjà en 1599, d'interminables discussions eurent lieu (dans lesquelles on trouve même le pape !) pour savoir quand commencerait le siècle suivant. Bien entendu, ce fut à nouveau le même délire en 1699, 1799 et en 1899...

Le XIX^e siècle est particulièrement riche en anecdotes relatives au changement de siècle ; l'une des plus connues est celle où Victor Hugo parle de sa naissance à Besançon :

« Ce siècle avait deux ans. Rome remplaçait Sparte
» Déjà Napoléon perçait sous Bonaparte... »

Le très fécond poète étant né le 26 février 1802, le siècle n'avait pas deux ans mais un an, un mois et 25 jours à sa naissance ! Mais peut-on en vouloir à Victor Hugo de s'être un peu rajeuni ? Le vers eût été plus que boiteux si Victor Hugo avait réellement écrit : ce siècle avait treize mois et vingt-cinq jours, Rome remplaçait Sparte...

En fin de compte, tout cela n'est rien par rapport à ce que firent les Allemands : l'empereur Guillaume II décréta purement et simplement que le

(1) *L'Astronomie*, revue de la Société astronomique de France, janvier 1900.

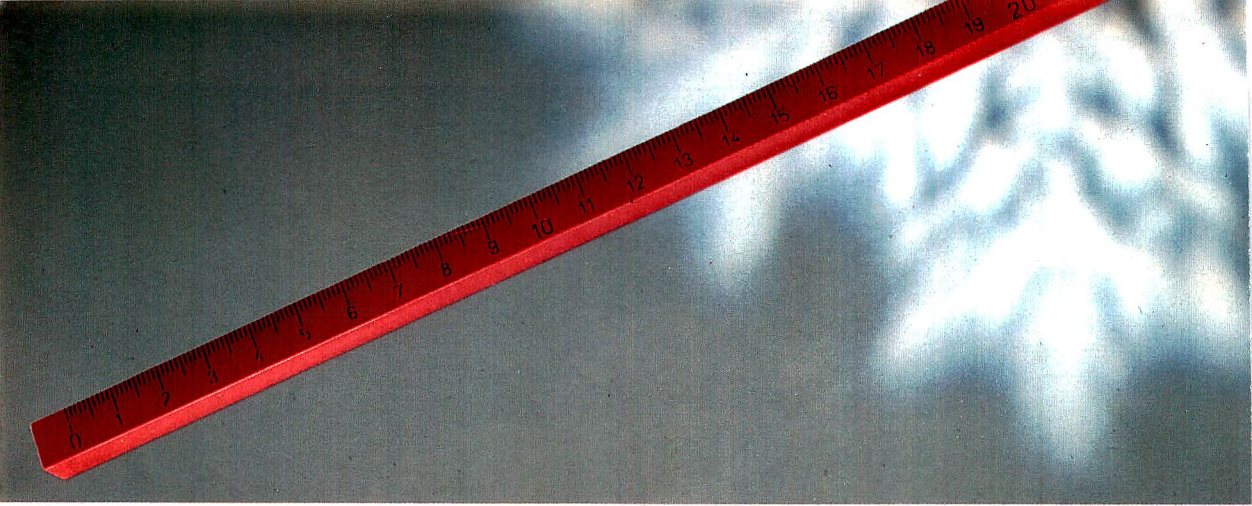
ON EST EN ZÉRO
AVANT J.C. OU EN
ZÉRO APRÈS?

L'ANNÉE
DERNIÈRE, ON
ÉTAIT EN 1
AVANT J.

DONC
DANS 1999 ANS
ON FÊTERA LE 2^e
MILLÉNAIRE...



R. BARBIS



Ô temps, suspends ton vol ! La seconde d'après 23 heures, 59 minutes, 59 secondes du 31 décembre de l'année 1999, le compte à rebours du "Génitron", sur le parvis du Centre Beaubourg, à Paris, affichera neuf zéros. A la seconde suivante commencera l'an 2000. En dépit de ses zéros, ce chiffre n'a aucune importance particulière, si ce n'est qu'il est l'objet d'une confusion tenace qui veut absolument faire de cette année-là le début du troisième millénaire, alors qu'elle ne fait que terminer tranquillement le deuxième. Que ceux qui s'étaient laissé prendre se rassurent donc : ils disposent d'une année supplémentaire avant d'affronter le XXI^e siècle ; celui-ci ne commence qu'au début de l'an 2001. De la même manière que, sur une règle, le 21^e centimètre ne commence qu'au début du millimètre 201 et non au début du millimètre 200. Sinon, comme le dernier bouton qui se retrouve orphelin sur le manteau d'un distrait, sur une règle de 30 cm le millimètre 300 se trouverait... hors de la règle !

XIX^e siècle finissait le 31 décembre 1899. On ne pouvait faire mieux ! C'est ainsi qu'à Berlin, à la date choisie, tout ce que comptait l'Allemagne d'officiels et d'aristocrates défila devant l'empereur et l'impératrice pour fêter le nouveau siècle glorieux qui s'ouvrait pour le pays...

Ces erreurs innombrables de moitié de siècle et de fin de siècle ont leur origine dans la façon de compter les années depuis l'origine de notre ère. L'usage de compter les années à partir de la naissance de Jésus-Christ a été introduit en Italie au VI^e siècle par le moine Denys-le-Petit. C'est lui qui, selon la tradition, a le premier proposé de prendre comme référence le 25 décembre de l'an 753 de Rome comme point de départ de l'ère chrétienne⁽²⁾. Avant sa proposition, qui ne fut pas adoptée tout de suite, loin s'en faut⁽³⁾, on comptait généralement les années depuis la fondation de Rome⁽⁴⁾.

D'après ses recherches, Denys-le-Petit était arrivé à la conclusion que le Christ était venu au monde le 25 décembre de l'an 753 de la fondation de Rome. Tout compte fait, on plaça, pour des raisons plus ou moins pratiques, l'an I de l'ère chrétienne au 1^{er} janvier de l'an 754 (que Denys-le-Petit se soit trompé de 5 ou 7 ans dans l'année de naissance du Christ, comme il est aujourd'hui admis, ne pose



aucun problème dans ce qui nous intéresse ici.)

Le I^{er} siècle après J.-C. commence donc le 1^{er} janvier de l'an 1 à 0 h et finit le 31 décembre de l'an 100 à 0 h, puisque le mot siècle signifie période de 100 ans. Donc le II^e siècle commence le 1^{er} janvier de l'an 101 et finit le 31 décembre de l'an 200, et ainsi de suite. Rappelons une fois de plus que le XX^e siècle a commencé le 1^{er} janvier 1901 et finira le 31 décembre 2000 (ajoutons aussi qu'avant 1567, en

(2) Déjà au II^e siècle de notre ère, quelques évêchés, dont ceux d'Antioche et d'Alexandrie, utilisaient comme point de départ l'année de naissance du Christ, et avaient essayé de déterminer cet événement à l'aide de chronologies variées. Sur ce point et sur les erreurs commises par Denys-le-Petit dans ses calculs chronologiques, voir, de Gustav Teres, *"Time Computations and Dionysius Exiguus"*, *Journal of the History of Astronomy*, octobre 1984.

(3) L'ère chrétienne a mis beaucoup de temps à s'imposer, même dans les pays chrétiens, à tel point que si l'Italie a adopté ce système dès le VI^e siècle, la papauté ne l'a pas fait tout de suite. Pour ce qui est du Royaume franc, l'emploi y fut tardif (milieu du VIII^e siècle). Seul Charles le Gros, à la fin du IX^e siècle, y a recouru systématiquement. Sur les différentes façons de compter les années, voir *l'Art de vérifier les dates des faits historiques, des chartes et des chroniques...* Paris, 1770.

(4) Datation AUC (*Ad urbe condita*) qui a pour point de départ l'an 753 avant J.-C., date plus ou moins incertaine de la fondation de Rome. Il y a eu une quantité impressionnante d'ères ou de points de départ des années : citons les années de règne des souverains, des consuls, les Olympiades, l'indiction, l'ère d'Alexandrie, l'ère de Constantinople, l'ère des Séleucides, l'ère d'Espagne, l'Hégire, l'ère de la Passion, de la Résurrection...

France, l'année commençait à Noël, à Pâques, le 25 mars, etc., selon les régions).

Il est paradoxal de constater que ce raisonnement très simple a manifestement du mal à être compris par beaucoup de gens...

Notons au passage que notre changement de siècle laissera indifférente une bonne partie de la planète ; en effet, les Musulmans, les Juifs, les Hindous, etc., ont leurs propres ères de départ, bien qu'ils utilisent le calendrier grégorien dans les relations internationales. Signalons ainsi que, d'après le calendrier musulman, qui place l'origine du décompte des années en 622 de notre ère, le 1^{er} janvier 2001 correspondra à l'année 1421 de l'Hégire (qui date à partir de la fuite de Mahomet de la Mecque vers Médine). D'après le calendrier israélien, qui place l'origine du décompte des années en l'an 3761 avant J.-C., le 1^{er} janvier 2001 correspondra à l'année 5761 de la fondation du monde.

Lorsqu'on passe aux années antérieures à J.-C., historiens et astronomes ne voient plus les choses de la même façon. Il faut d'abord savoir que les chronologistes prolongent indéfiniment dans le passé, pour des raisons pratiques, le calendrier julien. Ainsi il est devenu naturel de dire que la bataille de Marathon, qui opposa les Grecs aux Perses, fut livrée le 29 septembre 490 avant J.-C.

Les historiens passent directement de l'an 1 après J.-C. à l'an 1 avant J.-C. De ce fait, l'année 5 avant J.-C., par exemple, devient bissextile : la règle de divisibilité par quatre des années bissextiles ne s'applique plus, à moins que l'on se souvienne qu'il faut soustraire un an, ce qui n'est pas toujours le cas comme on le verra par la suite.

Les astronomes, eux, appellent année zéro l'année qui précéda l'an 1 de notre ère (depuis Cassini en 1770), puis numérotent ensuite -1, -2, -3... De ce fait, le caractère bissextile des années est maintenu et seule cette façon de compter est rationnelle. Il est cependant évident que parler d'une année zéro peut *a priori* passer pour curieux en histoire ; dirait-on que tel événement a eu lieu le 23 avril de l'an zéro ? D'ailleurs, lorsque la Convention créa en 1793 le calendrier républicain, qui se voulait "rationnel", elle n'appela pas 1792 an zéro, mais an 1 de la République.

La conséquence immédiate de ces deux façons de compter est la suivante : supposons que, en 1990, l'on veuille savoir depuis combien d'années Pompée est mort. L'illustre homme politique mourut en 48 avant J.-C., soit en notation astronomique en -47. Pompée est donc mort depuis $1990 + 47$, soit depuis 2037 ans. L'erreur à ne pas commettre serait de faire $1990 + 48 = 2038$ ans. Ajoutons que la notation -47 avant J.-C. est un non-sens : on écrit soit 48 avant J.-C., soit -47.

Compter négativement les années pose apparemment quelques problèmes bien que l'on soit habitué

à parler de nombres négatifs avec les échelles de température...

Ce qui peut passer pour une curiosité sans grand intérêt et connue des historiens, déclencha dans les années 1930 une controverse montrant que nul n'est à l'abri des erreurs... En effet, le 15 octobre 1930, s'achevait avec faste en Italie la commémoration du bimillénaire de la naissance du grand poète latin Virgile. Les festivités, prises à l'initiative du gouvernement italien de Mussolini, avaient duré une bonne partie de l'année. Elles se clôturèrent par une croisière de la *Lega navale italiana* aux rivages qu'avait visités Enée dans l'*Enéide*.

Puis, cinq ans plus tard, on refit une fête dans le monde entier, plus précisément le 8 décembre 1935, pour le bimillénaire de la naissance d'un autre illustre poète, Horace ; universités européennes et américaines, revues d'histoire, musées, journaux divers, etc., n'en finirent pas de célébrer l'événement survenu 2000 ans plus tôt.

Et sur leur lancée, les Italiens, à nouveau, fêtèrent, le 23 septembre 1937, le 2 000^e anniversaire de la naissance d'Auguste. Mais, malheureusement, aucune de ces dates ne correspondait à un bimillénaire : tout le monde s'était trompé d'une année... Ces anniversaires auraient dû être commémorés un an plus tard !

Des critiques s'étaient pourtant élevées de par le monde lors de ces fêtes. Ce fut le cas en Italie, dès 1929, où le Pr de Sanctis contesta la date du bimillénaire de Virgile ; puis en 1930 parurent deux articles du Pr Emanuelli, de l'observatoire du Vatican, dans le grand quotidien *Il Messaggero*, où était dénoncée la grave erreur de calcul chronologique.

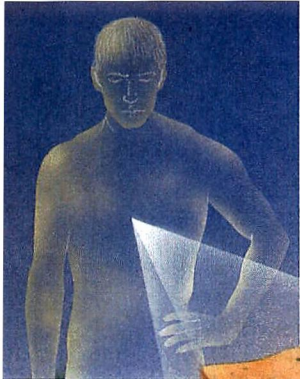
En Angleterre, l'astronome Fotheringham, de l'université d'Oxford, fit lui aussi observer que le gouvernement italien, sans le nommer, s'était complètement trompé dans ses calculs. En France, c'est le Révérend Père Jerphanion qui dénonça l'opération.

Ainsi donc, des milliers d'historiens et d'hommes de lettres, et même les politiciens tombèrent dans le piège de l'année zéro trois fois de suite ! Comment en était-on arrivé là ?

De Virgile, on ne connaissait que l'année de sa

(suite du texte page 160)

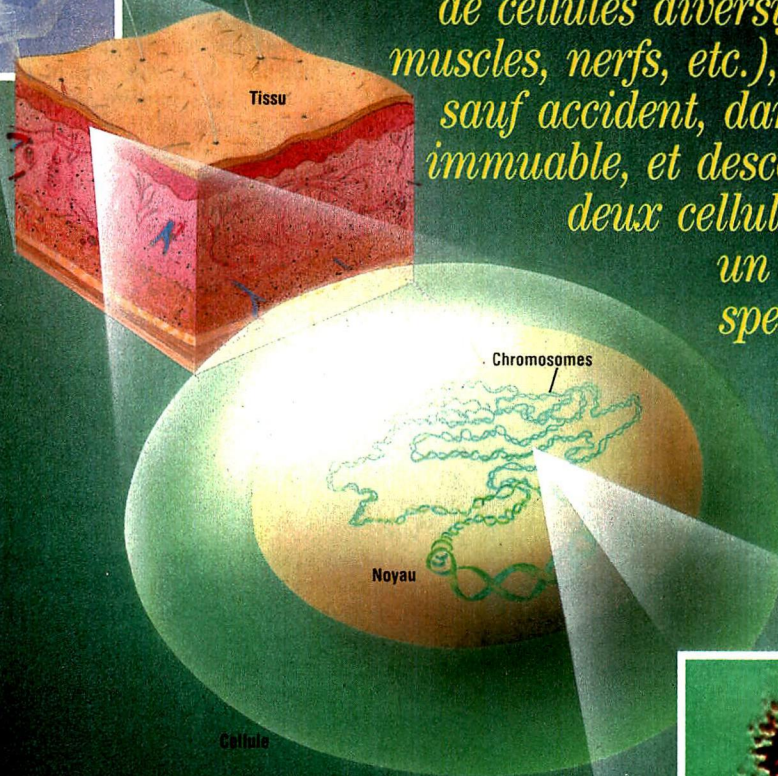




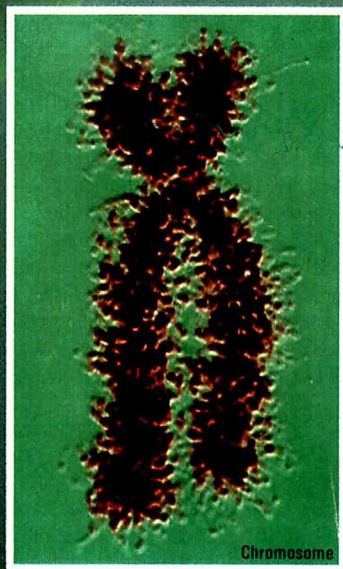
L'HOMME DÉCHIFFRÉ

Un homme, c'est 40 mille milliards de cellules diversifiées (peau, muscles, nerfs, etc.), organisées, sauf accident, dans un ordre immuable, et descendantes de deux cellules uniques : un ovule et un spermatozoïde.

Chacune de ces cellules, dont le noyau



n'excède pourtant pas 1 millionième de mètre de diamètre, contient le plan d'architecte de l'ensemble, sous forme d'un ruban d'ADN qui atteindrait 1,80 m si on le dévidait. Sur ce long et mince "manuscrit": une description précise contenant 3 milliards de lettres destinées à la machinerie du vivant et que les généticiens ont entrepris de décrypter.



La France vient de faire une entrée en force dans le plus grand projet jamais entrepris en biologie. Il s'agit de rédiger le plus important dictionnaire du monde, celui de la vie. Il faut pour cela répertorier les 50 000 gènes qui, tels un ensemble cohérent de phrases, contenant parfois des millions de "mots", constituent le grand livre du patrimoine génétique de l'humanité. Cette entreprise colossale de décryptage du génome humain mobilise des centaines de laboratoires et des milliers de chercheurs dans le monde. Elle coûtera des milliards de dollars, projetant pour la première fois la biologie dans la "*Big Science*", jusqu'à présent réservée aux recherches spatiales et à la physique nucléaire. Une fois terminé, ce dictionnaire comprendra quelque 3 milliards de "lettres" qui sont les bases chimiques du code génétique.

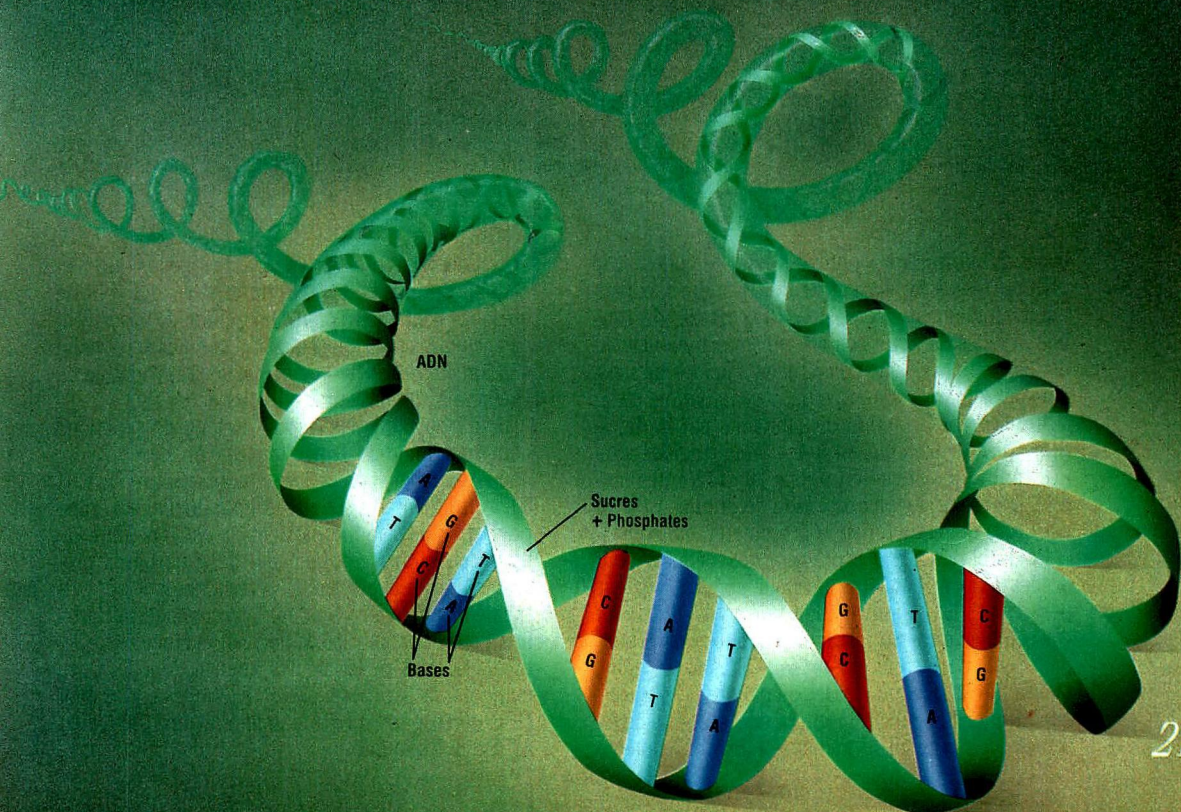
Avant même que ce "livre de nos gènes" soit terminé, les retombées dans le domaine scientifique et médical seront considérables. Un des objectifs consiste notamment à identifier les gènes responsables des 3 000 maladies d'origine génétique actuellement répertoriées, afin de mieux les comprendre, les traiter, peut-être les prévenir. Mais ce n'est là que la partie visible de l'iceberg.

Pour mieux saisir l'ampleur de la tâche, il faut savoir que chacune des cellules humaines contient

23 paires de chromosomes, qui sont les grands "chapitres" de ce "texte" secret, et qui sont constitués de longs filaments d'acide désoxyribonucléique, ou ADN. Si on dévidait ce peloton d'ADN d'une seule cellule, cela donnerait un ruban d'1,80 m de longueur pour 1 micromètre (1 millième de millimètre) d'épaisseur.

La molécule d'ADN, dans laquelle est inscrit le code génétique, est formée d'une longue suite d'unités de base : les nucléotides. Chaque nucléotide est lui-même constitué de trois éléments : un phosphate, un sucre et une base. Le sucre est le désoxyribose ; la base, l'élément le plus important, est l'une des quatre substances suivantes : l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) ou la thymine (T).

Cette molécule d'ADN est constituée de deux chaînes, ce qui lui donne l'aspect d'une échelle. Les montants de l'échelle sont formés par une succession de liaisons sucre-phosphate, et les barreaux par les liaisons entre les bases ci-dessus fixées latéralement sur chaque sucre. Précisions supplémentaires : les liaisons entre bases sont de type complémentaire, c'est-à-dire que A est toujours apparié à T et G à C ; en outre, l'échelle n'est pas droite, mais torsadée : c'est ce que l'on appelle le modèle en double hélice de la molécule d'ADN. Celle-ci est donc le support du code génétique, qui contient, chez l'homme, environ 3 milliards de paires de



À CHAQUE GÉNÉRATION, LA MÉIOSE REBAT LES CARTES DE NOS GÈNES

1. La fécondation. Un spermatozoïde, venant du père pénètre l'ovule venant de la mère. Père et mère portent dans toutes leurs cellules 46 chromosomes, en 23 paires ; sauf dans les spermatozoïdes et les ovules, qui ont un exemplaire de chaque paire, c'est-à-dire 23 chromosomes. Pour simplifier le dessin, nous n'avons figuré que trois chromosomes sur les 23.

2. L'œuf issu de la fécondation se retrouve ainsi posséder 23 paires de chromosomes, avec, dans chaque paire, un chromosome venant du père (en noir) et l'autre de la mère (en rouge). Sur notre dessin, toujours par souci de lisibilité, l'œuf ne porte que trois paires de chromosomes.

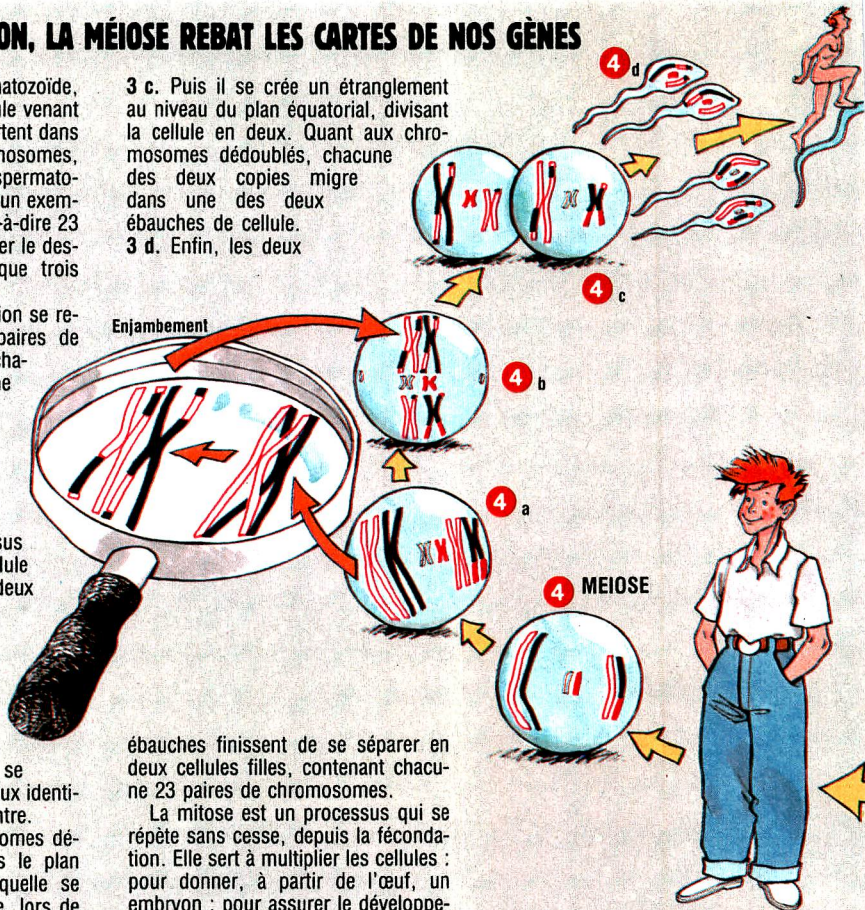
3. La mitose est un processus grâce auquel la nouvelle cellule va se diviser pour donner deux cellules filles, lesquelles, à leur tour, vont se diviser pour en donner deux chacune. Et ainsi de suite. Schématiquement, la mitose se déroule de la manière suivante :

3 a. Chaque chromosome se dédouble et on en obtient deux identiques reliés en X par leur centre.

3 b. Les paires de chromosomes dédoublés se regroupent vers le plan équatorial de la cellule, laquelle se dote de deux pôles. Il arrive, lors de cette étape, que les deux chromosomes d'une même paire s'enjambent et échangent des fragments.

3 c. Puis il se crée un étranglement au niveau du plan équatorial, divisant la cellule en deux. Quant aux chromosomes dédoublés, chacune des deux copies migre dans une des deux ébauches de cellule.

3 d. Enfin, les deux



ébauches finissent de se séparer en deux cellules filles, contenant chacune 23 paires de chromosomes.

La mitose est un processus qui se répète sans cesse, depuis la fécondation. Elle sert à multiplier les cellules : pour donner, à partir de l'œuf, un embryon ; pour assurer le développement de celui-ci en fœtus, puis en individu complètement formé ; pour la croissance, le développement, l'entre-

tien et le renouvellement de ses tissus pendant toute sa vie, jusqu'à

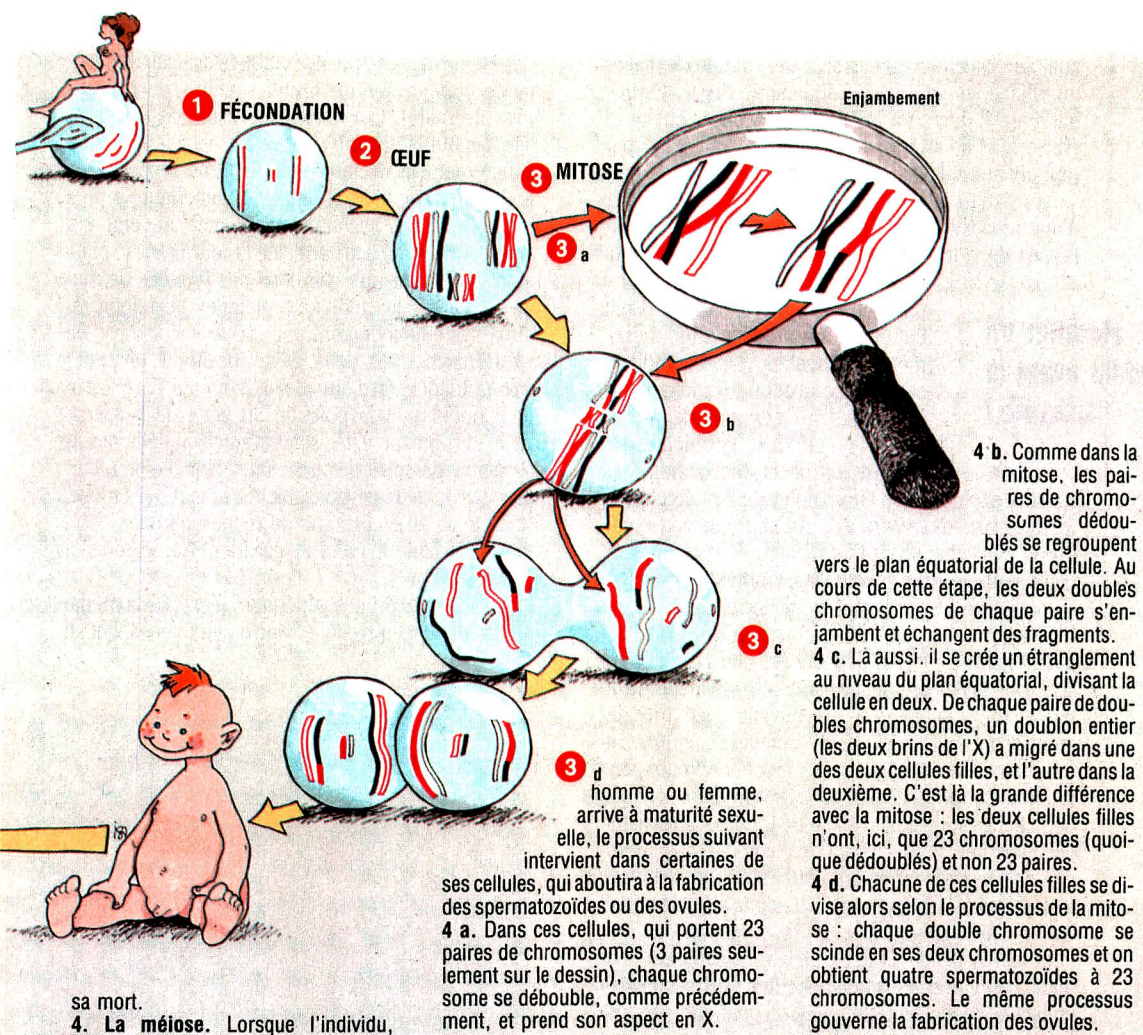
bases. L'information contenue dans ce code est le plan qui sert à la fabrication des protéines, constituants fondamentaux de tous nos tissus, de tous nos organes, de tous nos mécanismes biologiques.

Ces protéines sont constituées d'acides aminés, qui sont apportés au corps par l'assimilation, c'est-à-dire la transformation des aliments par la digestion. Chaque protéine est une chaîne d'acides aminés (notre organisme en utilise 20 différentes sortes) disposés dans un ordre bien déterminé. Et c'est cet ordre qui caractérise la protéine en question.

Pour fabriquer les protéines, nos cellules sont dotées d'un mécanisme intérieur spécial qui leur permet de "lire" l'information portée par l'ADN et d'assembler un à un les acides aminés correspondants qui se trouvent en son sein. Et selon le gène, c'est-à-dire la portion d'ADN, ou encore la "phrase", que lit la cellule, elle fabriquera une protéine différente, qui n'aura ni le même nombre ni le même

enchaînement d'acides aminés. Les gènes que l'on connaît ont des tailles très différentes, qui vont de quelques centaines à plus d'un million de bases. (Un des gènes les plus longs que l'on connaisse est celui qui, lorsqu'il est défectueux, cause la myopathie de Duchenne : il contient 2 millions de bases.)

Il se trouve que les "mots" du langage génétique comptent toujours trois "lettres", ou bases (alors que l'"alphabet" complet en compte quatre : A C G T). Autrement dit, l'unité fonctionnelle qui code pour un acide aminé particulier, est une suite de trois bases. Ces groupements de trois bases programmant un acide aminé déterminé sont appelés "triplets" ou encore "codons". On connaît parfaitement bien, depuis 1966, la correspondance entre les divers codons et les acides aminés dont ils commandent la synthèse. Deux exemples : le triplet GCC correspond à l'acide aminé alanine ; le triplet ACA à la thréonine.



Le programme international de recherche sur le génome consiste donc à identifier l'une après l'autre les trois milliards de paires de bases de l'ADN humain. En d'autres termes, de pouvoir lire ACA-ATC-GTC-AAG-TGG-CTC-etc., sur l'un des deux montants de l'échelle ; et TGT-TAG-CAG-TTC-ACC-GAG-etc. sur l'autre (ce début est bien entendu fictif, pris pour l'exemple, mais on remarquera que les bases des deux chaînes sont appariées selon la règle A-T et C-G). A raison d'une paire par seconde, la lecture du total prendrait plus d'un siècle si d'énormes moyens techniques n'étaient mis en jeu. Où en est-on aujourd'hui ?

La réponse est simple : on en est au stade où était la carte du monde au Moyen Age. Des continents entiers sont en blanc et, pour le reste, la plupart des frontières demeurent approximatives. Pourtant, ces dernières années, on a fait quelques progrès : en 1973, on connaissait l'emplacement (le locus) de 54

gènes ; aujourd'hui on en a localisé un peu plus de 6 000 sur un total de 50 000. Il reste donc du pain sur la planche !

La "cartographie" du génome humain s'effectue en plusieurs étapes, et comprendra trois sortes de "cartes" — c'est le mot qu'on utilise, bien qu'il soit impropre, puisqu'il s'agit en réalité de banques de données d'ordres différents : la carte génétique, la carte physique, et la carte biochimique.

1. La carte génétique. La première étape pour y aboutir consiste à jalonner l'immense terrain inconnu, à y repérer des bornes, c'est-à-dire des gènes ou autres portions d'ADN connues. Ceux-ci serviront ultérieurement aux chercheurs à localiser la position d'un gène en déterminant les jalons qui l'encadrent. Le problème qui se pose aux scientifiques est

Corriger les défauts génétiques

analogue à celui d'un cartographe sommé de placer un village sur une carte totalement vierge. Pour y parvenir, il devra au préalable y localiser quelques villes, afin de préciser la place de ce village par rapport aux villes repères proches.

La cartographie du génome peut se faire à partir d'une analyse génétique classique, c'est-à-dire par l'étude de la transmission des caractères héréditaires des parents aux enfants. Pour y parvenir, les chercheurs utilisent comme point de départ un phénomène particulier, la recombinaison, qui se produit au moment de la méiose, processus intervenant dans les cellules germinales et aboutissant à la fabrication des

Modifier un enfant avant la naissance ?

spermatozoïdes chez l'homme et de l'ovule chez la femme (*voir dessin p. 23*). Au cours de cette opération, il s'échange des morceaux, dans une même paire, entre le chromosome que l'individu avait reçu de son père et celui qu'il avait hérité de sa mère. C'est ce que l'on appelle le *crossing-over*, ou l'enjambement. Et le résultat en est une recombinaison : des gènes qui auparavant se trouvaient sur le même chromosome, se retrouvent ainsi brutalement séparés. Et c'est cette "roquade", comme on dirait aux échecs, qui va servir aux chercheurs pour repérer certains gènes. Car, naturellement, plus deux gènes sont proches l'un de l'autre sur le même chromosome, moins ils ont de chances d'être dissociés (en cas de *crossing-over*, ils sont échangés ensemble). A l'inverse, plus ils sont éloignés, plus les séparations sont fréquentes. Donc, en étudiant chez les descendants la fréquence de séparation de deux caractères normalement liés (yeux bleus et cheveux blonds, par exemple), on peut connaître de façon approximative la distance qui sépare sur le chromosome les deux gènes qui leur correspondent. Et cela permet déjà de les localiser grosso modo.

L'unité de mesure des distances de la carte génétique est le centimorgan (cM), ainsi nommé en honneur du généticien américain Thomas Hunt Morgan, pionnier en la matière. Le cM est la distance génétique calculée d'après la fréquence de recombinaison de gènes ou de marqueurs génétiques (autres portions d'ADN, servant de repères) d'une génération à la suivante. Ce n'est donc pas, littéralement, une mesure géographique, mais une mesure de la probabilité de séparation de deux gènes. Lorsqu'on dit, par exemple, que deux gènes A et B sont distants de 1cM, cela veut dire que lors d'un passage d'une génération à la suivante, une recombinaison ne les séparera que dans un cas sur cent (en moyenne), mais que dans 99 % des cas ces deux gènes seront hérités ensemble dans la forme existant chez le parent qui en est porteur. Si les deux gènes sont distants de, disons, 30 cM, ils sont plus éloignés puisqu'ils ne restent ensemble que dans 70 % des cas.

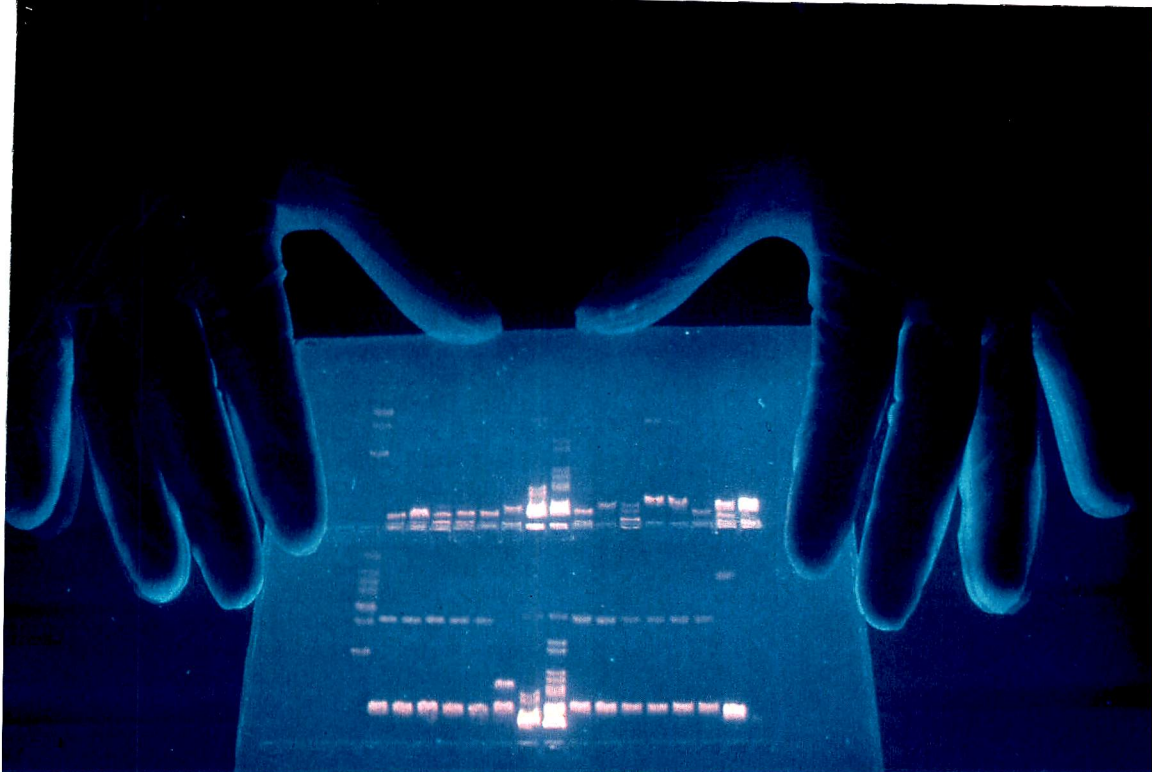
C'est ainsi qu'ont pu être établies des cartes génétiques comportant un grand nombre de repères (plus de mille). Ces cartes représentent d'ores et déjà des outils fort intéressants. Ainsi, en 1985, une équipe danoise découvrit que le gène responsable de la mucoviscidose (la maladie génétique la plus fréquente) est constamment associé à celui qui code pour une enzyme appelée la "paraxonase plasmatique". Cela signifie que dans des familles de mucoviscidiques, les individus malades portaient, en outre, systématiquement une forme particulière de cette enzyme. Les deux gènes devaient, en toute vraisemblance, être situés sur le même chromosome. Connaissant la position du gène de l'enzyme sur le chromosome, les scientifiques en déduisirent la région du chromosome dans laquelle il fallait chercher le gène responsable de la mucoviscidose. Et au bout de quatre ans de recherche dans cette région, ils finirent, en effet, par identifier le gène en question.

Mais cette "distance génétique" n'est pas la même que la "distance physique" entre deux gènes, qui se



calcule, elle, en nombre de bases qui les séparent le long de la molécule d'ADN. Bertrand Jordan, du Centre d'immunologie INSERM CNRS de Marseille Luminy, explique ce paradoxe apparent par l'analogie suivante : Lyon est plus proche de Marseille (300 km) que de Paris (500 km) en distance physique, mais en TGV on fait Paris-Lyon en 2 heures et Lyon-Marseille en 3 heures. Voyons maintenant la carte physique, qui s'exprime en distances.

2. La carte physique. Cette deuxième méthode de cartographie s'attache à déterminer la distance



LE TAMIS DU BIOCHIMISTE

Pour séquencer l'ADN, c'est-à-dire identifier les bases qui se suivent le long de cette longue molécule, on ne peut passer en revue l'un après l'autre les 3 milliards de nucléotides qui la composent. D'abord parce qu'elle n'est pas forcément d'un seul tenant dans le noyau de la cellule. Ensuite parce que l'ADN est une substance extrêmement fragile, qui se divise en mille morceaux à la moindre manipulation. Enfin, parce que le séquençage proprement dit ne peut être effectué que sur de tout petits segments de quelques centaines de paires de bases seulement. Un travail préparatoire est donc nécessaire :

1. L'ADN prélevé dans un très grand nombre de noyaux est purifié, c'est-à-dire débarrassé de tous les éléments qui lui sont associés dans le noyau de la cellule : les histones sur lesquels il est enroulé ; les fragments d'ARN en

cours de transcription, etc.

2. Les filaments d'ADN purifiés sont fragmentés en tronçons de quelques centaines de milliers de nucléotides.

3. Ces fragments sont triés par électrophorèse en champ pulsé : déposés à l'extrémité d'un gel mis sous tension, ils migrent plus ou moins rapidement selon leur taille. L'ADN avait été rendu au préalable légèrement radioactif, de sorte qu'un film autoradiographique posé sur le gel révèle clairement l'emplacement des fragments de chaque taille (**photo ci-contre**). Une autre technique de repérage de ces tailles est de rendre l'ADN fluorescent, puis de l'examiner en lumière ultraviolette (**photo ci-dessus**). Des sondes radioactives, se fixant spécifiquement sur les fragments portant certaines séquences repères connues, indiquent quel fragment d'ADN il faudra isoler pour un séquençage ultérieur (on

sait, par exemple, que le gène "intéressant" est situé à proximité du repère utilisé ; il est donc probablement présent sur la portion identifiée).

4. Cette portion, dûment répertoriée, est tirée en multiples exemplaires grâce à la technique du clonage dans la levure : l'ADN humain est modifié par l'addition, à ses extrémités, de séquences particulières indispensables à sa transformation en chromosome de levure, et cette chimère (YAC) sera insérée dans le micro-organisme où il se reproduira comme tous les autres chromosomes de celui-ci. La levure se multipliant très rapidement, on obtient en peu de temps un très grand nombre de segments identiques. Ceux-ci sont alors répertoriés et stockés pour subir ultérieurement un séquençage affiné, nucléotide par nucléotide, sur des fragments de 400 nucléotides seulement (**voir encadré p. 29**).

entre jalons en terme de longueur d'ADN, c'est-à-dire de bases ou de paires de bases. L'unité de distance s'exprime en bases (b), kilobases (kb, 1000 b) ou mégabases (Mb, 1 million de b).

L'étude physique consiste à fragmenter l'ADN, à isoler chaque segment et à identifier sur celui-ci la présence d'un marqueur connu. Une tâche simple en apparence, mais en réalité fort complexe. En effet, les techniques classiques de génie génétique ne sont applicables qu'à de tous petits fragments d'ADN, de l'ordre de quelques dizaines de kilobases

(kb), quand le plus petit des chromosomes humains mesure 50 000 kb. Comment, une fois ces minuscules portions analysées, les replacer en ordre sur le chromosome initial ? Autant tenter de reconstituer un puzzle à partir de pièces infra-microscopiques ! Or, des techniques toutes récentes permettent désormais d'agrandir les pièces du puzzle, d'analyser des fragments d'ADN beaucoup plus gros, de l'ordre de plusieurs centaines de kb. Une révolution dans le domaine de la biologie moléculaire. Les deux principales techniques mises au point ces der-

nières années sont l'électrophorèse en champ pulsé et la construction de chromosomes artificiels dans la levure.

L'électrophorèse n'est pas une méthode nouvelle, peu s'en faut. Depuis longtemps déjà, on sait fragmenter l'ADN grâce à des enzymes de restriction, véritables bistouris biochimiques capables de découper la molécule en certains endroits spécifiques. Les portions d'ADN obtenues sont ensuite

technique dite en "champ pulsé". Le gel est soumis, là, à un champ électrique dont l'orientation change périodiquement. Les molécules d'ADN doivent se réorienter à chaque fois, ce qui ralentit d'autant leurs progression au coeur du gel et permet de séparer des fragments beaucoup plus grands que dans la méthode précédente : de l'ordre de 1 000 kb. On peut, dès lors, isoler des portions d'ADN très grandes et les identifier en y repérant, grâce aux sondes radioactives, la présence des marqueurs connus. On établit ainsi, pas à pas, une carte physique de la région étudiée.

Pour analyser plus finement la localisation et la structure d'un gène, les chercheurs ont besoin de travailler sur du matériel biologique pur contenant de grandes quantités de la portion d'ADN étudiée et d'elle seule. Autrement dit, il faudrait photocopier en plusieurs exemplaires cette portion de gène. Une nouvelle technique permet, justement, grâce à une enzyme, de reproduire à des millions d'exemplaires un fragment d'ADN, c'est la polymérisation en chaîne (voir *Science & Vie* n° 869, p. 39).

Cependant, le "clonage" reste encore souvent l'étape obligatoire pour "polycopier" les gènes. On greffe la portion d'ADN à l'étude à l'intérieur d'une bactérie, sorte de mère porteuse qui transmettra à sa descendance l'intégralité du tronçon transplanté.



1

L'ordinateur contre la myopathie. Au Généthon, près de Paris, 70 chercheurs aidés d'une vingtaine de machines informatisées (1) se proposent, entre autres buts, de localiser dans les trois ans à venir les gènes des 40 formes de myopathie, maladie génétique qui affecte quelque 50 000 Français. Le matériel de base : l'ADN de cultures de cellules immortalisées et congelées dans de l'azote liquide à -180°C (2).

déposées à l'extrémité d'une plaque de gel que l'on soumet à un champ électrique. Les molécules d'ADN étant chargées électriquement, elles se déplacent sous l'action du champ. Mais elles ne le font pas toutes de manière uniforme ; pour évoluer sur cette "piste", les fragments doivent passer au travers de pores formés par la structure réticulée du gel. Ils seront d'autant plus freinés qu'ils sont plus longs. Après séparation de ces morceaux, on pourra les identifier, par exemple à l'aide d'une sonde radioactive, véritable aimant, spécifique d'un gène ou d'une portion de gène connue. Si la sonde "reconnaît" un segment d'ADN, cela signifie que celui-ci contient une partie du gène en question.

Mais l'électrophorèse classique se révèle incapable de séparer des molécules d'ADN dont la longueur excède 25 à 30 kb. On analyse donc par cette méthode des fragments beaucoup trop petits pour permettre la reconstitution du puzzle géant que représente l'intégralité du génome. Or, cet obstacle majeur peut désormais se contourner grâce à la



2

micro-organismes se reproduisant très rapidement, on obtient en peu de temps un très grand nombre de segments analogues. Or, là aussi, les chercheurs ont longtemps été confrontés au problème de la taille de fragments qu'il était possible de greffer, notamment dans les bactéries. Ces dernières acceptent en effet des segments d'ADN de quelques kb seulement. Il faut donc découper l'ADN initial en centaines de milliers de tronçons ; ceux-ci sont ensuite mis au contact des bactéries qui intégreront, en théorie, chacune un segment différent. Il faudra donc analyser plusieurs centaines de clones bactériens pour isoler la bactérie dans laquelle sera greffé le "bon gène". Là aussi, les chercheurs étaient gênés, dans la pratique, par les proportions infimes du puzzle.

Des découvertes récentes ont permis d'agrandir les pièces du puzzle à reconstituer. Ce fut un pas capital. Les bactéries, mères porteuses trop petites, ont été remplacées par des levures, capables, elles, de porter de grands fragments d'ADN (plusieurs centaines de kilobases). Et comme la technique des champs pulsés exposée plus haut permettait d'isoler de très grands fragments d'ADN, on put passer réellement à une vitesse supérieure. Le fragment d'ADN que l'on aura "déguisé" en chromosome de levure (cette chimère est appelée YAC, pour *Yeast*

Artificial Chromosome) pour qu'il soit fidèlement reproduit est transmis aux cellules filles, tout comme s'il s'était agi d'un chromosome de levure ordinaire. Reste alors l'ultime étape : le séquençage.

3. La carte biochimique. Pour l'établir, il faut entreprendre le séquençage de la molécule d'ADN dans le but de connaître l'enchaînement exact des nucléotides qui la constituent. C'est comme lire une partition sans sauter une seule note. Malheureusement, cette opération ne peut s'effectuer que sur de tout petits segments de quelques centaines de nucléotides.

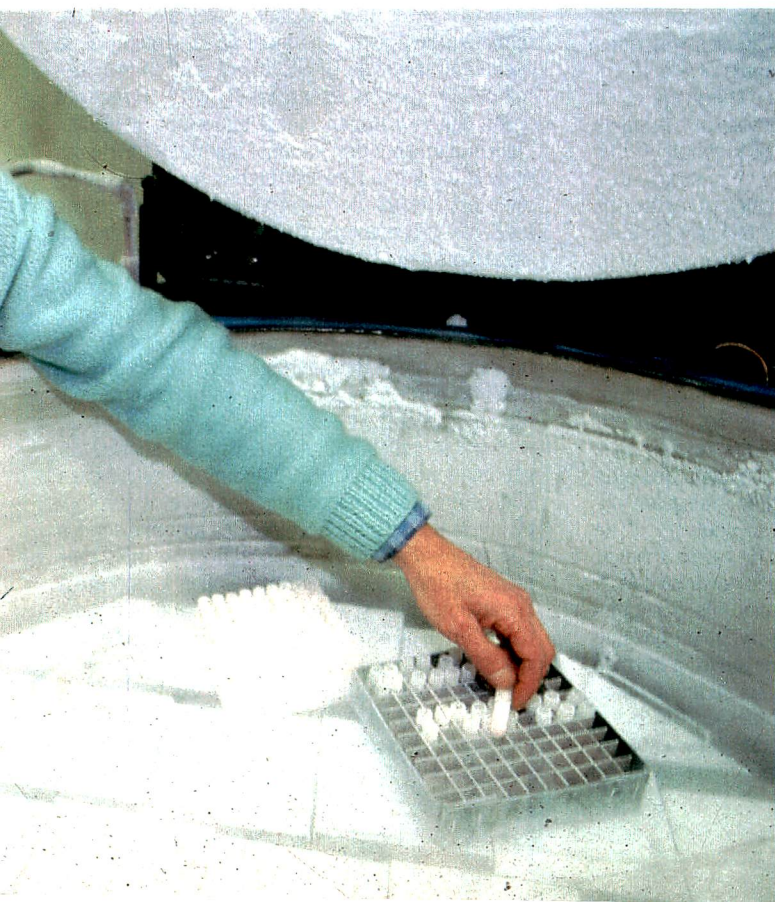
Grâce aux méthodes couplées d'électrophorèse en champ pulsé et de clonage dans la levure, on dispose rapidement et en grandes quantités du fragment contenant le gène qu'on veut examiner. Celui-ci est alors sectionné, chaque morceau étant ultérieurement introduit dans des bactéries. Elles joueront à leur tour le rôle de mères porteuses. Il ne reste plus, dès lors, qu'à isoler le clone bactérien contenant le fragment intéressant qui a désormais une taille "séquençable".

Le séquençage s'effectue en général par la méthode "manuelle" dite de Maxam Gilbert (**encadré page 29**), ce qui représente un travail extrême-

ment laborieux et répétitif. Cependant, certains procédés permettent depuis peu d'analyser près de 100 fragments d'ADN différents simultanément. Actuellement, les séquenceurs automatiques autorisent la détermination de l'enchaînement de 6 000 bases par jour. Mais des prototypes beaucoup plus performants sont à l'étude. Malgré l'existence de machines à séquencer, ce travail est coûteux. On évalue le coût du séquençage à une dizaine de francs la base, soit une facture de 30 milliards de francs pour les 3 milliards de bases de l'ADN.

Si la tâche est ardue et onéreuse, il est d'ores et déjà prévisible que les bénéfices que l'humanité retirera de ces connaissances seront considérables et concerneront des disciplines aussi variées que la médecine, la biopharma-

**Connaître
son propre
génom ?**



cie, le génie génétique ou la phylogénèse (partie de la biologie qui étudie le mode de formation des espèces et leur développement au cours de l'évolution). C'est finalement toutes les sciences de la vie qui seront révolutionnées par le déchiffrement du génome humain.

La France a pris de l'avance dans l'une des voies de recherche que nous avons exposées : celle de la cartographie génétique. Les travaux ont d'ailleurs débuté bien avant le lancement du projet américain "génomique humaine", sous la direction du Pr Jean Dausset, prix Nobel de médecine en 1980, et du Pr Daniel Cohen. Ces deux éminents chercheurs ont créé à l'hôpital St Louis à Paris, un centre autonome de collecte et de diffusion d'informations génétiques ; le Centre d'étude du polymorphisme humain (CEPH). L'objectif premier de ce centre, unique au monde, était, plus modestement, de faciliter l'identification de gènes responsables de maladies génétiques.

Le Pr Dausset avait associé à son entreprise l'Américain Ray White, chercheur à Salt Lake City, Utah. White, lui, avait commencé à étudier les généalogies de nombreuses familles de Mormons et d'Amish, deux sectes religieuses dont les membres sont traditionnellement très prolifiques. Peu à peu, le CEPH rassembla le matériel génétique de 800 individus appartenant à une soixantaine de familles très nom-

breuses (4 grands-parents, 2 parents et 8 à 15 enfants vivants) aux Etats-Unis, au Venezuela et en France. Les globules blancs prélevés sur ces sujets ont été immortalisés par infection virale (virus d'Epstein-Barr, qui provoque la mononucléose), afin d'être maintenus indéfiniment en culture. Ils sont conservés à moins 180° dans de l'azote liquide, d'où ils peuvent être extraits à tout moment pour fournir de grandes quantités d'ADN. A partir de ces ADN, les biologistes ont localisé des repères tout au long des 23 paires de chromosomes et établi les distances génétiques qui les séparent.

Mais ce n'est pas tout. Les bornes choisies sont ce qu'on appelle des marqueurs polymorphes, c'est-à-dire qui existent sous différentes formes chez l'homme. Le gène qui code pour la couleur des yeux est ainsi un marqueur polymorphe, puisqu'on observe une très grande variété de couleurs et de nuances dans nos yeux. En plus de certains gènes, on a utilisé comme marqueurs des portions d'ADN non codantes, qui fournissent des jalons supplémentaires. De tels marqueurs servent en quelque sorte de révélateur permettant de suivre à la trace le devenir d'un chromosome au sein d'une famille.

La banque de données génétiques du CEPH est utilisée par de nombreux chercheurs dans le monde. Imaginons qu'une équipe désire localiser

sur la carte génétique le gène responsable d'une maladie héréditaire. On pourra, grâce aux quelque 2 000 repères déjà recensés sur cette carte, repérer la portion de chromosome dans laquelle se trouve ce gène. Pour ce faire, on recherchera s'il a un marqueur connu, toujours associé à ce gène au cours des générations. Par exemple, si tous les enfants malades ont les yeux bleus, ou sont rhésus négatif, ou bien encore possèdent un groupe sanguin précis, etc., les chercheurs en déduiront quel est le repère voisin du gène qu'ils étudient. Dans la réalité, il ne s'agit pas d'observer la "liaison génétique" de ce gène avec quelques caractères, mais avec les 2 000 repères déjà recensés. Le travail à réaliser est d'autant plus gigantesque que les expériences doivent être répétées sur une vingtaine de familles afin que les résultats soient statistiquement interprétables. Grâce à la base de données et au programme informatique du CEPH, quelques jours ou quelques semaines suffisent. Le programme peut, en outre, déterminer la distance génétique entre les repères connus et le gène à étudier. Cet incroyable gain de temps n'est possible que parce le matériel de référence existe, dûment stocké et étiqueté : c'est l'ADN des 60 familles du CEPH. Plus il y aura de "bornes", plus la localisation sera précise.

« Il faut, dit Cohen, des cartes de plus en plus denses. On en est à quelque 2 000 jalons, et nous voulons arriver à une dizaine de milliers. »

Le CEPH est un organisme privé, créé indépendamment de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) et du Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Il recevait à son départ un financement important des Etats-Unis, notamment des National Institutes for Health et de la fondation Howard Hughes, mais ce financement est en train de s'épuiser, peut-être parce que les Etats-Unis voudraient eux-mêmes se doter d'un organisme semblable, afin de continuer à dominer le projet du génome humain. Le CEPH sera dorénavant financé à 50 % par le ministère de la Recherche et de la Technologie, mais restera indépendant. « Si un jour ce mode de fonctionnement doit s'arrêter, nous fermerons, dit Cohen. Si on perd notre souplesse, on meurt. »

Outre la collaboration mondiale à l'analyse du génome humain, le CEPH poursuit des recherches d'identification de gènes de maladies, et il développe du matériel pour accélérer et automatiser les opérations de biologie moléculaire. Le mois dernier, l'équipe des Pr Dausset et Cohen a rapporté à l'Académie des sciences l'identification du gène d'une forme de myopathie, la myopathie des ceintures.

Enfin, atout de plus : un nouveau laboratoire a été créé à Evry, près de Paris. Dévolu à la génétique moléculaire et associant le CEPH et l'Association française contre les myopathies, il a été appelé

Breveter des gènes humains ?

IDENTIFIER L'UNE APRÈS L'AUTRE TOUTES LES "LETTRES" DE L'ADN

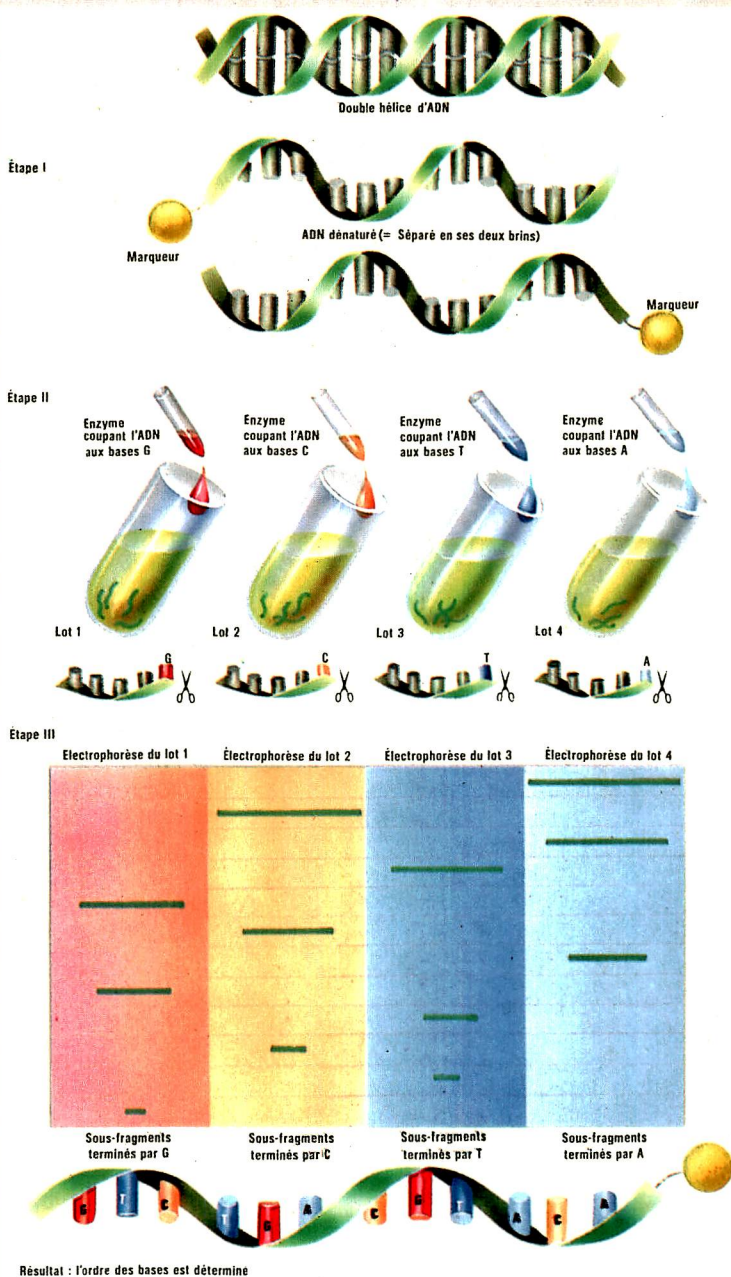
Au départ, on a un morceau d'ADN de quelques centaines de nucléotides, que l'on a "polycopié". On "marque" chacun des multiples exemplaires à l'une de ses extrémités et on partage l'ensemble en quatre lots (**ci-contre, étape I**).

Le lot n° 1 est soumis à un réactif qui casse le fragment au niveau de G (le nucléotide qui contient la base guanine) ; le lot n° 2, à un réactif qui coupe au niveau de C (la base cytosine) ; le lot n° 3, à un réactif qui tranche au niveau de T (la base thymine) ; le lot n° 4 à un réactif qui scinde au niveau de A (la base adénine). Dans les quatre lots, chaque segment ne sera coupé qu'une fois, à hauteur de la base indiquée, mais tout à fait par hasard. Si, par exemple, on soumet plusieurs fragments formés de la séquence GCAGATACGC à un réactif qui coupe en A, on obtient des sous-fragments GCA, d'autres GCAGA, d'autres encore GCAGATA (**étape II**).

Une fois les fragments coupés, on fait subir aux quatre lots une électrophorèse en parallèle, c'est-à-dire que l'on divise le gel en quatre colonnes et que l'on introduit en haut de la première colonne le lot coupé en G, en haut de la seconde le lot coupé en C, en haut de la troisième le lot coupé en T, et en haut de la quatrième le lot coupé en A.

Ces molécules d'ADN étant chargées électriquement, dès que le courant est établi, les sous-fragments se mettent à migrer dans leur section respective, les plus longs progressant le moins loin (**étape III**).

L'opération terminée, la place de chaque sous-fragment est révélée grâce au marquage radioactif (les chutes des coupes ont, elles aussi, migré, mais comme elles ne sont pas "marquées", leur position n'est pas repérable). Il ne reste plus alors qu'à "lire" le gel en commençant par le bas. Si la parcelle la plus lointaine, donc la plus courte, se trouve dans la colonne du lot coupé en A, c'est que la séquence recherchée se termine par A. Si, ensuite, la parcelle juste avant se trouve dans la colonne C, on peut en déduire que C précède A (n'oublions pas que l'électrophorèse est précise à un nucléotide près). Ainsi, en remontant, on peut recomposer, nucléotide après nucléotide, la séquence étudiée.



Généthon (pour "génétique et téléthon", l'opération télévisée qui procure à l'AFM d'importants revenus). Dirigé par les Prs Cohen et Jean Weissenbach, de l'Institut Pasteur, Généthon est la "force de frappe" française dans le domaine de la génétique. Le

financement prévu est de 150 MF pour les trois années à venir.

Généthon a réuni, en quelques mois, une équipe de 70 chercheurs et techniciens français et étrangers, et une vingtaine de machines automatisées

fabriquées en France par la société Bertin (ce sont des prototypes qui ne seront commercialisés dans leur version définitive qu'en 1991). Généthron dispose de la banque de cellules "immortalisées" du CEPH. « Les efforts de laboratoires individuels ont souvent été dérisoires jusqu'à présent, dit Weissenbach. Nous allons travailler comme des industriels dans trois grandes directions : la constitution d'une banque d'ADN, la localisation des gènes qui nous intéressent et leur identification. »

Pour Bernard Barataud, président de l'AFM, il n'existe « aucune structure comparable ni par la taille ni par l'esprit. C'est un outil stratégique pour aller vite ». L'objectif est d'arriver, dans les trois ans qui viennent, à localiser les gènes des 40 formes de myopathies, maladies neuromusculaires qui affectent aujourd'hui 50 000 Français.

Ce "livre", précisons-le, ne décrira pas la séquence génétique d'un individu en particulier, mais une séquence assemblée à partir d'échantillons de milliers d'individus, et représentera le génome de référence de l'espèce *Homo sapiens sapiens*. Il deviendra un outil indispensable à la médecine. « Pratiquement toutes les maladies, à l'exception des maladies infectieuses ou celles provoquées par les accidents de la route, sont associées à des gènes », rappelle le Pr Cohen. La connaissance des gènes impliqués mènera à celle des protéines défectueuses, et permettra, dans une première étape, la mise au point de médicaments précisément ciblés. On pourra par la suite corriger les défauts génétiques par thérapie génique, c'est-à-dire par l'introduction, dans l'organisme atteint, du ou des gènes normaux correspondants.

La thérapie génique appliquée aux cellules somatiques d'un être humain fait l'unanimité ; le Comité

OÙ EN EST NOTRE CONNAISSANCE DU GÉNOME

L'état de nos connaissances en matière de génome humain est illustré sur un grand "poster" publié par la revue *Science*. Chacun de nos chromosomes (23 paires) y est figuré par trois diagrammes représentant les trois types de carte. Et chaque diagramme est découpé en bandes correspondant à différentes zones du chromosome. Des couleurs allant du blanc au rouge indiquent, en pourcentage, ce que l'on sait dans chaque type de carte par rapport à ce qui reste à découvrir. Nous publions ici pour l'exemple les diagrammes du chromosome 21.

La carte physique. Elle donne les longueurs occupées par les gènes connus ainsi que les distances entre gènes ou autres jalons connus, en nombre de bases (b), de milliers (kb), ou de millions (Mb) de bases. Si on compare un chromosome avec une avenue jalonnée d'immeubles, de magasins, etc., la carte physique permet ainsi de savoir que la mairie s'étend sur 40 mètres et qu'elle est à 500 mètres du cinéma. Le diagramme de *Science* (1) montre que le pourcentage de gènes connus par rapport au nombre total estimé de gènes présents sur ce chromosome est encore très faible. Entre 1 et 5 % pour la plus grande partie, avec deux petites portions entre 5 et 10 %.

La carte biochimique. Elle identifie une à une les bases qui se suivent sur la molécule d'ADN. Grâce à elle, toujours dans notre avenue, on saura, par exemple, que de la mairie au cinéma, il y a un mur, une porte, un mur, puis un autre mur, une porte, un mur, puis une rue, un mur, une porte, puis encore une porte, un mur, une rue, et ainsi de suite. Le diagramme de cette carte (2) indique que notre degré de connaissance est encore moins brillant

que pour la carte physique, puisqu'une majorité du chromosome est en blanc (de 0 à 0,05 %), avec quelques portions en jaune plus ou moins pâle (0,05-0,1 % ou 0,1-0,5 %) ou en orange clair (0,5-1 %).

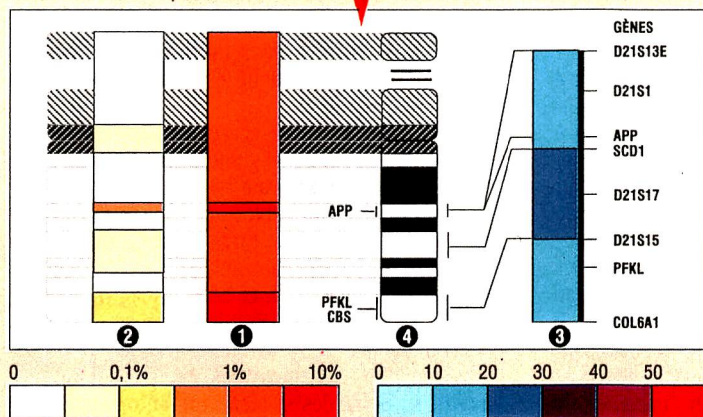
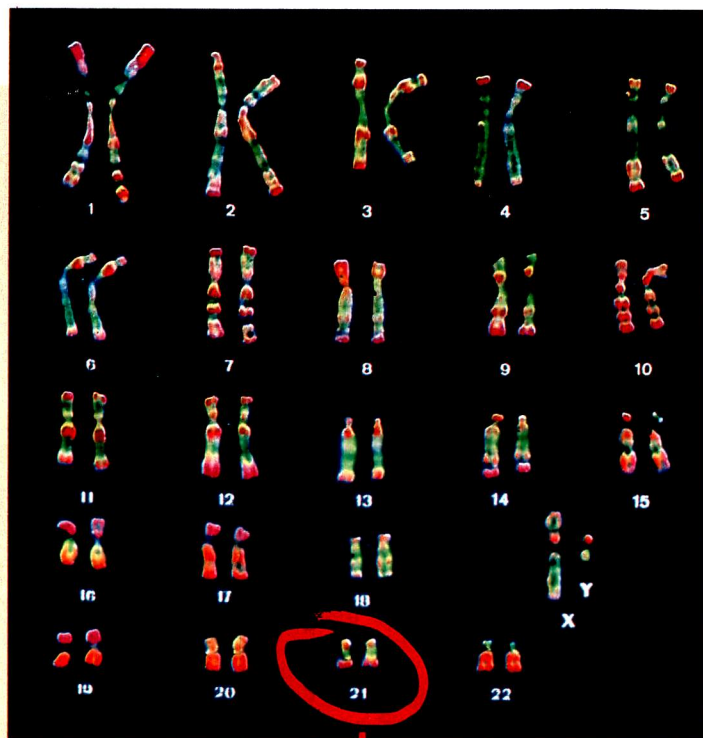
La carte génétique. Elle repère les degrés de proximité entre gènes ou autres portions d'ADN. Ainsi, elle permet de savoir que le gène responsable de tel caractère ou de telle maladie, mais dont on ne connaît pas l'emplacement, est voisin de tel autre gène connu. En revenant à notre avenue, la carte génétique nous indiquerait que M. Untel doit habiter près de la boulangerie du Pain, puisque, au bureau, ses collègues le voient souvent arriver avec des croissants dans un sachet portant ce nom.

Le diagramme concernant cette carte (3) montre que sur les premier et dernier tiers du chromosome 21 on connaît une quinzaine de sites de gènes polymorphes (responsables de différentes nuances d'un même caractère, comme la couleur des yeux, par exemple), tandis que sur le tiers central on en compte une trentaine. L'épais trait vertical noir qui borde ce diagramme est une échelle de mesure équivalant à 30 centimorgans environ (voir plus loin).

Sur le schéma du chromosome (4), les bandes noires symbolisent les zones qui apparaissent en foncé sous l'effet de certains colorants et où l'ADN est plus serré. La comparaison du diagramme génétique avec ce schéma illustre bien le décalage existant entre distances génétiques, qui sont évaluées en centimorgans (unité exprimant la fréquence à laquelle deux gènes se transmettent ensemble d'une génération à l'autre) et les distances réelles, mesurées en kilobases.

consultatif national d'éthique a d'ailleurs donné, le 14 décembre, un avis favorable à ce type de thérapie, (à l'exclusion des cellules sexuelles), si la maladie est grave et implique un seul gène. Certains chercheurs envisagent en effet l'utilisation de cette technique sur les cellules germinales (ovules, spermatozoïdes) ou sur les embryons de quelques jours. Le principe consisterait à modifier pratiquement dès leur conception, le patrimoine génétique d'individus porteurs de graves maladies héréditaires.

Lors d'un colloque à Valence (Espagne) sur les questions éthiques soulevées par les recherches sur le génome, le Pr Jean Dausset a dénoncé les risques de dérapage de cette approche : « La thérapie ger-



minale doit être totalement écartée et cela pour trois raisons. (...) D'abord, rien ne la justifie dans la mesure où face à un risque de maladie héréditaire, on dispose de plus en plus de diagnostics prénatals fiables. Ensuite, dans l'état actuel de nos connaissances, cette technique contribuerait davantage à détériorer qu'à améliorer la race humaine. Enfin, la possibilité de modifier le patrimoine génétique ouvre la voie à toutes les dérives : techniquement, rien n'empêchera un pouvoir au service d'une idéologie totalitaire d'utiliser ces méthodes pour fabriquer en série des soldats ou des esclaves. » En France, le Comité national d'éthique, dont Jean Dausset est l'un des membres, a pris sur la thérapie

géminal une position allant dans le même sens.

Doit-on, par exemple, connaître son propre génome ? On a identifié un gène responsable de la chorée de Huntington, maladie rare caractérisée par la détérioration du système nerveux, qui apparaît vers 35 à 40 ans. Faut-il faire ce test chez des parents futurs, avant que les symptômes s'en manifestent, pour éviter que le défaut soit transmis à un enfant ? Un enfant né dans une famille où cette maladie est répandue sera certainement soulagé d'apprendre que le gène défectueux ne lui a pas été transmis. En revanche, sa vie ne sera-t-elle pas pénible s'il apprend qu'il sera atteint, dans dix ou vingt ans, d'une maladie mortelle, et à ce jour incurable ?

De même, en supposant que l'existence du gène défectif ait été révélée, un employeur, ou une compagnie d'assurances, devraient-ils en être informés, ce qui pourrait inciter le premier à refuser un emploi à l'individu condamné et le second, un contrat d'assurance ? Si le secret est préservé, l'individu porteur du gène fatal sera-t-il en droit de souscrire à une forte assurance vie pour en

faire bénéficier sa famille ?

On connaît depuis une dizaine d'années l'existence de gènes qui rendent leurs porteurs particulièrement vulnérables aux effets toxiques de substances se trouvant dans certains environnements professionnels. Dans plusieurs pays, notamment aux Etats-Unis, les employeurs ont le droit de faire passer aux candidats des examens médicaux (épreuves psychologiques, rayons X pour dépister une fragilité lombaire, analyses d'urine pour déceler des toxicomanies), mais jusqu'ici, en principe, ils n'ont pas le droit de dépister une prédisposition à une maladie future et hypothétique. Toutefois, un jugement américain a déclaré qu'une société peut refu-

ser un emploi à un candidat si celui-ci encourt un risque de 90 % d'avoir un infarctus au cours de son travail. Pour le moment, aucune épreuve ne peut permettre de calculer ce risque, mais cela ne saurait tarder...

Enfin, supposons, à l'inverse, que l'individu postule à un emploi où il peut faire courir un risque à d'autres (pilote d'avion, chauffeur de car, aiguilleur du ciel) : l'employeur aurait-il le droit de ne pas exiger un test susceptible de révéler une fragilité qui constitue un risque grave pour les usagers ?

Ces exemples ne sont que la partie apparente de l'iceberg que fera surgir cette connaissance du génome. Il est très vraisemblable que l'on réussira à identifier le gène ou les associations de gènes qui prédisposent à l'infarctus du myocarde, aux

diverses formes de diabète, à l'alcoolisme, au tabagisme, à certains cancers. On parviendra sans doute aussi à identifier les gènes prédisposant à certains comportements ou "talents", les gènes des maths ou du commerce. Une étude sur 400 personnes en Californie indique ainsi qu'il existe un gène de l'"oreille absolue", cette faculté rare qui permet à certains individus (environ 1 sur 2 000) de reconnaître ou d'émettre une note sans référence au diapason. L'examen d'entrée au conservatoire devrait-il comprendre le dépistage de ce gène rarissime ?

On peut imaginer la suite. Au fur et à mesure du décryptage du génome humain, on établira des associations entre des

traits physiques, des prédispositions psychologiques, des "profils génétiques" d'un chef d'entreprise, d'un commerçant, d'un chef d'Etat. Des mesures prédictives fiables ne devraient-elles pas pondérer les résultats scolaires pour mieux "orienter" les élèves ?

Sir Walter F. Bodmer, directeur des recherches et président du HUGO (organisme de coordination des recherches sur le génome humain) a déclaré récemment devant le parlement britannique : « Il me semble important que, si un dépistage génétique de la prédisposition aux maladies devient disponible sur une grande échelle, il soit fait sur la base du volontariat et non d'une obliga-

tion(...) Dans l'avenir prévisible, les problèmes principaux seront de décider comment disposer des informations sur la susceptibilité génétique aux maladies, et comment s'assurer que ces informations seront utilisées à bon escient sans être révélées à des tiers d'une façon qui pourrait désavantager l'individu. » Il ajoutait : « Je crois que nous ne devrions pas avoir peur de posséder de telles informations et de les utiliser pour le bénéfice des individus. Nous ne devrions pas nous contenter de dire que ce sont des informations dangereuses qu'il ne faut pas se procurer. L'ignorance est sûrement, et toujours, plus dangereuses que la connaissance. »

Autre débat : vu l'importance des sommes mises en jeu, pourra-t-on s'approprier en les brevetant les gènes humains que l'on aura contribué à identifier et à localiser ? Là aussi les positions divergent. Côté français, Jean Dausset juge que le corps humain n'étant la propriété de personne, les découvertes sur le génome ne peuvent être source d'aucun profit. Mais les Américains, aux positions plus libérales, ont menacé, il y a peu, de garder pour eux les séquences du génome qu'ils arriveront à décrypter, si les autres pays ne consentaient pas à investir, à leur tour, dans des programmes de recherche conséquents. En clair, pas question d'être les seuls à payer pour un travail aussi colossal, dont les résultats bénéficieront à tout le monde.

Il est vrai que si les chercheurs ont choisi de collaborer au sein de ce grand projet international de séquençage du génome humain, les intérêts et le prestige des grands blocs pèsent aussi dans la balance. Jusqu'ici les Etats-Unis dominant, la France et les Européens suivent. Mais les technologies se vendent aussi, et ce sont celles du chef de file qui se vendent le mieux. La nouvelle impulsion donnée au programme français pourrait bien modifier cet ordre des choses. Quand on mettra au point des séquenceurs automatiques, il faudra acheter européen, ou américain. C'est le défi auquel s'est attaqué le projet européen Eurêka-Labimap 2001 (Laboratoire de biologie moléculaire automatique et programmable) auquel participe la société Bertin. Objectif : définir, développer, construire et commercialiser une chaîne d'automates compatibles entre eux et capables de toutes les opérations de la biologie moléculaire, ainsi que fournir les réactifs chimiques utilisés.

On devine les ambitions, les tiraillements politiques, les rivalités. Nous sommes bien loin du petit modèle en carton et fer blanc que Francis H. Crick et James D. Watson ont bricolé en 1953 pour illustrer la structure de l'ADN. Parfois les chercheurs y perdent leur sérénité...

**Marie-Françoise Lantiéri
et Alexandre Dorozynski**



Une curiosité "sacrilège" ? Des voix s'élèvent aujourd'hui pour blâmer les chercheurs qui veulent décrypter le génome. Rappelons à ces détracteurs qu'au XVI^e siècle leurs semblables avaient condamné l'anatomiste flamand A. Vesale pour avoir fait les premières dissections du corps humain.

Comment j'ai réussi facilement à parler l'anglais

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

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

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

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

Rien à apprendre par cœur. La méthode m'a paru aussi très progressive: elle commence avec des leçons vrai-

ment faciles (vous pourrez, vous aussi, le constater avec la cassette gratuite) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Il n'y a jamais rien à apprendre par cœur et rapidement, j'ai pu comprendre l'essentiel d'une conversation, d'une émission de radio ou d'un article de journal. Ensuite, on constate que l'on «pense» directement dans la langue. Jamais je n'imaginai être capable de parler l'anglais en si peu de temps. Des anglais m'ont d'ailleurs dit qu'ils croyaient que j'avais séjourné longtemps en Angleterre. J'ai été étonné aussi, de voir combien il est pratique d'étudier seul, au moment de son choix (moi, j'étudiais le soir, au lit, juste avant de m'endormir). Après deux mois d'étude, je me sentais déjà «débrouillé» et maintenant quelque temps après, je peux dire que je suis capable de converser.

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

nonciation parfaite. C'est leur prononciation que je reproduis instinctivement.

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

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

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

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

A 14L

Bon à retourner à Service A, Centre d'Etudes,
1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75847 Paris Cédex 17.

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

☐ Anglais ou ☐ Allemand

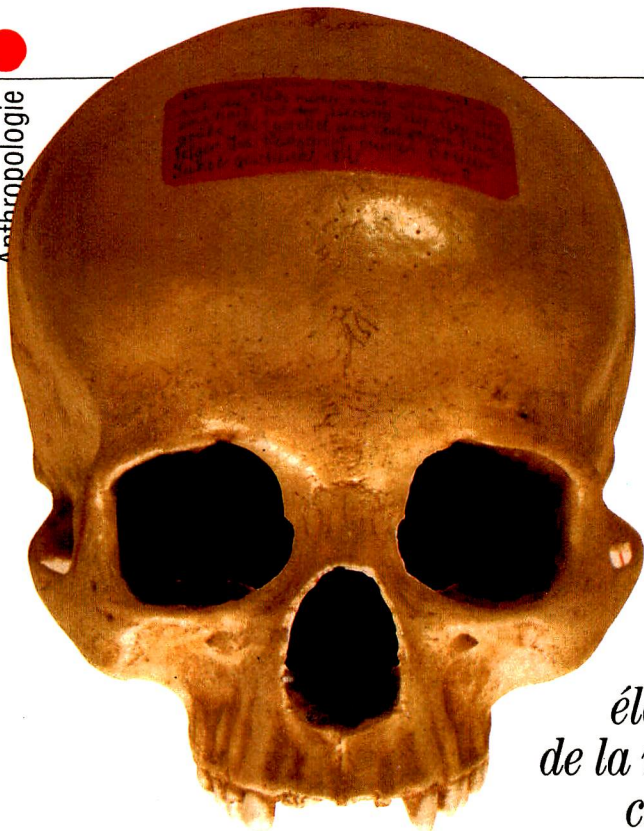
(Joindre 3 timbres pour frais; pays hors Europe:
joindre 5 coupons-réponse.)

Mon nom: Mon prénom:
(majuscules SVP)

N° et Rue:

Code postal: Ville:





C'EST BIEN LE CRÂNE DE MOZART

Exemple des progrès remarquables de l'anthropologie, servie par les techniques électroniques à disposition de la médecine légale : on a pu confirmer que le crâne dit de Mozart préservé en Autriche est bien celui du génial musicien. Le spécialiste de l'exploit ⁽¹⁾ détaille ici son enquête.

Lorsque le corbillard portant la dépouille du musicien arriva, le 6 décembre 1791, au cimetière St-Marx, à Vienne, il faisait presque nuit. Seul le fossoyeur Simon Preuschl était là ; le cocher déposa le permis d'inhumer et le cercueil, puis s'en fut. Celui-ci fut placé dans la chapelle où l'on entreposait d'habitude les cercueils pour lesquels les fossoyeurs n'avaient pas terminé de creuser la tombe, ou d'ouvrir la pierre tombale du caveau familial. Là, la raison de l'attente était autre : Mozart arrivait simplement après les heures ouvrables du cimetière. Le lendemain, Preuschl et son second, Joseph Rothmayer, le retirèrent pour l'inhumation dans la fosse commune.

Soixante-quatre ans plus tard, le 25 novembre 1855, par une déposition du fils de Rothmayer, Ludwig, auprès de la municipalité de Vienne, on apprenait que la fosse commune était alors divisée en quatre secteurs de quatre cercueils chacun. Son père, se souvenait très précisément où avait été déposé le corps de Mozart. Une enquête officielle motivait cette déposition. En effet, un certain Jacob Hyrtl avait affirmé être en possession du crâne de Mozart, récupéré illégalement en 1842 auprès d'un

autre fossoyeur. Ce Jacob Hyrtl était le frère du célèbre anatomiste viennois Joseph Hyrtl, passionné par les crânes des personnages exceptionnels, et qui avait dans sa collection des moulages de celui de Beethoven et de Schubert. Il expliqua que le crâne avait été sauvé lors du remembrement de la fosse, en 1801. Conservé au Mozarteum de Salzbourg, ce crâne, objet de notre étude d'aujourd'hui, était-il bien le vrai ?

Première étape pour l'anthropologue en quête de la vérité : vérifier si le crâne en question est celui d'un homme ou d'une femme. Le sexe se définit essentiellement par la grandeur du crâne : le cerveau d'un homme est souvent plus volumineux que celui d'une femme. La différence moyenne est de 100 cm³. Or, les os du crâne ne sont en quelque sorte qu'un moulage fidèle, en empreinte négative, des formes du cerveau. En somme, l'os suit, dans son développement, le cerveau, et se moule sur lui. Pour mesurer la capacité d'un crâne, chacun a sa méthode : certains utilisent les grains de riz, ici on a utilisé des graines de moutarde dont on a rempli le moulage du crâne. Résultat : la capacité cérébrale du crâne du Mozarteum — comme, par ailleurs, les

dimensions d'une canine — correspondent bien au sexe masculin.

D'autres traits masculins indéniables sont présents sur ce crâne : l'apophyse mastoïde derrière l'oreille est plus grosse que celles des femmes en général, laissant supposer des insertions musculaires plus robustes. Cependant, le volume des orbites présente un caractère féminin. Deux éléments précisent qu'il s'agit d'un crâne adulte : les racines de la dent de sagesse sont complètement formées et l'usure des dents, qui donne un âge compris entre 25 et 40 ans.

Voilà donc un crâne mêlant des traits masculins marqués à des éléments plus féminins, et venant certainement d'un adulte jeune. Il est difficile d'en savoir plus, car on a perdu la mâchoire inférieure. Dans un des déménagements de la collection de Hyrtl, originellement entreposée à Modling dans la banlieue viennoise, cette mâchoire inférieure, pourtant accrochée au crâne par des fils métalliques, n'a pas suivi. Elle dort sans doute toujours quelque part dans la collection du Musée de l'école de médecine de Vienne.

Les anatomistes ont l'habitude de classer les populations en fonction, entre autres, de la longueur et de la largeur du crâne vu de dessus, et d'affiner cette catégorisation par d'autres mesures sur le massif facial : hauteur et "projections" de la face. Les recherches de l'Américain W. W. Howell sur les différentes populations du globe ont ainsi permis un classement des formes de crâne à l'aide d'indices spécifiques, par exemple, des Germains,

des Slaves, etc. Si les anatomistes américains peuvent se "contenter" de deux mesures pour distinguer les crânes noirs américains, ou indiens canadiens, des crânes d'hommes blancs, tant les différences morphométriques sont apparentes, les spécialistes allemands ont dû affiner leurs mesures : une ville comme Vienne, brassant des dizaines de types européens, hébergeait des populations plus difficiles à identifier. Nombre de collections anatomiques datant du XVIII^e siècle sont des mines de renseignements pour les anthropologues. Elles contiennent en effet des crânes répertoriés d'hommes d'Europe centrale — Roumains, Tchèques, Hongrois — dont on connaît la date de naissance et de mort, le métier, et très souvent les manies, ou le passe-temps. Ce sont autant de repères comparatifs. Le crâne du Mozarteum correspond à l'indice des Allemands du Sud, avec toutefois une anomalie ou dysmorphie de l'os frontal.

En effet, le front est de forme ovoïde — c'est ce qu'indique, avec une valeur de 80,7, l'indice nasion-bregma (hauteur du front divisé par sa largeur et multiplié par 100), qui permet une classification des fronts — et le pourtour frontal des orbites est effacé. Ce trait est accentué par le fait que le bord inférieur des orbites et de l'épine nasale avancent. Mais surtout les empreintes des petits canaux vasculaires le long de l'axe vertical du front — emplacement de la soudure des deux moitiés du front dit suture métopique — et l'angle trop ouvert du bord supérieur latéral des orbites, dû au bombement anormal du front, indiquent que cette suture des os



Portrait-robot. La reconstitution du visage (ci-dessous), à l'aide de téléradiographies du crâne de Mozart (page de gauche), n'est pas si éloignée du portrait fait à Bologne du vivant du musicien (ci-contre). Les anthropologues ont, en effet, reconnu cette boîte crânienne comme étant celle du compositeur de la *Flûte enchantée*, du *Concerto pour flûte et harpe* et de tant d'autres chefs-d'œuvre.



du front a été précoce, voire prématurée (*).

En outre les dimensions du crâne se situent dans les marges de celles de crânes allemands brachycéphales, les têtes rondes. A l'analyse, la face est large, comparée au périmètre du crâne. La base en est particulièrement développée, ce qui a favorisé une avancée de la mâchoire supérieure, dont les dents partent en avant.

Mais en médecine légale, description n'est pas identification. Une affaire proche de nous, celle du crâne du Dr Mengelé, nous le rappelle : le cadavre exhumé au Brésil, à Embu en 1983, appartenait-il au médecin allemand ? Si celui-ci s'était mis en quête d'un sujet de sa taille, de sa corpulence, ayant eu un accident à la jambe, comme lui, ayant entraîné une boiterie, comme lui, qui aurait pu faire la différence ? Simon Wiesenthal, le chasseur de nazis, est toujours persuadé qu'il ne s'agissait pas de Mengelé, et qu'une supercherie de ce type a été utilisée. Au congrès de médecine légale de Vancouver, en 1987, le conférencier qui devait amener les preuves absolues de l'identification de Mengelé a étrangement renoncé, sans raison apparente, au dernier moment. Du coup, on pouvait à nouveau tout soupçonner, l'analyse des dents, du crâne, des os. Une dentiste a d'ailleurs affirmé avoir soigné, quelque temps avant, un homme qui était peut-être Mengelé puisque sa formule dentaire correspondait à celle qu'il aurait pu avoir. Si Mozart avait eu un sosie, on conçoit que le signalement descriptif et cette dys-

morphie rare de l'os frontal (1 personne sur 10 000) qui le caractérisait ne suffise plus. Si c'est bien "lui", il a été déterré et, pour le vérifier, nous disposons du microscope électronique à balayage (MEB).

Cet instrument permet de détecter, en effet, des dépôts infimes de silice incrustés dans l'émail des dents et des grains de sable amenés par des bactéries à l'intérieur des canaux pulpaire des incisives fracturées. Vérification faite, ce crâne-là a bien été enterré et il est resté plusieurs années en contact direct avec un sol ; celui-ci, par ailleurs, est de même nature que celui de St-Marx. Mieux : sur un trait de fracture d'une incisive, on a pu photographier des cellules sanguines, ce qui suppose que les incisives ont été fracturées lors de la manipulation du corps au cours de l'enterrement.

D'autres altérations indiquent que le crâne a été nettoyé avant la complète destruction des matières organiques. C'est ainsi qu'une série d'entailles au couteau sur le rebord de l'ouverture nasale, de chaque côté de la face, associées à l'absence des os de la région de l'ethmoïde et à des marques de grattoir, indiquent un procédé qui pourrait faire penser à une préparation thanatologique. Les crânes osseux, faits de matière minérale, n'évoluent plus, et ne

pourrissent pas, au contraire des matières organiques qui les recouvrent et dont il faut se débarrasser. Hyrtl a mentionné qu'il avait ouvert la base du crâne à la recherche d'un signe distinctif dans l'oreille du musicien. Hyrtl avait disséqué l'oreille interne de Beethoven à la recherche d'une cause de sa surdité et a sans doute fait la même chose avec Mozart. A cette époque, d'ailleurs, on cherchait une cause anatomique à l'origine du génie musical ou de l'oreille absolue des musiciens. Certains ont même cru la trouver alors dans une certaine rectitude de leur conduit auditif...

En plus de ces traces, on retrouve, toujours au MEB, celles d'altérations dentaires spécifiques de Mozart telles que de fines rayures produites par l'usage du cure-dents au collet des canines et des premières prémolaires. Comme ces traces se trouvent sur des dents très écartées et qu'il n'existe pas de carie associée, on peut conclure que l'usage du cure-dents fut, chez Mozart, une manie plus qu'une mesure d'hygiène. Découverte de plus : des défauts de calcification de l'émail, qui révèlent des troubles métaboliques dans la première enfance ; ces stigmates ne sont pas accompagnés de malformations des dents, mais de canaux pulpaire élargis, ce qui pourrait être la conséquence d'un rachitisme dû à un manque de vitamines.

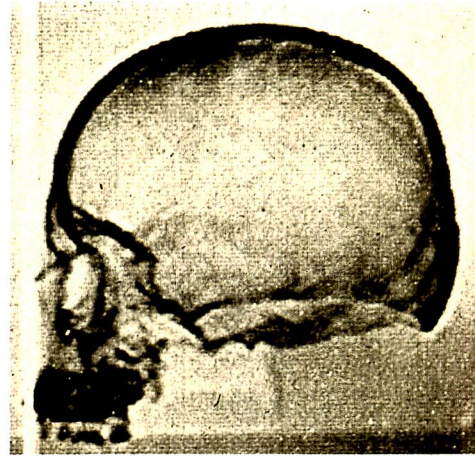
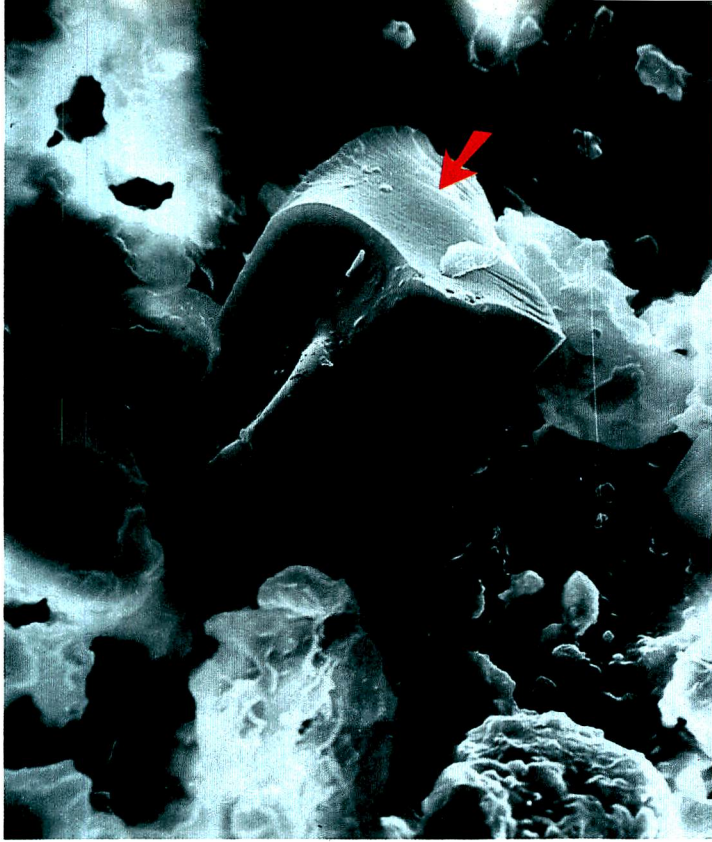
Jusqu'ici, il y a donc présomption d'authenticité. Reste à comparer les données recueillies avec les témoignages et les portraits du musicien. On le décrit comme ayant eu les yeux quelque peu exorbités, des sourcils haut placés, un nez faiblement modelé à la base (ensellure) et long. Sous le sillon naso-labial, qui est enfoncé, la lèvre supérieure est courte et avance. Nous avons donc superposé les points anthropologiques relevés sur le crâne avec ceux des portraits : la concordance des distances relatives fournit une preuve supplémentaire.

Et le perfectionnement de la technique du moulage de muscles sur un crâne a permis de reconstituer un visage qui ressemble bien à celui que nous restituons à peu près les portraits de Mozart.

Pourtant, la comparaison par ordinateur des dimensions et des sutures du crâne du Mozarteum avec les collections mémorisées de crânes humains — pour redonner un visage au musicien — s'est tout d'abord avérée impossible. En effet, nous l'avons déjà dit, il avait un crâne pathologique puisque sa suture métopique s'était fermée trop tôt. Or on n'a pas encore étudié l'effet de ces déformations chez l'adulte, en tout cas pas dans les programmes informatiques de ces ordinateurs. Quand on a essayé de donner au crâne de Mozart un visage, l'ordinateur a produit des images de reconstruction de visage sans aucun rapport avec les portraits de l'artiste.

Il a donc fallu modeler directement un visage sur un moulage du crâne. En commençant par le profil. On a fait, tout d'abord, dans un plan sagittal du

Médecine légale : description n'est pas identification



Le microscope électronique assiste Maigret. Il a détecté un grain de silice (flèche rouge), à l'intérieur du canal dentaire de cette incisive, qui est identique à ceux du terrain du cimetière St-Marx, à Vienne, où Mozart avait primitivement été enterré, le 7 décembre 1791. L'appareil a également trouvé, entre la canine et la première prémolaire, des traces de cure-dents, accessoire dont usait fréquemment le musicien. Enfin, la téléradiographie a permis de réaliser des clichés extrêmement précis des contours du crâne de Mozart (photo du bas), clichés que l'on a comparé, grâce à l'ordinateur, à des téléradiographies de crânes réalisées avec des rayons X mous (en haut). Ce type d'examen ayant l'avantage de laisser apparaître la boîte crânienne mais aussi les parties molles (cerveau, visage...), il a ensuite été possible, par comparaisons successives, de reconstituer le visage du musicien (voir photo p. 35).

crâne (passant verticalement par la ligne médiane entre l'occiput et le nez), une téléradiographie utilisant des rayons X produits en faisceaux parallèles (et non à partir d'une source unique, dont les rayons divergent et introduisent donc une erreur de parallaxe). On a donc pu suivre parfaitement sur cette radio les contours du crâne dans ce plan et on a pu les comparer — cette fois l'ordinateur a aidé — avec d'autres téléradiographies, faites dans le même plan et puisées dans les collections des radiologues, ayant travaillé sur des enfants. En effet, chez l'enfant, on utilise plus volontiers, en téléradiographie, des rayons X mous, qui laissent apparaître les parties molles.

Ainsi on a trouvé un crâne (ou plus exactement une série de crânes) ayant certains contours osseux identiques à celui de Mozart, et on a reporté, sur le profil du musicien, une épaisseur de pâte à modeler identique à celle des parties molles correspondantes (contours du nez, du front, etc...) Ensuite, les

comparaisons d'emplacements anatomiques codifiés (points sous-orbitaires, bordure des yeux, proéminence des pommettes, milieu des arcades zygomatiques) avec d'autres crânes, et la copie des parties molles qui s'y associent, toujours avec de la pâte à modeler, ont permis peu à peu de reconstituer le visage putatif. Et Mozart alors a ressemblé trait pour trait à Mozart.

Le crâne du Mozarteum est bien celui de l'auteur de la *Flûte enchantée*. On pourrait avec la même méthode, savoir lequel des divers prétendants au titre fut en réalité Louis XVII.

Pierre-François Puech

(1) Pierre-François Puech, avec François C'ianfarani et Stella Puech, du laboratoire du Musée de l'homme, à Paris, et de l'institut médico-légal de Marseille.

(2) Les craniosténoses, ou craniosténoses, sont des malformations dues à une fermeture prématurée ou précoce d'une ou plusieurs sutures de la voûte crânienne provoquant un défaut de croissance.

DROGUE (II): LES RACINES DU MAL *

Pavot, coca et cannabis poussent de préférence sur les ruines laissées par les guerres et le sous-développement, ou dans les zones reculées que les Etats ne contrôlent plus.

Les narco-dollars n'enrichissent pas seulement les trafiquants : ils financent aussi les conflits et renflouent les économies "en manque" de devises. Quant aux pays "consommateurs", qui ont tendance à se poser en victimes, ils ne sont pas blancs comme "neige"... Deuxième volet de notre grande enquête, cet article analyse les raisons historiques, politiques et économiques qui ont poussé certains pays à se lancer dans la production ou le commerce des stupéfiants. Le mois prochain : "Les pays en voie de désintoxication".

PAR MARC MENNESSIER



L'argent de la drogue. Ci-contre, les guerriers Karens transportent l'opium à travers la jungle birmane. Après blanchiment, les énormes bénéfices tirés de ce trafic profiteront majoritairement aux pays industrialisés.

Vingt millions de francs le kilo, soit deux cent cinquante fois le prix de l'or, voilà ce que coûte l'héroïne pure sur le marché de détail parisien. La dose d'un gramme se paie en effet autour de 1 000 francs, mais elle ne contient plus, en moyenne, que 5 % de "blanche". Il n'est pas besoin de sortir d'HEC pour se rendre compte que la drogue est — de très loin — le "business" le plus rentable du monde. Le trafic international (c'est-à-dire les échanges entre pays) représenterait le tiers

* Le mois dernier, un premier article passait en revue les plantes dont on extrait les drogues, et soulignait d'immenses différences entre la consommation traditionnelle "douce" et celle, désespérée, du drogué moderne.



des échanges mondiaux de pétrole, soit un pactole de 30 milliards de dollars. Mais si on compte tous les intermédiaires qui se servent au passage, on arrive à un chiffre d'affaires au niveau de la vente au détail, qui approcherait, selon certaines sources, les 500 milliards de dollars, soit 2 650 milliards de francs. Deux fois le budget total de la France !

Une chose est certaine : les paysans qui cultivent le pavot, la coca ou le cannabis ne récoltent que des miettes. L'essentiel des bénéfices se fait en aval, tout au long de la filière qui va de la transformation à la commercialisation. Ainsi l'opium brut est payé 250 à 300 francs le kilo dans le Triangle d'or — première région productrice du monde — au paysan birman, laotien ou thaïlandais. Transporté à dos de mule par des contrebandiers jusqu'à la frontière birmano-thaïlandaise, il est transformé en morphine-base, dont le prix tourne autour de 7 000–8 000 francs le kilo, puis en héroïne-base, laquelle se vend de 15 000 à 20 000 francs le kilo (il faut 10 kilos d'opium pour faire 1 kilo d'héroïne-base). A Bangkok, l'héroïne-base, c'est-à-dire l'héroïne pure, est convertie, par réaction avec de l'acide chlorhydrique, en chlorhydrate d'héroïne, une poudre soluble, et donc injectable par voie intraveineuse. Du coup, le prix a encore grimpé, puisque le produit fini se négocie, à 80–95 % de pureté, entre 40 000 et 60 000 francs le kilo.

De Bangkok à Paris : 2 500 % de plus-value

Nouveau bond à l'arrivée sur le marché de gros parisien : la même marchandise, sans avoir subi la moindre transformation, y vaut de 600 000 à 1 million de francs. Soit, entre la capitale thaïlandaise et la capitale française, une plus-value qui peut atteindre 2 500 % ! Pareil rapport est sans équivalent dans le monde des affaires, même si les risques (douanes, polices) sont ici beaucoup plus grands que dans l'import-export classique.

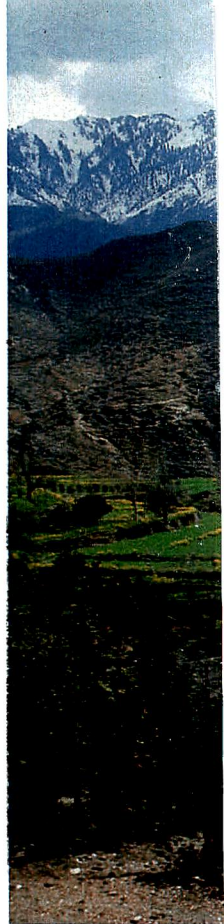
De grossistes en demi-grossistes, l'héroïne parvient finalement sur le marché de détail, où, avant d'être proposée aux consommateurs, elle est "coupée" avec divers excipients : talc, bicarbonate, glucose, etc. L'OCRTIS (Office central de répression du trafic illicite des stupéfiants, un organisme français dépendant du ministère de l'Intérieur) a même saisi des doses dans lesquelles l'héroïne était mélangée à du révélateur photo ou à du Destop ! Ce sont ces mixtures plus ou moins hétéroclites, où la drogue pure ne subsiste plus que dans la proportion d'une alouette pour un cheval, qui portent l'héroïne au prix exorbitant de 20 millions de francs le kilo. Soit, par rapport au coût initial de l'opium, un coefficient multiplicateur de 8 000 !

Mais les bénéfices sont encore plus "juteux" avec l'héroïne issue du Croissant d'or (deuxième région productrice d'opium, regroupant l'Afghanistan, le

Pakistan et l'Iran). Moins chère au départ, mais aussi onéreuse à l'arrivée, elle voit son coefficient multiplicateur grimper aux environs de 10 000. A titre de comparaison, la différence entre le prix payé aux paysans de Bolivie ou du Pérou pour leurs feuilles de coca et le prix de vente sur le marché new-yorkais de la cocaïne pure (diluée à 50 %) fait apparaître un coefficient multiplicateur qui, en 1989, n'était que de 600. Une misère par rapport à l'héroïne, mais une belle culbute tout de même !

Cela dit, à qui profite le crime ? Certainement pas au premier maillon de la chaîne, à ces va-nu-pieds faméliques qui cultivent pour survivre les arbustes, les plantes ou les herbes de mort. Ils habitent généralement les zones les plus défavorisées de pays dits en voie de développement — et qui sont souvent en voie de sous-développement. Car, à l'exception des champs de cannabis disséminés à travers les Etats-Unis (qui fournissent encore 3 500 tonnes de haschisch, soit le quart de la consommation américaine), la plupart des "terres à drogues" se trouvent dans des régions géographiquement inhospitalières, éloignées de tout, politiquement instables et, dans bon nombre de cas, en proie à des conflits locaux ou à des rivalités ethniques.

Aussi n'est-ce pas un hasard si la Birmanie et l'Afghanistan sont actuellement les deux grands pourvoyeurs d'héroïne de l'Occident. Les gouvernements de ces deux pays n'en contrôlent plus guère que les capitales, Rangoon et Kaboul, et certaines grandes villes. Partout ailleurs, l'anarchie règne, laissant le champ libre à la culture du pavot, qui n'a jamais été aussi florissante. "A la moindre insurrection, tout le dispositif patiemment mis en place pour lutter contre les trafiquants est bouleversé, voire démantelé", confie Pierre Gougéard, directeur de l'OCRTIS. C'est effectivement ce qui s'est passé en Birmanie, lors des émeutes de Rangoon, en 1988 : les quelques forces militaires et policières déployées dans les zones suspectes ont été rapatriées dare-dare dans la capitale. Quand l'incendie menace la maison, on laisse brûler la grange !





De la même façon, c'est grâce aux désordres engendrés par la guerre que l'Afghanistan est devenu le deuxième fournisseur du monde, avec, en 1989, une production d'opium estimée à 585 tonnes par le *Bureau of International Narcotics Matters* (INM, dépendant du département d'Etat américain), mais qui, selon l'OCTRIS, se situerait plutôt entre 800 et 1 000 tonnes. Quel que soit ce chiffre, il place l'Afghanistan loin derrière la Birmanie, qui caracole en tête avec une production comprise l'an dernier entre 2 600 et 2 800 tonnes. Au total, ces deux pays s'adjugent aujourd'hui plus des deux tiers de la production mondiale illicite d'opium.

Mais voyons cela de plus près, et commençons par le Croissant d'or (Iran, Afghanistan, Pakistan), puisque, selon Interpol, il fournit 80 % de l'héroïne consommée dans la seule Europe.

L'Iran est l'exemple même du pays à double face, ou à double jeu. D'un côté, ses dirigeants prétendent avoir complètement éradiqué la culture du pavot en menant une action énergique contre les trafiquants (passibles de la peine de mort); de l'autre, les Américains, bien renseignés, soutiennent que l'Iran continue de produire entre 200 et 400 tonnes d'opium par an. Une chose est certaine en tout cas: le pays des ayatollahs reste une voie de passage privilégiée pour l'héroïne fabriquée dans le



Les "terres à drogues" se cachent dans les régions les plus isolées et les plus inhospitalières du globe, comme c'est le cas de ces champs de pavot photographiés dans la vallée du Dir au Pakistan (en haut). Toujours dans ce pays, les zones tribales situées le long de la frontière avec l'Afghanistan échappent entièrement au contrôle des autorités gouvernementales. Elles sont progressivement devenues la plaque tournante de la fabrication et du trafic de l'héroïne provenant du Croissant d'Or (Pakistan, Iran, Afghanistan). Armés jusqu'aux dents, leurs habitants défendent âprement cargaisons de drogue et laboratoires clandestins.

reste du Croissant d'or et destinée au marché de gros d'Istanbul, où viennent s'approvisionner les revendeurs européens.

L'Afghanistan, lui, a toujours été un grand producteur d'opium et de cannabis, deux drogues traditionnellement consommées sur place. Mais, avec l'invasion soviétique et le désordre qui a suivi, les champs de pavots se sont multipliés ; depuis 1985, la production a plus que doublé. Actuellement, la drogue est cultivée dans cinq grands secteurs : la vallée de l'Helmand, dans le sud du pays ; la province de Kandahar, le long de la frontière pakistanaise ; le Badakshan, au nord-est ; la région d'Hérat, à l'ouest, et celle de Mazar-i-Shariff, au nord. Déjà avant le début du conflit, les autorités afghanes avaient bien du mal à contrôler ces contrées retirées, où d'ailleurs l'armée rouge elle-même se casse-

ra les dents. L'interdiction de la culture du pavot, décrétée en 1957, ne put jamais être véritablement appliquée, et, après l'arrivée des Soviétiques, le gouvernement communiste de Kaboul perdit toute influence sur ces zones, passées aux mains de divers mouvements de résistance.

A mesure que l'occupant détruisait villages, routes et systèmes d'irrigation, afin d'isoler et d'affaiblir la guérilla, les paysans se rabattaient sur la culture du pavot ou du cannabis, des plantes moins gourmandes en eau que les céréales ou les arbres fruitiers. Une partie de l'opium était vendue aux soldats de l'armée rouge ; une autre servait aux moudjahidins à se fournir en armes de contrebande. Il ne sem-

ble pas, quoi que l'on ait pu dire, que l'aide militaire secrètement apportée par certains pays occidentaux ait été financée avec l'argent de la drogue. En revanche, durant toute la durée du conflit avec l'URSS, le camp occidental ne s'est guère ému de la prolifération des champs de pavots en Afghanistan.

Depuis le retrait soviétique, les luttes entre factions rivales de la résistance se sont intensifiées,



avec, en toile de fond, une sourde compétition pour le contrôle des filières de l'opium et du cannabis. En 1989, le gouvernement afghan en exil, installé à Peshawar, au Pakistan, et regroupant une partie seulement des résistants, s'est engagé à combattre, au nom de l'Islam, la production et le trafic des stupéfiants sur tout le territoire de l'Afghanistan. A l'intérieur du pays, plusieurs chefs rebelles, soucieux de s'attirer les bonnes grâces — et les aides financières ! — de la communauté internationale, ont proclamé haut et clair qu'ils ne toléreraient plus la culture du pavot dans leur zone d'influence. Pourtant, malgré toutes ces belles déclarations, la situation n'a guère évolué. D'autres chefs locaux continuent, sous prétexte de guerre sainte, d'inciter les populations à produire de la drogue. Par ailleurs, les Etats-Unis soupçonnent le gouvernement communiste de Kaboul d'encourager la culture du pavot dans les secteurs qu'il contrôle, en vendant des semences aux paysans et en achetant leur récolte. Il espérerait ainsi se concilier les faveurs des populations rurales, en particulier celles situées à la frontière avec le Pakistan.

Dans ce dernier pays, troisième composante du Croissant d'or, le problème de la drogue n'est pas

Kalachnikov en vente libre dans les bazars



moins préoccupant. Certes, depuis deux ans, grâce à l'action de l'ONU et de certaines ONG (organisations non gouvernementales), la production d'opium a beaucoup baissé, passant de 800 tonnes en 1975 à moins de 200 tonnes l'an dernier ; mais, dans le même temps, une activité dérivée et autrement plus rentable s'est considérablement développée : la transformation de l'opium en héroïne. Aujourd'hui, 100 à 150 laboratoires clandestins sont disséminés le long de la frontière pakistano-afghane et traitent la matière première venue des deux pays.

Toutes ces officines sont installées dans ce que l'on appelle les *tribal areas* (zones tribales), des territoires montagneux, difficiles d'accès, peuplés de tribus pashtuns à l'humeur guerrière et de tout temps insoumises. Déjà du temps de la colonisation britannique, ces régions disposaient d'une quasi-autonomie. Aujourd'hui, elles échappent à peu près entièrement à l'autorité du gouvernement d'Islamabad. Les chefs de clans et leurs troupes, armés de Kalachnikov (en vente libre dans tous les bazars) et de missiles Stinger (détournés de l'aide américaine à la résistance afghane), défendent âprement laboratoires et champs de pavots. Rares sont les policiers et les militaires qui osent s'aventurer dans des endroits aussi périlleux. La dernière opération d'envergure menée par les forces gouvernementales s'est soldée il y a cinq ans par un échec cuisant. Pendant un temps, ces "milices de la drogue" ont même été soutenues par le régime communiste de Kaboul, qui leur demandait en retour de barrer la



Triste record. Livrée à la corruption, à l'instabilité politique et à la guerre civile, la Birmanie est le premier fournisseur mondial d'opium, avec 3000 t produites l'an passé. Sous couvert de guerre de libération nationale la Chan United Army dirigée par le célèbre Kung Sha en contrôle une bonne part (photo du haut). Cependant, d'autres trafiquants notoires, mais moins médiatiques, bénéficieraient de la protection du gouvernement birman. Les paysans ne récoltent que les miettes du pactole (photos du bas). Ils vivent dans des zones de jungle hostiles dépourvues du minimum d'infrastructures (routes, écoles, hôpitaux.)

route aux Afghans fuyant vers le Pakistan. Mais comment refouler des réfugiés qui transportaient dans leurs bagages de l'opium produit chez eux ? Il se constitua ainsi une sorte de *refugees connection* alimentant en opium afghan les laboratoires clandestins des *tribal areas*.

Aujourd'hui, ces réfugiés sont près de trois millions au Pakistan et environ un million en Iran. Les Américains redoutent que leur retour dans un pays ruiné par dix ans de guerre ne s'accompagne d'une nouvelle expansion du pavot, car seul l'opium peut leur fournir les moyens financiers nécessaires à la reconstruction de leur ferme ou à la reconstitution de leur cheptel.

Mais la région la plus importante et la plus mythique de production de pavot du monde se situe dans le Triangle d'or, aux confins de la Birmanie, du Laos et de la Thaïlande. Là, sur des versants abrupts et dans des vallées protégées par une inextricable jungle tropicale, 3 000 à 3 500 tonnes d'opium ont été produites l'an dernier. L'héroïne qui en est tirée alimente 45 % du marché américain. Ce dernier compte 500 000 consommateurs réguliers (70 000 à 100 000 en France), dont vraisemblablement 250 000 séropositifs.

Incontestable leader du groupe, la Birmanie est suivie de très loin par le Laos, troisième producteur

mondial, avec 375 tonnes en 1989 selon l'INM, et 400 à 480 tonnes selon l'OCTRIS. La Thaïlande, avec une quarantaine de tonnes l'an dernier, aurait réussi à diviser sa production par dix en dix ans, grâce à un efficace programme de reconversion soutenu par l'ONU et certains gouvernements occidentaux, dont la France. Il existerait en outre d'importantes cultures de pavot dans le Yunnan, province du sud-ouest de la Chine jouxtant le Triangle d'or ; mais on ne dispose d'aucune estimation à leur sujet. Les seuls indices que l'on ait, ce sont les saisies d'opium recensées par le bureau Interpol de Pékin : elles sont passées de 6 kilos en 1985 à 560 kg en 1989, dont 343 dans le Yunnan.

Depuis 1986, la production d'opium du Triangle d'or a pratiquement triplé, du fait surtout de la Birmanie. Nous avons déjà expliqué comment la fragilité politique de ce pays,





Pompe à dollars. La culture de la coca est la caricature extrême d'une économie de cueillette et de sous-développement. Pour un trafiquant opulent, on compte un millier d'exploités : paysans, fabricants de pâte-base, convoyeurs (en bas). Sur les 15 milliards de dollars que rapporte le trafic de cocaïne, seulement 2 à 3 milliards retournent en Colombie, en Bolivie et au Pérou où ils sont gaspillés en dépenses somptuaires (au centre) qui alimentent la spéculation et gangrèment un peu plus l'économie de ces pays épuisés. Le reste, c'est-à-dire la majorité, est blanchi, puis placé dans les économies des pays riches (en haut). A qui profite le crime ?

depuis le sanglant coup d'Etat militaire de septembre 1988, avait favorisé un boom du pavot. Mais les racines du mal sont beaucoup plus anciennes. Les frontières qui séparent les trois partenaires du Triangle d'or sont totalement artificielles. Tracées au XIX^e siècle, elles résultent d'un compromis entre la France et la Grande-Bretagne, qui se partageaient à l'époque le Sud-Est asiatique. Avec l'arrivée au pouvoir de Mao en Chine, le Triangle d'or est devenu la ligne de fracture entre le monde communiste au nord et capitaliste au sud. Le pavot, introduit à la fin du siècle dernier par des ethnies d'origine chinoise (Ho, Méo, Hmong) ou tibéto-birmanes (Lahu, Lisu, Akha), va dès lors servir à financer les luttes d'influence et les conflits idéologiques.

C'est surtout à partir des années 50 que la culture du pavot se développe dans le Triangle d'or, après

que l'Iran et la Chine l'ont interdite sur leur territoire. Aussitôt, les champs se multiplient dans les Etats Chan, au nord-est de la Birmanie, près de la frontière chinoise. Comme dans les *tribal areas* pakistanaises, les maîtres de ces contrées reculées, que les Britanniques eux-mêmes, du temps de la colonisation, n'ont jamais pu soumettre, profitent de leur autonomie pour encourager la production d'opium, dont ils tirent l'essentiel de leurs revenus. Mais, bientôt, des soldats perdus de l'armée du Kuo-min-tang, vaincue par Mao Tsé-tung, se réfugient dans ces montagnes et se livrent à la contrebande de l'opium en "rackettant" les populations. La CIA américaine, soucieuse de s'opposer par tous les moyens à la progression du communisme dans le Sud-Est asiatique, soutiendra ces guerriers trafiquants jusqu'en 1961, date à laquelle ils seront expulsés par l'armée birmane. Preuve s'il en est que, en notre siècle inconséquent, la politique a souvent pris le pas sur la lutte contre la drogue.

Dans l'intervalle, cependant, la production d'opium du Triangle d'or est passée de 80 tonnes à la fin de la Seconde Guerre mondiale à 600 tonnes au début des années 60 — dont 400 tonnes pour la Birmanie, 100 pour la Thaïlande et autant pour le Laos. Dès cette époque, la région fournit la moitié de la production mondiale illicite.

Chassés des Etats Chan, les rescapés de l'armée du Kuo-min-tang se sont installés en Thaïlande et dans le nord-ouest du Laos, d'où ils continuent de contrôler la quasi-totalité du trafic de l'opium birman. Celui-ci, converti en héroïne dans des laboratoires laotiens, sera écoulé, à partir des années 1969-70, auprès des militaires américains engagés dans la guerre du Vietnam et sur les marchés occidentaux alors en pleine expansion.

Aujourd'hui, en Birmanie, la drogue est omniprésente. La *Chan United Army* du célèbre trafiquant Kung Sha, sous couvert de "guerre de libération nationale", s'est arrogé le contrôle d'une bonne partie de l'opium produit dans le Triangle d'or. Le parti communiste birman, interdit par le gouvernement de Rangoon, a été, jusqu'à son éclatement au printemps 1989, un trafiquant notoire, surtout après que la Chine populaire lui eut retiré l'aide financière et militaire qui lui avait permis, en 1976, de tenir sous sa coupe le tiers des Etats Chan.

Selon les Américains, le gouvernement militaire actuellement au pouvoir ferait preuve de laxisme dans la lutte antidrogue et de complaisance à l'égard des principales organisations de trafiquants. Un rapport officiel publié aux Etats-Unis laisse même entendre que l'armée birmane, corrompue par les "gros bonnets" de l'opium, aurait tendance à fermer les yeux. Résultat : depuis l'arrivée des mili-

Quand la CIA soutenait les guerriers-trafiquants

taires au pouvoir, la production d'opium a carrément doublé, approchant les 3 000 tonnes en 1990.

Bien sûr, Rangoon oppose le démenti le plus formel à ces allégations, assurant que la production clandestine ne dépasse pas 280 tonnes ! Mais on sait depuis longtemps que les autorités en place n'en sont pas à une imposture près. Tout récemment encore, la *Far Eastern Economic Review* expliquait que le gouvernement birman cherchait à apaiser la colère des Etats-Unis en présentant Kung Sha comme l'ennemi public n° 1, mais qu'il ne s'agissait en fait que d'un rideau de fumée destiné à dissimuler un autre traficant d'envergure, mieux disposé à son égard : Lo Hsing Han.

Rien de tel en Thaïlande, où les ethnies d'origine chinoise et tibéto-birmane qui ont migré au siècle dernier dans les *highlands* du Nord, à proximité de la frontière birmane, sont longtemps restées coupées du cœur du pays. La citoyenneté thaïlandaise ne leur fut proposée que dans les années 50, après que le gouvernement de Bangkok eut décidé de les intégrer politiquement et économiquement afin de leur faire abandonner la culture du pavot. Certes, vers la fin des années 60, les Méo et les Yao se soulèveront avec l'appui des partis communistes voisins, mais jamais ces mouvements de révolte ne remettront en cause l'unité nationale, comme c'est le cas actuellement en Birmanie.

Autre point chaud de la planète où fleurit le *Papaver somniferum* (le pavot à opium) : le Liban.

Traditionnel producteur et exportateur de résine de cannabis (900 tonnes en 1989), ce pays s'est lancé dans les drogues dures au début des années 80. Des champs de pavots ont envahi la plaine de la Bekaa sous l'œil indulgent des Syriens qui contrôlent la région.

L'an passé, la production d'opium se serait élevée, selon les estimations de l'INM, à quelque 45 tonnes, ce qui, vu la superficie de cet Etat, est énorme. D'autres sources avancent même le chiffre de 160 tonnes, mais allez vérifier ! En revanche, le Liban abrite aussi des dizaines de laboratoires qui transforment en héroïne non seulement l'opium produit sur place, mais aussi une partie de celui qui, venant du Croissant d'or, transite par l'Iran. Ainsi, toujours selon l'INM, 5 tonnes d'héroïne seraient sorties en 1988 de ces raffineries clandestines. Enfin, le Liban servirait de tête de pont à la cocaïne colombienne destinée à la péninsule arabique.

Environ 40 % de l'héroïne libanaise et 20 % du haschisch sont écoulés aux Etats-Unis, tandis que les narco-dollars procurés par la drogue servent à payer l'armement des différentes milices qui, dans un pays ravagé par quinze années de guerre civile, se disputent le droit de trôner sur des ruines.

En résumé, on peut dire que, mis à part le Mexi-

que, où la production d'opium (85 tonnes en 1989) et de cannabis est aiguillonée par la proximité de l'immense marché nord-américain, partout ailleurs le pavot tire sa prospérité de l'instabilité politique, des conflits régionaux ou des luttes fratricides.

L'envolée de la cocaïne, elle, se situe dans un contexte bien différent. Elle est plus le résultat de l'effondrement économique de l'Amérique latine que la conséquence des troubles politiques qui n'épargnent pas non plus ce continent : 180 000 morts en Colombie lors de la Violencia entre 1948 et 1953 ; guérilla du Sentier lumineux aujourd'hui, au Pérou. D'autre part, si le trafic de l'opium et de l'héroïne est fractionné en de nombreuses filières, celui de la cocaïne est concentré entre les mains de quelques puissants cartels, qui veillent jalousement sur leur monopole. Enfin, faisons une dernière remarque préliminaire : l'économie des pays producteurs de cocaïne est beaucoup plus dépendante des revenus de la drogue que ne l'est celle des pays où l'on cultive le pavot.

Avec 125 000 hectares selon les uns, 200 000 selon les autres, de plantations, le Pérou est le premier producteur mondial de feuilles de coca, devant la Bolivie (50 000 à 70 000 hectares). La Colombie, qui défraie tant la chronique, n'arrive qu'en troisième position, avec 25 000 à 45 000 hectares. Elle doit sa triste célébrité aux puissants cartels de Medellin et de Cali qui transforment et exportent dans le monde entier plus de 80 % de la cocaïne produite en Amérique du Sud. L'Equateur ferme la marche, avec seulement quelques milliers d'hectares de cocaïers. Mais la grande inconnue, c'est le Brésil. Interpol est persuadé que de grandes plantations d'ipadu, une variété de coca adaptée aux régions tropicales de basse altitude, se cachent sous les frondaisons de l'immense forêt amazonienne. Reste à en évaluer les surfaces.

La culture de l'arbuste à coca s'est pratiquée de tout temps en Amérique latine pour des usages traditionnels : médecine, rites religieux, mastication de la feuille (1). Sa fantastique extension date du



Des économies qui tiennent par la drogue



début des années 70, lorsque les paysans andins de l'Altiplano ont commencé à migrer massivement vers l'est, c'est-à-dire vers les versants amazoniens de la Cordillère.

Pourquoi ces mouvements de populations ? Pour les comprendre, il faut revenir un peu en arrière. Depuis 1960, l'Amérique du Sud connaît une explosion démographique sans précédent. Dans l'Altiplano, zone de hauts plateaux s'étendant entre la Cordillère occidentale et la Cordillère orientale, cette brutale poussée va avoir des conséquences catastrophiques : épuisement des sols, déboisement, surpâturage. Sur des prairies qui ne peuvent nourrir que deux bêtes à l'hectare, on va en mettre jusqu'à six, qui, forcément, demeureront squelettiques. Impossible, d'autre part, d'accroître les cultures vivrières, car les contraintes climatiques — n'oublions pas que ces hauts plateaux s'étagent entre 2 500 et 4 000 mètres d'altitude — limitent les rendements. Le maïs, par exemple, ne donne en moyenne que 15 quintaux à l'hectare, alors que, dans une plaine bien irriguée, il peut en rapporter plus de 100. Il faut donc importer. Mais, comme le maïs, le blé, le riz ou le soja en provenance des Etats-Unis ou d'Argenti-



Sur les ruines de Beyrouth. Région traditionnellement productrice de cannabis, la plaine de la Bekaa, au Liban, s'est recouverte de pavot. L'une des conséquences de la guerre, c'est que la drogue en est progressivement devenue un des enjeux. Chaque milice compte aujourd'hui sur ces revenus pour honorer ses coûteuses dépenses d'armement.

(1) Voir *Science & Vie* n° 879, décembre 1990.

ne coûtent beaucoup moins cher que les productions andines, on va petit à petit se détourner de celles-ci au profit de ceux-là.

Dès lors, de nombreux paysans, condamnés à la ruine, vont fuir l'Altiplano à la recherche de terres moins ingrates et de cultures plus rentables. S'installant sur les versants amazoniens de la Cordillère, ils vont défricher le sol et planter du café, du cacao, du soja, de la quinine, des épices, etc. Mais ces reconversions s'opèrent dans l'anarchie, les gouvernements se montrant incapables d'organiser les territoires nouvellement conquis. Résultats : les écoles, les services de santé, les réseaux de commercialisation et les moyens de communication font cruellement défaut. Les cours d'eau qui traversent la jungle tiennent souvent lieu de routes. Bref, au lieu de l'Eldorado, c'est le fiasco !

La lente détérioration de la situation économique internationale ne va pas arranger les choses. Depuis

Narco-dollars au secours de la dette

le début des années 80, les cours des produits agricoles (céréales, maïs, soja) n'ont cessé de baisser. Entre 1986 et 1988, le cours du cacao a chuté de moitié ; celui du café vient d'en faire autant après la rupture de l'accord international garantissant son prix. Les minerais, dont plusieurs pays d'Amérique du Sud sont exportateurs, ont connu le même sort. L'effondrement du cours de l'étain, en 1985, a été un drame national pour la Bolivie, qui tirait de cette matière première l'essentiel de ses maigres ressources. Nombre de mineurs, réduits au chômage, sont allés chercher fortune sur les pentes amazoniennes, grossissant les rangs des paysans descendus de l'Altiplano et des sans-travail venus des villes.

Ainsi, au fil des années et du marasme, les terres défrichées se sont progressivement couvertes, non plus de cultures aux débouchés incertains, mais de... coca. Du coup, la production de cocaïne s'est littéralement envolée pour atteindre en 1990, Colombie, Bolivie et Pérou réunis, 550 tonnes, et peut-être même davantage. Pour apprécier l'énormité de ce chiffre, il faut rappeler que l'industrie pharmaceutique mondiale n'a besoin chaque année que d'environ une tonne de cocaïne. Tout le reste vient donc approvisionner le marché de la drogue, notamment le marché nord-américain, dont la demande sans cesse croissante a joué un rôle moteur.

Aujourd'hui, un Bolivien sur six vit directement ou indirectement de la production, de la transformation ou du commerce de la feuille de coca. Au Pérou, ces mêmes activités mobilisent quelque 500 000 personnes, et plusieurs dizaines de milliers en Colombie. Mais qu'on ne s'y trompe pas : les emplois générés par la drogue sont pour la plupart fort peu rémunérateurs. Un anthropologue, Gilles Bataillon, a calculé que, pour un exportateur de

cocaïne, il y avait 740 paysans producteurs de feuilles, 247 fabricants de pâte base (les pisadores, payés quelques dollars pour fouler pendant des heures les feuilles, afin d'en faire une substance pâteuse dont on extraira ultérieurement la cocaïne), 25 transporteurs et 4 ou 5 chimistes (?). Soit un millier d'exploités pour un exploitant opulent.

En 1988, les exportations boliviennes de pâte base et de cocaïne ont dépassé en valeur les exportations légales du pays : plus de 600 millions de dollars contre 541 millions provenant à 89% de la vente de minerais (étain, zinc, plomb, antimoine). Au Pérou, les rentrées annuelles de devises imputables à la drogue varient officiellement entre 750 millions et 1,3 milliard de dollars ; mais, selon certaines sources, elles auraient atteint en 1988 entre 1,5 et 2,5 milliards de dollars. En Colombie enfin, le trafic de la "neige" n'aurait officiellement rapporté en 1989 que 1,5 milliard de dollars, soit le quart des



exportations légales du pays. Mais, là encore, la sous-estimation est patente, puisque, selon la DEA (*Drug Enforcement Administration*, rattachée au ministère de la Justice des Etats-Unis), les bénéfices nets, c'est-à-dire tous frais déduits, du seul cartel de Medellin tourneraient autour de 3 à 4 milliards de dollars par an.

Lourdement endettés, les gouvernements de ces trois pays font tout ce qu'ils peuvent pour récupérer un maximum de narco-dollars. Le Pérou, dont la dette globale s'élevait à 18,6 milliards de dollars en 1988 (soit 7 fois le montant de ce que rapportent annuellement ses exportations légales), a incité ses principales banques à ouvrir des guichets dans tous les lieux de production de coca, fussent-ils perdus au fin fond de la jungle. En outre, depuis deux ans, les entreprises péruviennes qui veulent acheter à l'étranger, n'obtiennent de licences d'importation que si elles disposent déjà des devises nécessaires.



Du café à la coca. Les pays d'Amérique latine ont commis l'erreur de baser toute leur économie sur l'exportation de quelques matières premières : minerais, café, cacao. Dépourvus d'un tissu industriel solide capable de leur offrir d'autres richesses, la chute des cours de ces productions, dont ils étaient trop dépendants, ne leur a pas donné d'autre alternative que la coca. Mais pendant longtemps les pays industrialisés, trop contents de leur vendre des voitures et de leur prêter de l'argent, n'ont pas fait grand-chose pour les encourager à diversifier leur économie.

Ce qui revient à encourager le secteur privé à drainer lui aussi les narco-dollars !

En Colombie, les pouvoirs publics essaient au moins de donner le change : une réglementation fait obligation, au-delà d'un certain montant, de déclarer l'origine des devises déposées en banque. Mais, dans la pratique, cette mesure n'est presque jamais appliquée. La Bolivie, elle, trompe si bien son monde qu'elle est régulièrement félicitée par le Fonds monétaire international pour la rigueur de sa politique financière. Pourtant le FMI ne peut pas ignorer qu'une bonne partie du remboursement de la dette bolivienne se fait avec l'argent de la drogue.

En réalité, tous les grands organismes financiers de la planète savent très bien à quoi s'en tenir. Mais ils n'ont d'autre alternative que de renoncer à leurs créances ou de fermer pudiquement les yeux sur l'origine des fonds restitués. Or, paradoxalement, ces respectables institutions appartiennent en général à des Etats qui ont fait de la lutte contre la drogue une priorité nationale.

Autre contradiction : l'argent de la drogue profite plus aux pays "consommateurs", qui se posent volontiers en victimes, qu'aux pays "producteurs", qui ne sont pourtant pas épargnés par le fléau (il y a 1,2



million d'héroïnomanes au Pakistan, soit 12 fois plus qu'en France, et 11 % de cocaïnomanes parmi les jeunes Boliviens de 12 à 25 ans). En effet les narco-dollars, une fois blanchis, sont réinvestis plus massivement chez les premiers que chez les seconds. Exemple : les 500 tonnes de cocaïne exportées l'an passé aux Etats-Unis, au prix moyen de 30 000 dollars le kilo, ont rapporté grosso modo 15 milliards de dollars, dont seulement 2 à 3 milliards sont retournés en Colombie, en Bolivie et au Pérou.

Le reste n'a pas été perdu pour tout le monde. On pense tout de suite à la Suisse, au Luxembourg, aux Caraïbes et à quelques autres paradis financiers gros recycleurs de narco-dollars. Mais on oublie un peu trop facilement que les établissements bancaires de ces pays ne gardent pas l'argent "sale" dans leurs coffres ; ils le font travailler. Où ça ? Eh bien, là où il a le plus de chances de rapporter, dans les pays fortement industrialisés, tels que les Etats-Unis, la France, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, etc. Les adversaires les plus résolus de la drogue sont souvent les premiers bénéficiaires de la manne qu'elle produit.

Enfin, qui, au départ, a avancé aux trafiquants les énormes sommes nécessaires au lancement de leur négoce ? Avant de revendre la drogue dix, cent ou mille fois plus cher qu'on ne l'a payée, il a bien fallu l'acheter. Et ce ne sont certainement pas les banques du tiers monde qui ont fourni les mises de fonds... Gardons-nous d'une vision par trop mani-

chéenne faisant des pays consommateurs les victimes innocentes des méchants pays producteurs. Aujourd'hui, l'argent de la drogue est partout, aussi bien au Nord qu'au Sud, et peut-être plus encore au Nord qu'au Sud. La Floride, par exemple, qui est la plaque tour-

nante du trafic de la cocaïne aux Etats-Unis, doit l'essentiel de sa prospérité à la drogue.

L'image inverse faisant des pauvres pays producteurs les victimes des riches pays consommateurs demande elle aussi à être nuancée. Ce n'est pas uniquement parce que les cours mondiaux des matières premières se sont effondrés, à l'instigation et au bénéfice des nations industrialisées, que la Boli-

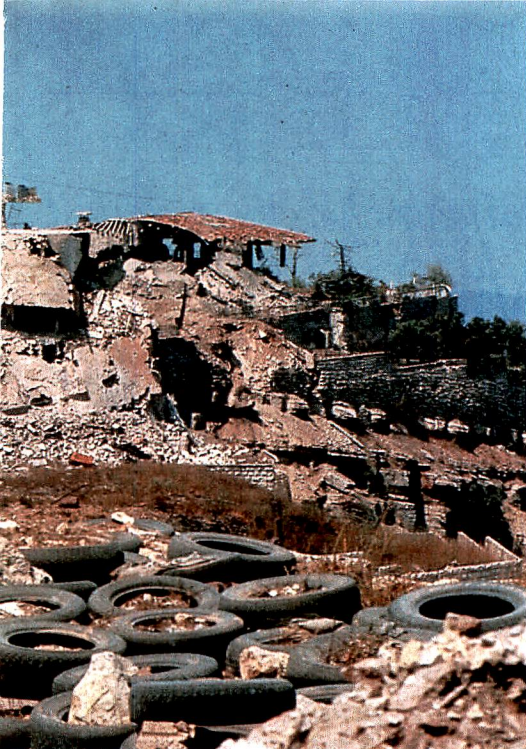


vie ou le Pérou ont été condamnés à se rabattre sur la cocaïne. La première erreur des pays d'Amérique latine, et de bien d'autres pays en voie de développement, a été d'asseoir toute leur économie sur l'exportation de quelques matières premières : en 1988, d'après les statistiques de la Banque mondiale, 97 % des exportations licites de la Bolivie provenaient du secteur primaire (minerais et produits agricoles). Ce chiffre était de 78 % pour le Pérou et de 75 % pour la Colombie. Des économies plus diversifiées et mieux structurées eussent été beaucoup moins affectées par la baisse des cours mondiaux.

Leur deuxième erreur a été d'investir la plus grande partie du produit des exportations dans un secteur tertiaire (administrations et services) hypertrophié et improductif. On peut ainsi voir dans certaines villes du tiers monde (Mexico, Medellín, Abidjan...) des gratte-ciel qui n'ont rien à envier à ceux de New York, de Londres ou de Paris. Seulement voilà, les pays occidentaux ont mis deux siècles pour atteindre leur niveau actuel de développement, non sans s'imposer — et imposer aux autres — d'énormes sacrifices. Beaucoup de pays en voie de développement, et notamment ceux dont l'économie est gangrénée par la drogue, ont cru qu'il était possible de parvenir au même stade en quelques décennies et en sautant une étape capitale : la mise en place d'un tissu industriel solide, créateur d'emplois et de richesses. Si bien que, lorsque les matières premières se sont épuisées ou ont été d'un moindre rapport, il n'y avait rien pour la relève... sinon la drogue.

Obligés d'importer, faute d'une production inté-

La Floride prospère grâce à la coke



tons votre café, nous vous vendons nos automobiles, à crédit s'il le faut !” Mais aujourd'hui les pays du Sud n'ont plus d'argent, ni pour acheter des voitures, ni pour rembourser leurs dettes. Au point de menacer le système bancaire international. Car, quand l'ardoise devient trop lourde, le débiteur finit par avoir autant de poids que son créancier.

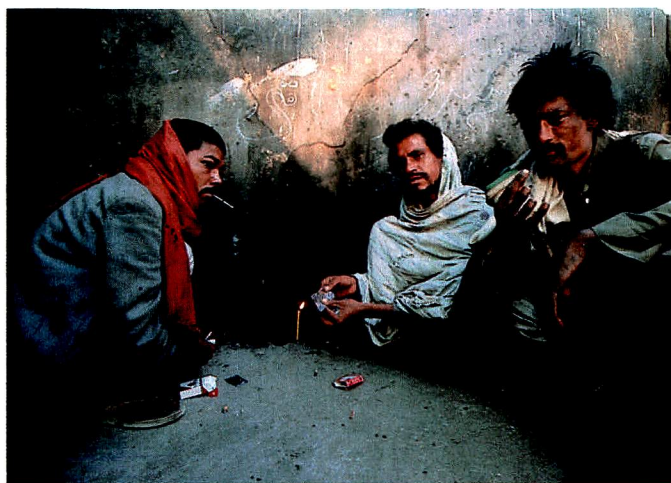
Alors, pour qu'au moins les populations ne meurent pas de faim, les pays du Nord se sont donné bonne conscience en pratiquant l'aide alimentaire. Ce qui n'a rien arrangé. Dans bien des cas, en effet, cette aide a anéanti toute tentative visant à créer un embryon de tissu agro-industriel. Comment bâtir une économie quand les produits venus d'ailleurs arrivent gratuitement sur les marchés locaux ? Rappelons-le, c'est la vente à bas prix des blés américains et argentins qui a provoqué la faillite de l'agriculture andine et précipité les pay-

Exsangue. Un pays qui produit de la drogue (comme le Liban, à gauche) est dans la situation d'un homme qui se drogue : il est au bout du rouleau. Tels ces fumeurs d'héroïne-base au Pakistan (à droite).

rieure performante, la majeure partie de leurs biens de consommation et d'équipement, ces pays ont fait marcher la planche à billets, ce qui a entraîné aussitôt une dépréciation de leur monnaie. La Bolivie, par exemple, détient le record mondial de l'inflation, avec une hausse des prix moyenne de 482,8 % par an entre 1980 et 1988. Ils ont aussi emprunté au-delà de leurs possibilités de remboursement.

Si l'on ajoute à ces erreurs, la corruption, la fuite des capitaux, les détournements de fonds publics (la fortune accumulée par certains chefs d'Etat suffirait à régler la dette extérieure de leur pays), on comprend mieux pourquoi certains de ces pays, à bout de ressources, se sont ouverts à la drogue pour échapper à la ruine. Avec, souvent, l'approbation de leurs dirigeants. Il est de notoriété publique que l'essor de la coca en Bolivie a débuté en 1974 à l'instigation de militaires proches du général Banzer, alors au pouvoir. Par la suite, le régime instauré par les généraux Garcia Meza et Arce Gomez, en 1981 et 1982, sera communément surnommé la "dictature des militaires trafiquants". En Colombie, les grands cartels de la cocaïne n'ont pu prospérer qu'avec la complicité d'une partie de la classe dirigeante.

Faut-il pour autant absoudre les pays occidentaux ? Certes, non. Soucieux avant tout d'exporter leurs produits, ils n'ont rien fait pour encourager les pays en voie de développement à créer leurs propres industries et à diversifier leurs activités. Ils ont souvent contrecarré toute initiative en ce sens au nom du sacro-saint principe de la division internationale du travail. Aux pays du Sud les matières premières, à ceux du Nord les usines. "Nous ache-



sans ruinés vers les zones de production de coca.

La conclusion, nous la laisserons à Philippe Chalmrin, professeur d'économie au Conservatoire national des arts et métiers : "Un pays qui produit de la drogue est dans la situation d'un homme qui se drogue : il est au bout du rouleau." Est-il encore possible de lui faire remonter la pente, de le désintoxiquer ? Faut-il employer la méthode forte et détruire les cultures interdites à coups de lance-flamme et de défoliants ? Ou pratiquer la méthode douce en proposant des cultures de substitution ? Nous aborderons toutes ces questions dans notre prochain numéro.

Marc Mennessier



SKIONS SCIENTIFIQUEMENT

Un entraîneur-chercheur voulait améliorer les performances de ses élèves. Il déchausse, prend son crayon et, oh ! surprise, s'aperçoit que Bernouilli avait résolu le problème 250 ans avant qu'il ne se pose.

« **V**ous êtes à l'arrêt sur une pente moyenne uniforme. Soudain, en aval par rapport à vous, un skieur fait une chute et vous appelle à l'aide. Vous foncez comment ? Si vous êtes bon skieur, vous commencez par prendre de la vitesse selon la ligne de pente et, progressivement, vous obliquez pour atteindre le blessé par une courbe rapide, presque horizontale. Eh bien, la trajectoire que vous aurez décrite est une portion de cycloïde, calculée en... 1696 par Jacob Bernouilli. »

Gilbert Reinish sait de quoi il parle. Il est à la fois entraîneur national de l'équipe de France universitaire de ski alpin et chercheur au CNRS en physique théorique. Depuis longtemps, il se dit que poser quelques équations serait certainement fort utile à l'amélioration des performances des skieurs de compétition.

C'est en 1985 que se produit le déclic qui l'amène à soutenir son actuelle théorie : dans un mur de slalom géant, la trajectoire la plus courte d'une porte à une autre, n'est ni la droite, ni la classique courbe en S, c'est la cycloïde. En 1985 donc, il avait tracé le slalom géant des Universiades, Jeux olympiques universitaires, et il regardait skier le Yougoslave Youri Franco. Au lieu d'arrondir sa courbe et de faire un changement de ski relativement tôt pour aborder la porte suivante, celui-ci accomplit une trajectoire complètement anticonformiste. Le buste cassé en avant, il file quasiment droit d'une porte à une autre et bondit autour des poteaux en un virage extrêmement court et tonique. Quelques heures plus tard, Franco ajoute à son palmarès olympique (médaille d'argent à Sarajevo) le titre de champion du monde universitaire de géant.

La question se pose alors : cette trajectoire a-t-elle réussi au jeune Yougoslave parce qu'il a des dispositions morphologiques particulières ou a-t-il intuitivement découvert une nouvelle méthode ? Le rôle d'un physicien étant justement de formaliser de tels problèmes, Gilbert Reinish déchausse ses skis et retourne à ses crayons.

Le physicien traduit alors en hypothèses théori-

ques les longues heures passées par l'entraîneur à observer les skieurs de haut niveau.

Première observation : au-dessous de 100 points FIS (points donnés par la Fédération internationale de ski — le meilleur a 0), un skieur sur neige dure (en compétition elle l'est toujours), dans une longue courbe en traversée (la courbe typique des murs dans le géant), glisse sur son carre intérieur sans freiner et sans remonter dans la ligne de pente. En terme plus "physique" cela donne : le coureur de haut niveau sur neige dure, qui coupe une longue courbe en traversée sur le carre intérieur du ski aval, est un système conservatif, c'est-à-dire un corps dont l'énergie est constante au cours du temps (ici, le long de la courbe). Donc, en haut de la pente, à l'arrêt, son énergie potentielle est maximale et son énergie cinétique est nulle ; à l'arrivée, en bas de la pente, son énergie potentielle est nulle et son énergie cinétique est maximale.

On vient pratiquement d'énoncer la loi de Newton (!). Mais alors que, dans la loi, l'accélération de la pesanteur est donnée pour la verticale, ici il faut considérer l'accélération de la pesanteur sur un plan incliné, ce qui, précisons-le tout de suite, ne pose aucun problème aux physiciens.

Ayant défini le système observé, il faut revenir au problème de l'entraîneur : comment aller le plus vite possible d'une porte à l'autre ? Le physicien écrit alors : parmi toutes les courbes continues qui joignent deux points sur un plan incliné, il en existe une, et une seule, qui minimise le temps de descente d'un corps donné. Toutes ces courbes sont évidemment fonction de la vitesse du corps considéré. Pour étudier une telle fonction, qui peut être complexe, on la découpe en petits intervalles. Ainsi le temps t mis par un skieur pour aller de son point de départ A au point P situé en aval est égal à la somme des temps mis pour décrire tous les petits segments élémentaires. Puis on trouve la somme des segments (") qui donne la trajectoire pour t minimum. C'est ce qu'a fait Gilbert Reinish sur son Macintosh, lequel lui a tracé une cycloïde.

Parallèlement, il vérifie son calcul en se reportant

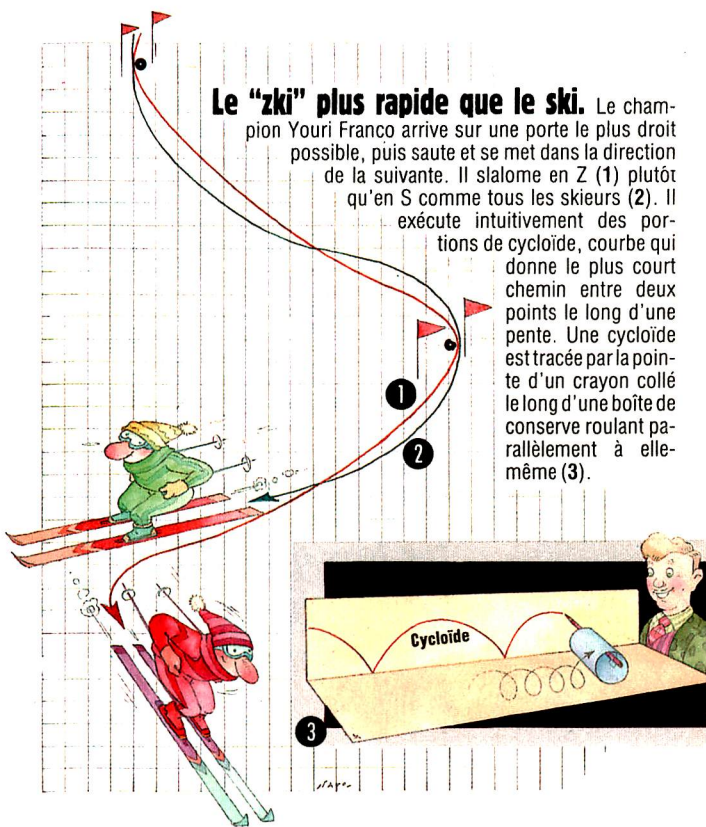
aux équations d'Euler-Lagrange (4). Il tombe alors sur un paragraphe surprenant intitulé : "Le problème de la brachistochrone". On y lit : « Ce problème très connu consiste à trouver la courbe joignant deux points le long de laquelle une particule tombant à partir du repos, sous la seule action de la pesanteur, se meut du point le plus haut au point le plus bas dans le temps le plus court. » Plus loin on apprend que "brachistochrone" vient du grec et se traduit par "temps le plus court". On y apprend également que Jacob Bernouilli s'est penché sur ce problème en 1696 en participant à un concours organisé par l'Académie des sciences de Paris. Et qu'il a, comme solution, tracé une cycloïde. Cet épisode resté célèbre dans l'histoire des sciences permettait à Bernouilli de poser le fondement du calcul des variations, plus tard généralisé par Euler et Lagrange. Et, par une injustice involontaire dont la science est coutumière, on a retenu les formules générales d'Euler-Lagrange et oublié le cas particulier de la brachistochrone. Un cas si particulier qu'il ne s'applique à peu près qu'au skieur. Moralité : il y a trois siècles un mathématicien résolvait, pour la seule beauté du geste, un problème qui ne se pose concrètement que depuis une dizaine d'années.

Pour dessiner vous-même une cycloïde, c'est très simple : vous collez un crayon sur une boîte de conserve, vous faites rouler la boîte sur votre bureau devant une feuille de Canson debout ; vous obtenez une espèce de pont aplati. Vous retournez la feuille et vous ne conservez que la moitié descendante : vous avez la trajectoire idéale du skieur. Mais attention, la trajectoire d'un skieur qui, à son point de départ, est à l'arrêt. Ce n'est bien entendu pas le cas du champion qui arrive dans un mur de géant. Il a une certaine vitesse initiale.

Par chance, cette remarque ne pose pas un gros problème à notre entraîneur-chercheur. En introduisant une vitesse initiale non égale à zéro dans ses formules, il obtient toujours comme trajectoire idéale une portion de cycloïde, mais plus plate, comme si on avait pris une boîte de conserve plus grosse et que l'on ait supprimé la partie haute de la courbe tracée. Ainsi, plus la vitesse du skieur à l'entrée de la porte amont est grande, plus il lui est conseillé de raccourcir sa phase de recherche de vitesse dans la pente et de tirer droit vers la porte suivante. Porte autour de laquelle il devra virer le plus court possible avec le minimum de frottement.

Sur le terrain, cette théorie se résume à : « Tirez droit, virez court, ou TDVC. » Poussée à l'extrême, elle tend vers une trajectoire dite Z, c'est-à-dire très anguleuse, en complète opposition avec la trajectoire arrondie en S encore en vogue.

Bien sûr, en suivant l'exemple de Franco, de plus en plus de skieurs ont adopté la technique TDVC. Il a cependant fallu attendre 1988 pour que le Yougoslave fasse trois émules ; et aujourd'hui seules les



Le "zki" plus rapide que le ski. Le champion Youri Franco arrive sur une porte le plus droit possible, puis saute et se met dans la direction de la suivante. Il slalome en Z (1) plutôt qu'en S comme tous les skieurs (2). Il exécute intuitivement des portions de cycloïde, courbe qui donne le plus court chemin entre deux points le long d'une pente. Une cycloïde est tracée par la pointe d'un crayon collé le long d'une boîte de conserve roulant parallèlement à elle-même (3).

écoles norvégienne, américaine et suisse ont donné force de loi à la technique TDVC. En Autriche, les skieurs arrondissent toujours leurs courbes. Globalement, en compétition internationale, encore moins d'un skieur sur deux a opté pour cette technique. Pourtant, Reinish a calculé que sur une courbe un skieur théorique gagnerait 1/40 s, ce qui est énorme. En effet, un slalom géant qui comporte en moyenne 40 portes, compte de 8 à 10 portes placées sur un mur suffisamment lisse pour être considéré comme un plan incliné et qui répond donc aux exigences de base de la théorie. Il est donc, du moins sur le papier, possible de gagner jusqu'à un quart de seconde par compétition. Quand on sait qu'une victoire se joue actuellement au 1/100 de seconde, cela fait rêver. D'ailleurs, aux prochains Jeux olympiques d'hiver, en 1992, sera organisé un colloque scientifique durant lequel un colloque scientifique s'intéressera à la brachistochrone revisitée par Reinish. **Marguerite Tiberti**

(1) A savoir $V_p = \sqrt{2gh}$. Où V_p est la vitesse du skieur au bas de la pente, h la hauteur parcourue et g l'accélération de la pesanteur.

(2) Chacun d'eux dépend de la vitesse du skieur. Cela s'écrit : $t_{AP} = \int_A^P \frac{ds}{V}$. C'est une intégrale où V est un terme donné par la loi de Newton puisque le skieur peut être considéré comme un système conservatif. Cela ne donne pas encore la somme des segments ds qui définit la trajectoire telle que t_{AP} soit minimal, mais n'importe quel potache sait qu'une fonction est minimale là où sa dérivée s'annule. Or, on sait très bien calculer la dérivée d'une intégrale et écrire quelle est égale à zéro.

(3) Equations qui, pour tous les mathématiciens, sont la référence quand on étudie la variation d'une intégrale.

POURQUOI LES ARBRES POUSSENT DROIT

*Pour avoir vu tomber une pomme
à ses pieds, Newton découvrit
les lois de l'attraction universelle
dont il déduisit celle de la
gravité. Mais s'est-il demandé
pourquoi le pommier
bravait cette loi en poussant
droit comme un "I" ?*

Les arbres lancent un défi à l'architecture. La couronne des plus grands, qui reste perchée sur le maigre mât du tronc malgré les humeurs du temps, peut peser jusqu'à 6 tonnes, alors que « pour ériger une bâtisse similaire, l'architecte devrait construire une structure pyramidale ou haubaner l'édifice », comme le fait remarquer Meriem Fournier, chercheur au Laboratoire de rhéologie du bois de Bordeaux (1). Et Meriem Fournier parle en experte : la rhéologie est la branche de la physique qui étudie la viscosité, la plasticité et l'écoulement de la matière. Bref, tous les états par où peut passer un arbre pour plier et ne pas rompre, n'en déplaît à La Fontaine, « car si les racines tiennent l'arbre amarré au sol, poursuit le chercheur, c'est surtout le tronc qui contrôle l'équilibre. »

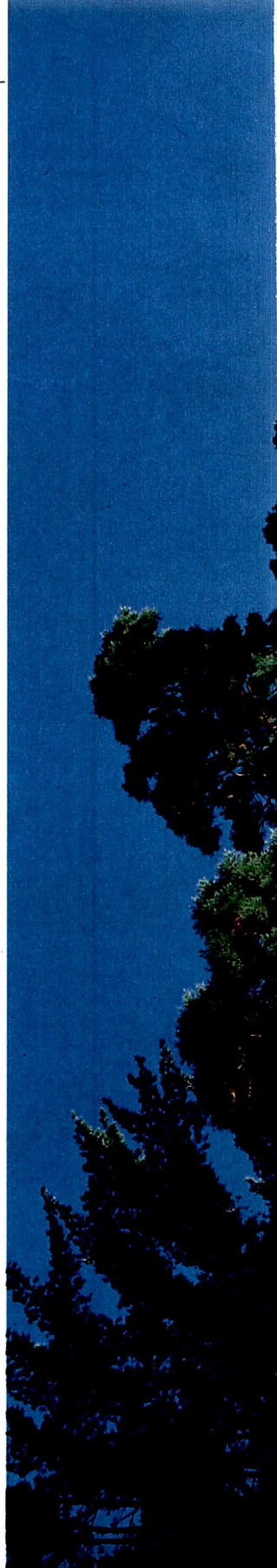
Pour tenir debout, l'arbre doit pousser le plus droit possible, afin de garder son centre de gravité dans l'axe du tronc. Pour ce faire, il déclenche le fonctionnement d'un "moteur interne" qui sert à redresser la barre au moindre écart.

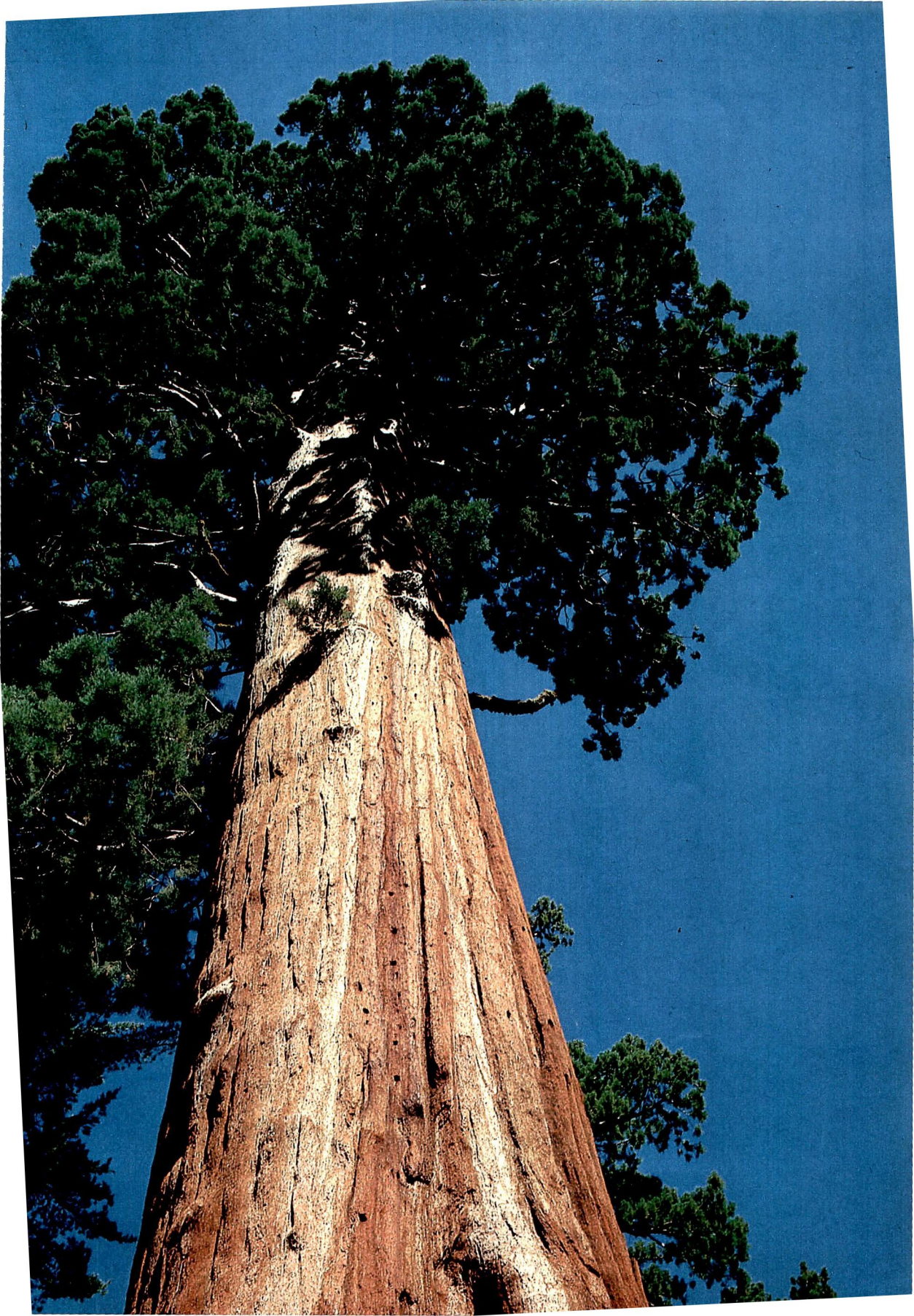
Ce phénomène est confirmé par l'expérience toute simple à laquelle s'est livrée une équipe de botanistes de l'INRA de Bordeaux (2) sur un jeune pin maritime, le *Pinus pinaster* (voir photos p. 60). D'abord cultivé normalement dans un pot pendant quelques mois, l'arbre fut ensuite incliné d'un angle de 45°, au moment de sa croissance. Six semaines plus tard, la jeune pousse avait

(1) Ce laboratoire, associé à l'INRA de Pierroton (Gironde), a été inauguré par Hubert Curien, ministre de la Recherche, en avril 1990.

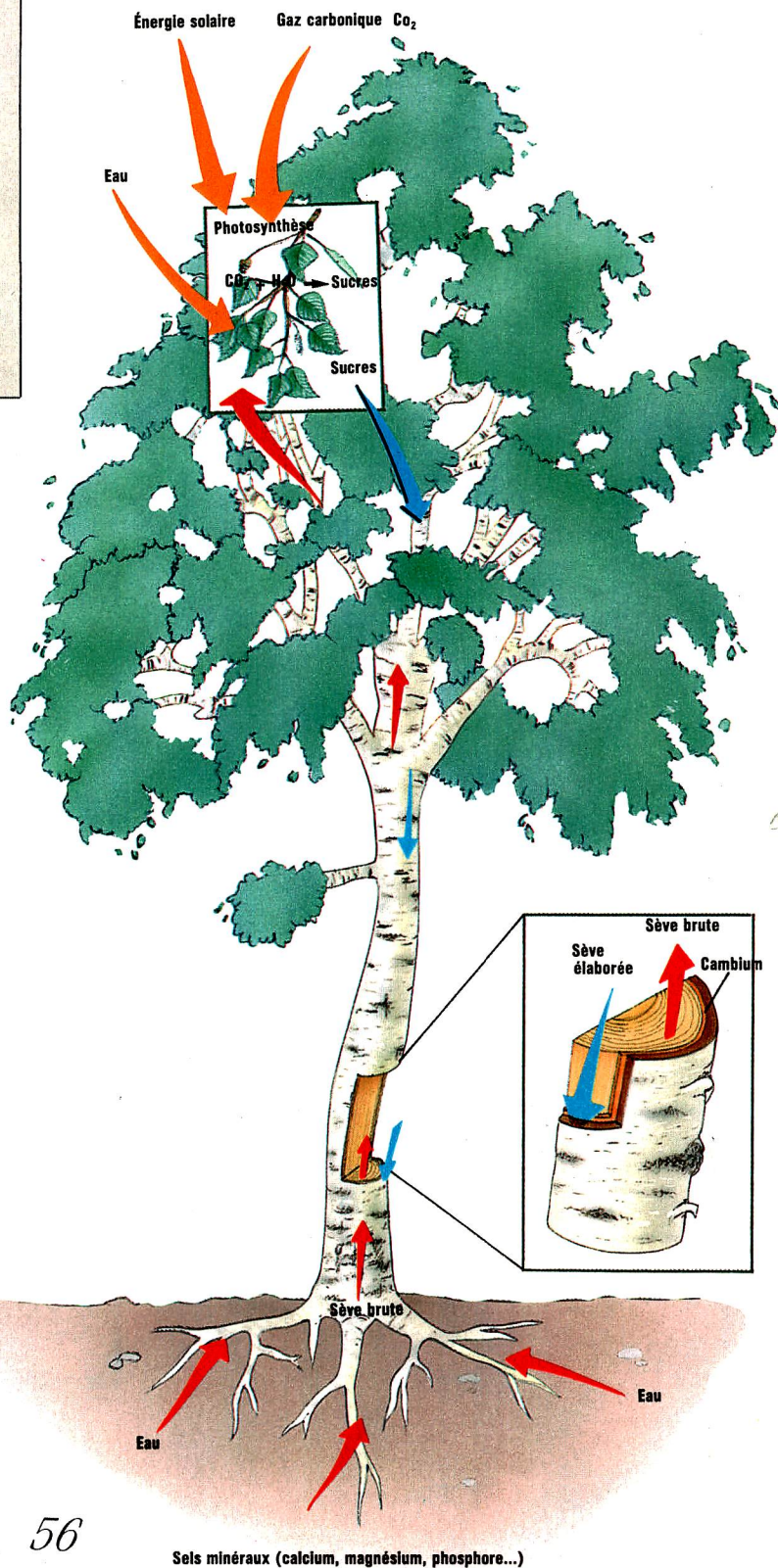
(2) Aspects mécaniques de la croissance d'un rameau, présenté par Patrick Castéra et Meriem Fournier au colloque Science et industrie du bois, 14 et 15 mai 1990, Bordeaux.

(suite du texte page 58)

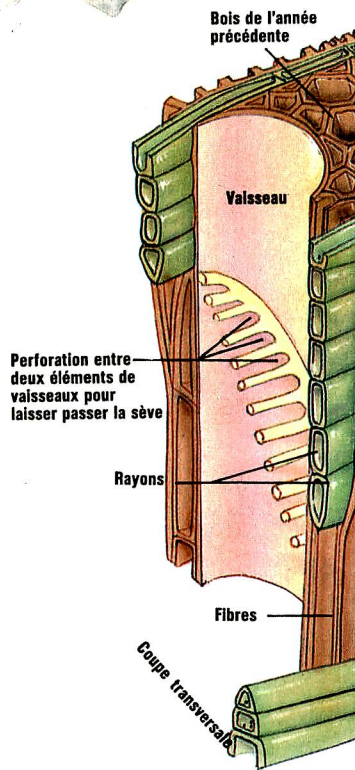
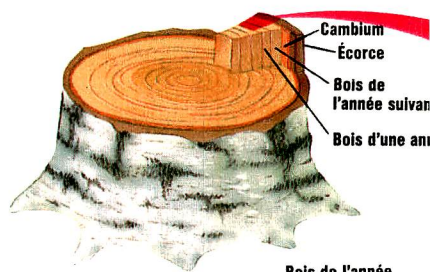
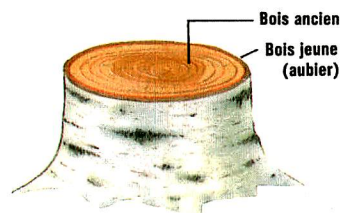




La plomberie des arbres



Le tronc des arbres est comparable à un cylindre renfermant des colonnes d'eau montant et descendant au rythme des jours et des nuits. Ce mouvement entraîne l'absorption des éléments minéraux du sol (calcium, potassium magnésium...) par les racines ainsi que la circulation des sucres élaborés par le feuillage de l'arbre lors de la photosynthèse : cette réaction chimique utilise pendant la journée l'énergie du soleil captée par la chlorophylle des feuilles pour transformer le gaz



carbonique (CO_2) de l'air en sucres, eux-mêmes utilisés pour la croissance des tissus cellulaires de la plupart des végétaux. Chez l'arbre, les botanistes déterminent deux types de tissus cellulaires aux fonctions complémentaires : les méristèmes apicaux et le cambium.

Les premiers assurent l'allongement du tronc, des branches et des racines qui aboutit à la mise en place de l'architecture de l'arbre. Tandis que le cambium est un tissu qui pousse à la fois vers le centre et l'extérieur de l'arbre, afin d'augmenter la section du tronc, des branches et des racines. Lorsque que le cambium pousse vers le cœur de l'arbre, il génère la "matière bois" ou xylème, un agencement de cellules — les vaisseaux, les fibres, le parenchyme ligneux et les rayons — qui consolident l'édifice tout en assurant la montée de la "sève brute" qui n'est autre que l'eau et les sels minéraux puisés dans le sol. En revanche, la croissance du cambium vers l'extérieur fabrique l'écorce de l'arbre ou le phloème qui trace le circuit de la "sève élaborée" : ce liquide

sucré issu de la photosynthèse.

Chaque printemps, l'éclosion des bourgeons (méristèmes apicaux) provoque la sécrétion d'une hormone, l'auxine, qui, via la sève, déclenche la mise en marche de l'usine à bois : le cambium.

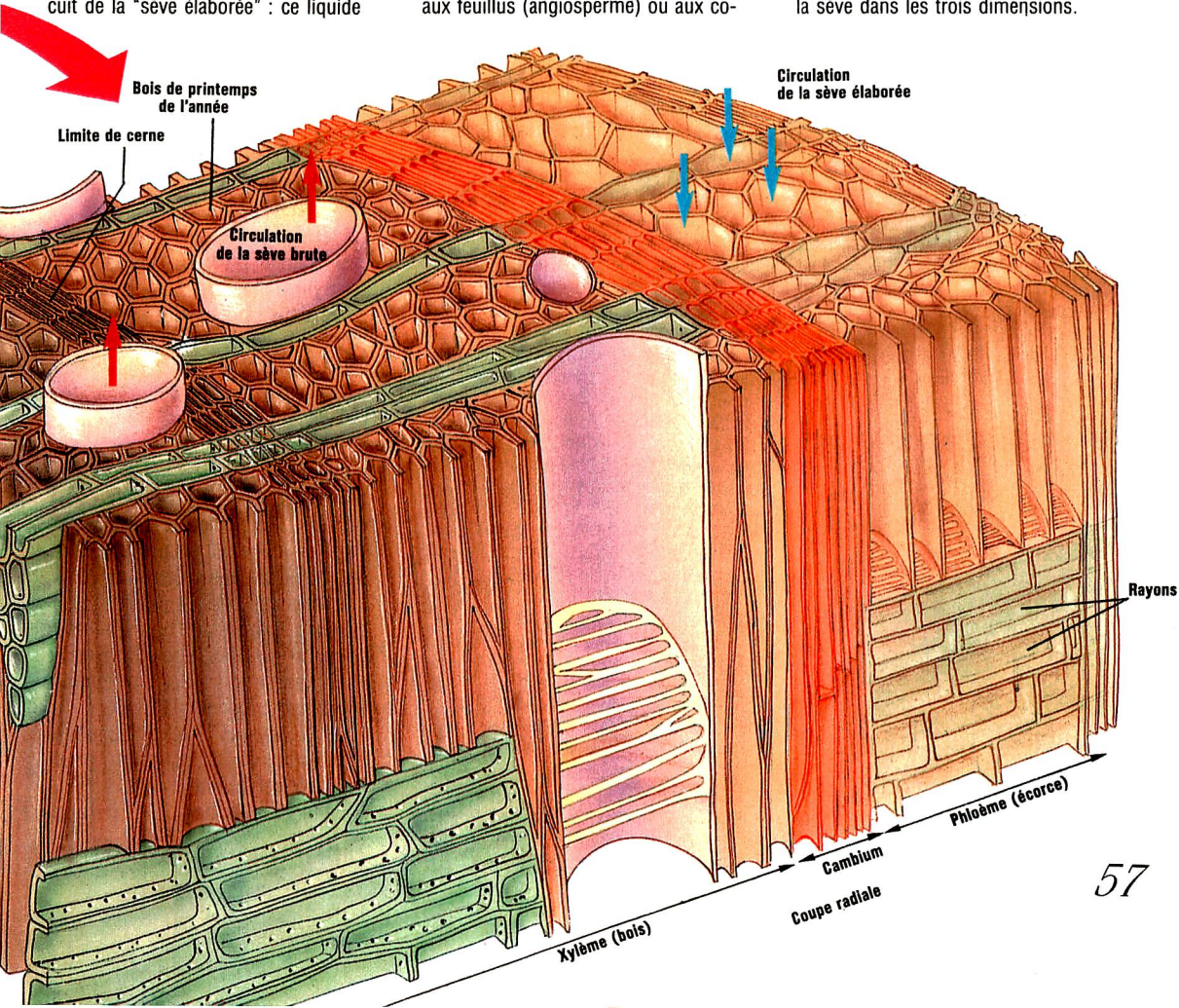
Tous les ans donc, une nouvelle couche de bois se superpose à la précédente dessinant au fil du temps des cercles concentriques qui servent à déterminer l'âge des arbres.

Ce rôle d'horloge interne fait figure d'anecdote comparé aux véritables fonctions du bois dans l'arbre : c'est en fait une vaste tuyauterie qui assure d'une part la circulation de la sève, comme nous l'avons vu, mais également le stockage de l'énergie, l'évacuation des substances toxiques (phénol, terpène...) fabriquées au cours de la vie de l'arbre, le soutien de la couronne, et enfin les mouvements de "réorientation" du trajet du tronc vers le ciel.

Quelque soit l'espèce, le bois a la même fonction, mais la tuyauterie diffère légèrement selon que l'on a affaire aux feuillus (angiosperme) ou aux co-

nifères (gymnosperme). Pour les premiers, les deux sortes de cellules, vaisseaux et fibres, meurent peu de temps après leur naissance pour ne laisser qu'un squelette en forme de tuyau dans lequel circule la sève. Les fibres — plus dures que les vaisseaux, car leurs parois renferment de la lignine fondue dans une trame de cellulose — assurent la solidité de la canalisation, et par voie de conséquence, confèrent au bois ses propriétés mécaniques.

En revanche, chez les conifères, un seul type de cellule remplace les vaisseaux et les fibres : ce sont les trachéïdes qui jouent donc à la fois le rôle de soutien et de tuyauterie. Enfin, pour tous les arbres, l'ensemble des cellules du bois est pris dans une trame de cellules appelée le parenchyme ligneux, traversée dans le sens radial par des cellules allongées dénommées rayons. Ces dernières véhiculent la sève élaborée vers le cœur de l'arbre. Résultat : tous les tissus cellulaires de l'arbre sont plus ou moins interconnectés favorisant ainsi la circulation de la sève dans les trois dimensions.



corrigé l'inclinaison pour se dresser vers le ciel.

Ce mécanisme fonctionne chaque printemps. A cette époque, le tronc de l'arbre augmente de section. Ainsi, une couche de bois tendre s'ajoute aux cernes de bois dur des années précédentes. Ce nouveau bois (fibres et vaisseaux chez les feuillus, trachéides chez les conifères) est produit par la crois-

sance d'un tissu cellulaire spécialisé : le cambium (*voir encadré p. 56*). La paroi des nouvelles cellules est formée d'une matrice élastique composée de fibrilles (petites fibres) de cellulose, d'hémicellulose et de pectine dans laquelle se dépose de la lignine. En deux mois, le ciment prend : la paroi des cellules durcit et confère ainsi sa rigidité au tronc

de l'arbre. Mais avant de durcir la jeune couche de cellule n'a pas les mêmes propriétés dynamiques que celles du bois dur de l'année précédente. Pour les spécialistes de la "mécanique du bois", le volume du tronc occupé par le vieux bois (dur) est alors comparable à un cylindre bourré de ressorts comprimés. En revanche, le jeune bois est identique à des ressorts en extension. Le résultat est que la cohésion du tronc n'est assurée qu'en raison de l'équilibre entre les forces internes de compression et les forces superficielles de tension. Le bois est donc un peu comme le béton précontraint. Cet état physique apparaissant durant la croissance de l'arbre, l'équilibre de ce jeu de ressort peut donc se modifier chaque printemps afin de corriger le trajet du tronc en cas d'accident de parcours. C'est le cas de notre jeune pin maritime planté de travers.

L'examen au microscope électronique d'une tranche de bois prélevée dans la courbure interne du tronc révèle le changement d'orientation des petites fibres de cellulose qui composent la paroi des cellules du jeune bois (3). Du coup, cette transformation modifie l'équilibre dynamique dans cette section de tronc : les forces de compression l'emportent sur les forces de tension, ce qui permet à l'arbre de reprendre une croissance verticale. Les spécialistes parlent alors de la naissance de "bois de compression" des conifères. En revanche, pour se redresser, les feuillus (bouleaux, chênes) fabriquent du "bois de tension" qui s'accumule à l'extérieur de la courbure pour tirer l'arbre vers la verticale.

La fabrication de bois de tension

(3) Les fibrilles font naturellement un angle de 10° avec l'axe du tronc. Dans ce jeune bois, l'angle est de 45°.

LA FORÊT QUI CACHE LE TAILLIS

La Communauté économique européenne (CEE) s'est engagée à reconverter de 10 à 15 millions d'hectares de terres agricoles avant 1995. Cette mesure vise à réduire les excédents agricoles communautaires, dans le cadre du gel des terres. La France affiche pour l'instant le maigre score de 55 000 ha de terres agricoles gelées. Pourtant, au fur et à mesure que l'échéance approche, le monde agricole cherche des solutions.

L'une d'entre elles fut soufflée aux participants du colloque "Terre agricole, friche et boisement : opportunités et limites" organisé à Paris, sous l'égide de l'Association française pour la biomasse : « Remplacez les terres cultivées par des boisements à croissance rapide comme le peuplier (taillis à courte rotation ou TCR) ».

Ce bois peut être récolté au bout de 7 à 15 ans (12 tonnes/ha) afin d'alimenter l'industrie papetière ou servir de combustible. Ce type de culture est d'ailleurs expérimenté avec succès depuis sept ans par l'AFOCEL (Association forêt cellulose) qui, sous l'impulsion de l'AFME (Agence française pour la maîtrise de l'énergie), a déjà reboisé 400 ha de terres en friche dans dix-sept régions françaises. Cependant, la

naissance d'une telle production irrite le lobby sylvicole qui voit, dans cette métamorphose des agriculteurs en forestiers, l'arrivée de concurrents.

Ainsi, dans un long réquisitoire en forme d'avertissement, M. H. Leclerc de Hauteclocque, président de la puissante Fédération nationale des syndicats de propriétaires forestiers sylviculteurs a souligné que « le problème des fournitures de bois d'industrie doit être intégré au problème général de la sylviculture et des éclaircies dont l'objet essentiel est la production de bois d'œuvre ; les traiter indépendamment l'un de l'autre peut conduire à des déboires se répercutant sur le bois d'œuvre et sur le bois d'industrie ». Pour ce dernier, l'arrivée du bois des TCR remet en cause la rentabilité de l'exploitation forestière qui, à chaque éclaircie, vend déjà son "petit bois" aux industries papetières ou comme bois de trituration pour la fabrication de panneaux d'aggloméré. En effet, avant de produire de bons vieux arbres, la population arboricole passe, au rythme des éclaircissements, de 12 000 à 120 arbres/ha en fin d'exploitation.

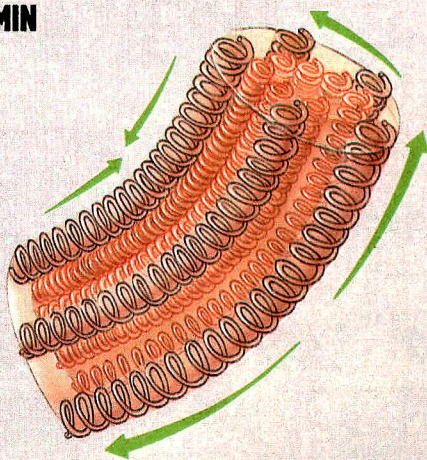
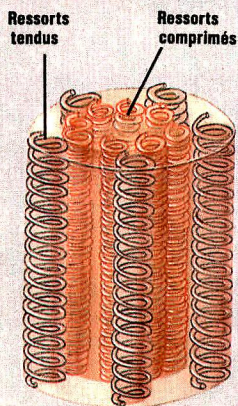
Les TCR auront-ils plus de chance sur le marché de l'énergie ? L'AFME y croit dur comme fer ! D'autant que son directeur scientifique P. Chartier a dévoilé les dernières performances des nouvelles chaudières bois-turbo qui devraient réhabiliter le bois combustible auprès des écologistes : trois fois moins polluant que le fuel et deux fois moins que le gaz en ce qui concerne les gaz à effet de serre (CO₂, NO_x, CH₄). Chartier précise : « L'agriculture européenne qui n'a pas su saisir sa chance au moment du deuxième choc pétrolier ne doit pas rater l'opportunité offerte par le troisième. » La culture de bois de combustion deviendrait-elle rentable ? Il reste encore à définir, dans chaque région touchée par la déprise agricole, quel type de sol est le mieux approprié pour la culture des nombreuses essences candidates au TCR : séquoia sempervirens, *Cryptomeria japonica*, *ptérocarya*...





MÊME LE VENT N'ÉCARTE PAS L'ARBRE DE SON CHEMIN

Chaque tronc est comparable à un cylindre bourré de ressorts : tendus à la surface et comprimés à l'intérieur. Lorsque l'arbre est droit, le jeu de forces de ces différents ressorts reste dans un état d'équilibre qui confère sa rigidité au tronc (1). En revanche, dès que l'arbre s'incline, sous l'effet du vent par exemple, les forces changent de manière à redresser l'arbre vers le ciel (2). S'il s'agit d'un conifère, ce sont les ressorts à l'intérieur de la courbure qui se compriment, si c'est un feuillu, les ressorts extérieurs se tendent encore plus.



ou de compression matérialise donc la réaction des arbres à des perturbations extérieures, qui, tel le vent, les écartent de leur droit chemin (*voir encadré p. 59*). Seulement voilà, pendant qu'ils réagissent, les végétaux ont tendance à oublier de grandir. Ainsi, certains arbres, lorsqu'ils poussent en plein vent, peuvent avoir une taille de 30 % inférieure à la taille normale. Des modifications chimiques de la sève interviennent également, comme l'augmentation de la concentration en éthylène ou une répartition inégale de l'acide indolique entre le pied et la cime de l'arbre. Résultat : toutes ces modifications changent les propriétés mécaniques du bois et sont donc redoutées des professionnels : les troncs éclatent au moment de l'abattage, les planches s'incurvent ou se fendent durant leur séchage... Bref, les bois de compression ou de tension sont de mauvaise qualité. Ils représentent un manque à gagner pour les forestiers, mais également pour les industriels qui doivent investir des sommes

importantes dans des machines permettant de contourner tant bien que mal ces défauts lors du passage à l'usine.

Peut-on envisager de cultiver une forêt de manière à éviter l'apparition de ces défauts de croissance ? Mieux, serait-il possible de reconnaître d'un seul coup d'œil la brebis galeuse dans la forêt ? Au lieu de résoudre le problème en usine ne serait-il pas plus judicieux de comprendre comment pousse chaque espèce d'arbres ?

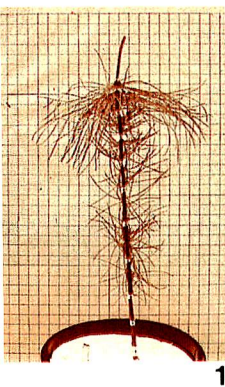
Cette idée farfelue ne pouvait germer que dans la tête de chercheurs ; ceux-ci ont présenté le but de leurs recherches lors du 2^e Colloque international sur l'arbre de Montpellier ⁽⁴⁾. Ainsi, des botanistes, des écologistes et des spécialistes de la rhéologie du bois se sont associés pour créer un consortium unique en France, regroupant quatre laboratoires (à Montpellier et Bordeaux) ⁽⁵⁾. A Montpellier, des botanistes ont réussi à reproduire sur ordinateur les différentes étapes de la croissance des arbres pour construire

des modèles architecturaux qui donnent un premier catalogue des différentes sortes d'arbres peuplant la terre. Leurs collègues, penchés sur le microscope, devront comprendre comment la croissance des cellules a pu enfanter ces arbres. A Bordeaux d'autres chercheurs tenteront de classer les différentes espèces en fonction de leurs débouchés industriels (bois de charpente, contreplaqué, bois de papeterie). « Le but de nos recherches est de comprendre le rôle du bois dans l'arbre et du bois hors de l'arbre » précise B. Chanson. Une façon d'expliquer que l'arbre vivant produit du bois qui est utilisé comme matière première après sa mort. La qualité de cette matière dépend de toute l'histoire de la vie de l'arbre. Les botanistes ont donc du pain sur la planche... Certains industriels les accusent déjà de mettre de la charrue avant les bœufs, car ils remettent en cause les vieux principes de la gestion forestière.

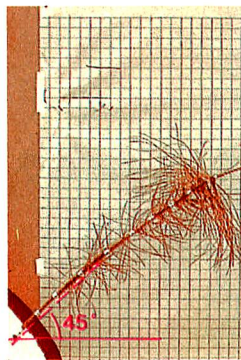
Mais la critique semble bien fondée ! En effet, la filière bois française affiche un déficit de 15 milliards de francs alors que notre pays est le plus

Pousser dans le droit chemin.

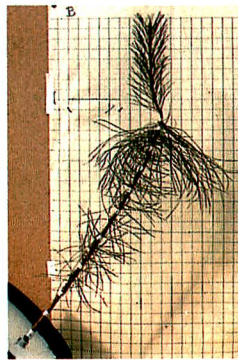
telle pourrait être la devise des arbres. Ainsi, en six semaines ce jeune pin maritime (1), dont le pot a été incliné à 45° (2), a réussi à se redresser (3). Pour cela, il a fabriqué du "bois de compression" à l'intérieur de la courbure. La comparaison des photos (4) et (5) démasque le changement de structure du bois à cet endroit. Les fibrilles contenues dans la paroi des cellules — les trachéides — changent d'orientation. Résultat : ces trachéides ont des parois plus épaissies et s'arrondissent.



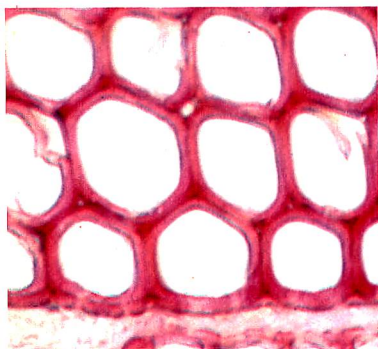
1



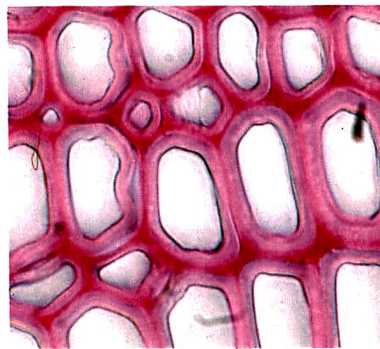
2



3



4



5

(4) Université de Montpellier II. Communication présentée par Bernard Chanson, Caroline Loup et Meriem Fournier (10 au 15 septembre 1990) et intitulée "Relation entre architecture, mécanique et anatomie de l'arbre". Programme financé par le ministère de la Recherche.
(5) Université de Montpellier II. CNRS URA 1224. CNRS URA 327. LRB de Bordeaux. Unité mixte de recherche CNRS, INRA CTFT Guyane (Kourou).

QUI SÈME MAL SES ARBRES RÉCOLTE LA TEMPÊTE

Les tempêtes de l'hiver dernier (25 janvier, 3 et 11 février 1990) ont détruit 100 millions de m³ de bois dans l'ensemble des forêts européennes. En France, le vent a abattu en deux mois, 45 % de la récolte annuelle de l'ONF (Office national des forêts), soit 6 millions de m³. Les forestiers privés, quant à eux, ont perdu 4 millions de m³ dans la bataille.

Hêtres arrachés, épicéa cassés... ce chablis (*) se vend pour une bouchée de pain : le hêtre s'achète au plus cher à 40 % de sa valeur (300 F au lieu de 750 F) lorsqu'il s'agit de bois issus d'arbres déracinés ; les troncs cassés sont bradés à 30 F le m³.

Pouvait-on éviter un tel désastre écologique et économique ? Les Anglais travaillent depuis longtemps sur ces questions dans leur laboratoire de la *Forestry Commission* d'Oxford et pour cause : les forêts du sud-ouest de l'Angleterre subissent chaque hiver les colères de la dépression "fixe islandaise" qui génèrent des vents dépassant couramment les 110 km/h (voir *Science et Vie* n° 870).

Ainsi, dès les années 1950, les scientifiques de la *Forestry Commission* ont tout simplement jalonné les forêts de drapeaux pour identifier le sens du vent. Dans un deuxième temps, ils ont collecté toute une série de paramètres (altitude, exposition de la forêt, type de sol) pour construire une échelle de risques (de 1 à 7) permettant d'attribuer une note aux différents sites forestiers de l'île. Résultat : à chaque valeur correspond une hauteur critique des arbres au-delà de laquelle le forestier a toutes les chances de s'attirer les foudres d'Eole. Ces révélations bouleversent en partie les méthodes classiques de la gestion forestière. Car désormais, les forestiers ne coupent plus les arbres en fonction de l'âge ou de la taille du tronc mais d'après leur hauteur ! Ainsi, les pins Douglas, qui culminent à plus de cinquante mètres dans leur pays d'origine, les USA, sont abattus entre quinze

et vingt-cinq mètres, en Angleterre.

Autant de précautions n'ont pourtant pas évité le désastre de la nuit du 14 janvier 1968 durant laquelle une tempête d'une force exceptionnelle balaya 8 000 hectares de forêt. Car le vent est malicieux. Il glisse sur les plans d'eau et prend de la vitesse en altitude alors qu'il diminue au fond d'une vallée. En revanche, lorsqu'il s'engouffre entre deux collines, il est accéléré par un effet de Venturi. Bref, il est difficile à suivre ! Si difficile que les scientifiques d'Oxford ont décroché un financement de la CEE (158 000 livres) pour étudier en soufflerie les effets de turbulence du vent dans la forêt, l'amortissement et le mouve-

ment d'oscillation qu'il inflige à l'arbre au rythme des rafales. Les premiers résultats prouvent qu'il ne faut pas laisser de grosses trouées là où le vent s'engouffre : il faut bannir les éclaircissements au risque d'avoir des arbres plus minces mais dont la canopée forme un tapis de feuilles serrées sur lequel le vent glisse sans pénétrer le sous-bois.

Malheureusement, il faudra toujours de bons gros troncs pour faire de belles vieilles poutres... les recherches continuent afin de concilier les exigences industrielles d'une part et les caprices météorologiques d'autre part.

(1) Vocabulaire des forestiers pour désigner le bois récolté après les tempêtes.



boisé d'Europe avec ses 13,7 millions d'hectares.

Les pouvoirs publics essayent de comprendre qu'elles sont les raisons de cette contradiction. Les deux principaux responsables sont le secteur de la pâte à papier (43 %) et du meuble (33 %), qui sont déficitaires. Parmi les accusés figure également l'importation des bois tropicaux. Ces derniers bénéficient

d'un excellent rapport, qualité/prix, aussi les forestiers travaillent-ils à la recherche d'essences métropolitaines qui pourraient se substituer à eux.

Enfin, à l'heure du troisième choc pétrolier le bois source d'énergie devient rentable compte tenu de la nouvelle technologies des chaudières à bois.

Didier Dubrana

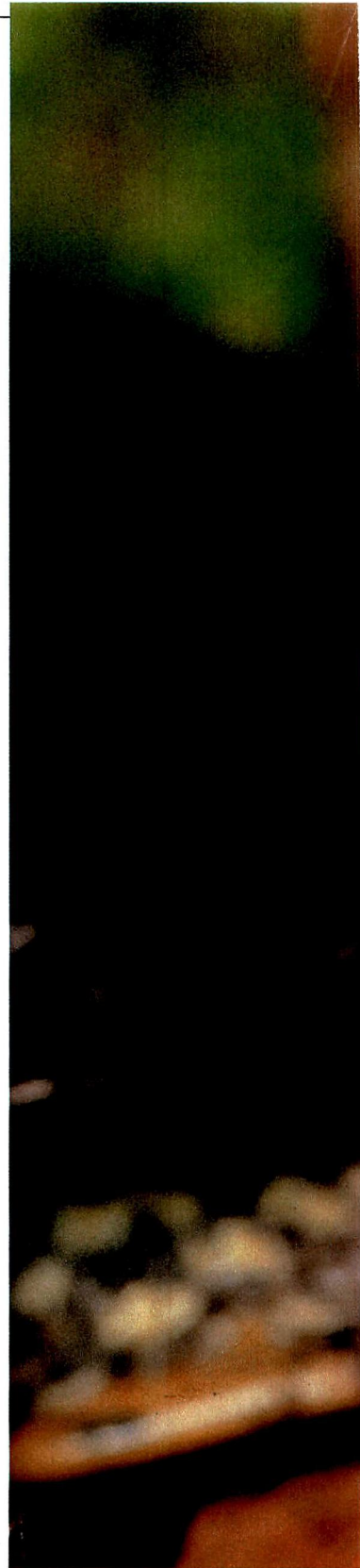
LES TORTUES FINIRONT-ELLES LA COURSE ?

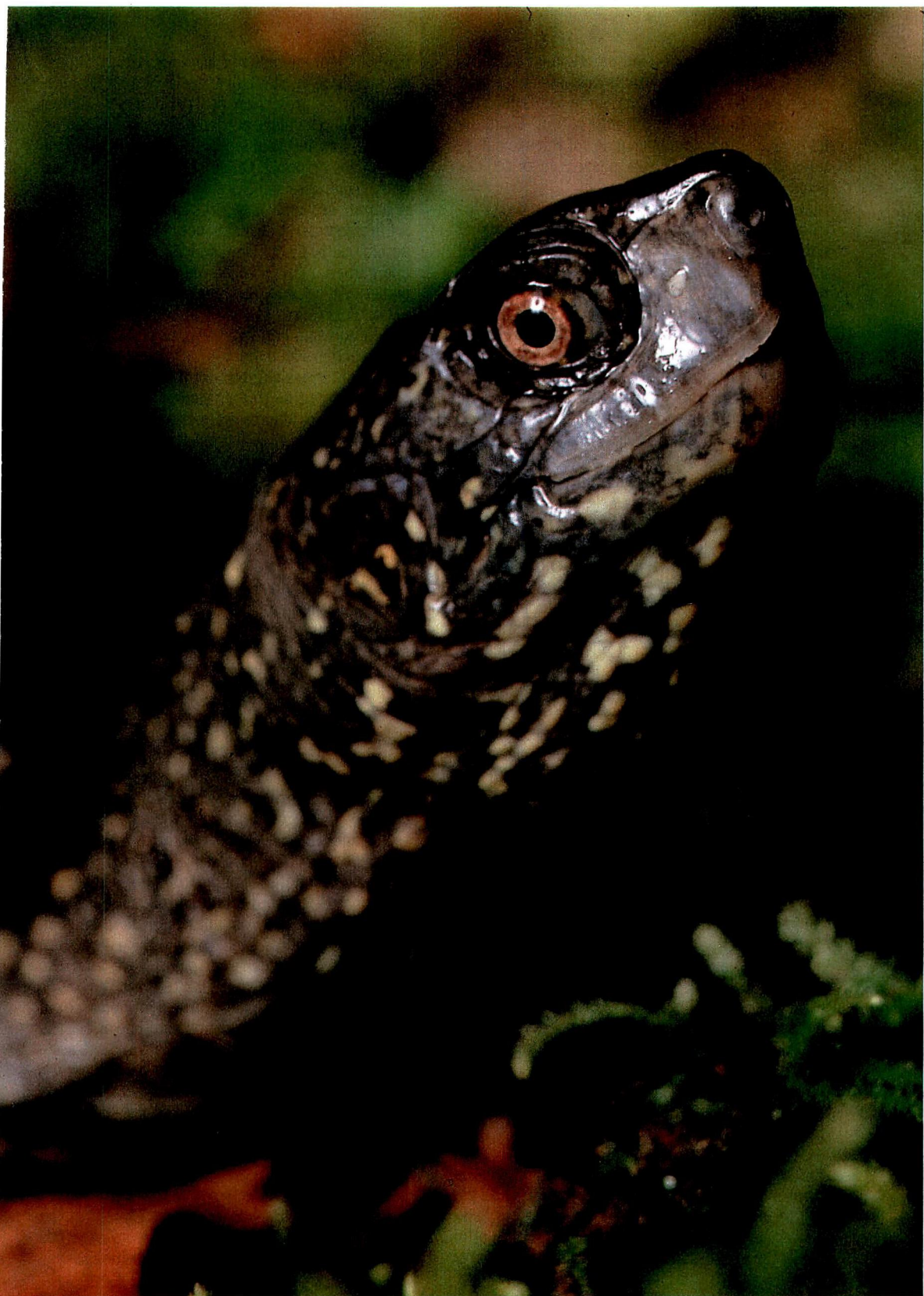
*Elles viennent d'un très lointain
passé. Mais aujourd'hui
les tortues intéressent un peu
trop les amateurs de
viandes rares et d'articles de luxe.
On les encourage donc
à se reproduire. Encore fallait-il
connaître leur biologie : s'il
fait chaud, leurs œufs donnent des
femelles ; s'il fait froid, des mâles.*

Terrestres, d'eau douce ou marine, les tortues évoluent depuis près de 200 millions d'années. De la classe des reptiles, où figurent les crocodiles, lézards et serpents, de l'ordre des chéloniens, les tortues ont passé tous ces siècles sans trop d'encombres, grâce à leur carapace. Elles commencent à bénéficier de la science, qui, mariée pour l'occasion avec la législation, s'efforce de les conserver au répertoire des espèces vivantes. Car, depuis deux siècles, leur population régresse. Certaines, notamment les marines ou encore la tortue terrestre de France, sont menacées d'extinction.

Pour protéger, il faut connaître, et les tortues posent quelques problèmes particuliers. C'est ainsi que la différenciation du sexe, chez la majorité d'entre elles, est tributaire de la température d'incubation des œufs, comme d'ailleurs pour certains crocodiliens et lézards. Il existe une température critique où naissent des mâles et des femelles (et, parfois, des intersexués). Légèrement au-dessus de cette température un sexe domine alors qu'en dessous l'autre sexe l'emporte. D'une manière générale, entre 23° C et 27° C, il ne naîtra que des mâles, mais entre 30° C et 33° C, il ne naîtra que des femelles (c'est l'inverse chez les crocodiliens et lézards, où ce sont les températures les plus basses qui sont féminisantes). Si l'on veut gérer des écloséries efficaces de tortues, il faut donc tenir compte de cette différenciation.

Pour agir efficacement, la température doit être maintenue, sans interruption, pendant une dizaine de jours, soit 1/6 environ de la





période de développement embryonnaire. Donc, dans la nature, les proportions mâles-femelles sont plus ou moins bien partagées, car les œufs enterrés sont chauffés le jour et refroidis la nuit. Toutefois les canicules qui maintiennent le sol à des températures élevées même la nuit, peuvent favoriser des éclosions de femelles.

Le phénomène commence à être compris : les tortues ne possèdent pas de chromosome sexuel comme les oiseaux et les mammifères, cependant il existe une certaine prédisposition génétique à être de tel ou tel sexe. D'ailleurs dans la nature, les œufs d'une même couvée peuvent donner des mâles et des femelles. Or la température est capable d'inverser la prédisposition génétique du sexe de telle sorte que les embryons destinés à être mâles deviennent femelles et inversement. Les travaux de Claude Pieau et de son équipe, à l'université Paris

VII, sur la cistude (*Emys orbicularis*), petite tortue aquatique de France, montrent que l'action des températures élevées est tout à fait comparable à celle d'hormones femelles, comme l'œstradiol.

En effet, si l'on incube des œufs à 25° C, température où l'on ne devrait obtenir que des mâles, et que l'on injecte de l'œstradiol dans l'œuf avant ou pendant la période thermosensible, on n'obtient que des femelles. Inversement, si l'on injecte dans les œufs un produit qui neutralise les hormones femelles, à 30° C, on obtient, non pas des femelles, mais des intersexués, dont les organes sexuels tiennent à la fois de l'ovaire et du testicule ; de telles gonades, appelées ootestis, évoluent toujours, par la suite, en testicules fonctionnels.

Preuve supplémentaire : à température élevée, l'œuf synthétise davantage d'œstrogènes. Il existe donc un lien, direct ou indirect, entre l'augmentation de la température et la production de ces hormones. Ce lien c'est peut-être l'aromatase, enzyme qui joue un rôle dans la différenciation sexuelle des vertébrés en transformant les hormones mâles en hormones femelles. En effet, l'activité de cette enzyme est plus importante à 30° C qu'à 25° C. Des expériences en cours, concernant l'aromatase, permettront de mieux cerner les mécanismes de l'action de la température sur la morphogénèse de la gonade.

Ces connaissances sont donc nécessaires à une bonne gestion des éclosiers de tortues. Où trouve-t-on des éclosiers ?

A Gonfaron, dans le Var, il existe un "village des tortues", qui vise à renouveler les populations de tortues d'Hermann (*Testudo hermanni*). Cette petite tortue terrestre de France ne subsiste à l'état sauvage que dans le massif des Maures et une partie de la Corse. C'est aussi l'espèce que l'on trouve

fréquemment en captivité dans les jardins. Ouvert en mai 1988, à l'initiative de la Station d'observation et de protection de la tortue des Maures (SOPTOM), ce village accueille des tortues adultes, dont les femelles sont fécondées, puis placées dans des enclos de ponte. On compte 2 pontes de 2 à 5 œufs, à quelques semaines d'intervalle, par femelle et par an. Les œufs sont alors ramassés et incubés artificiellement. A la naissance, les petits, qui ne pèsent que 10 g pour 3 cm de long, séjournent dans une garderie, puis sont élevés dans un enclos de jeunes. Ils ne sont relâchés qu'à 5 ans, dans le massif des Maures, lorsque leur carapace s'est ossifiée, et après un bref passage dans un autre enclos, celui des reproducteurs. Vers octobre, c'est ainsi de 300 à 500 tortues qui retrouvent chaque année leur véritable statut de tortues sauvages. Car la tortue de la plaine des Maures est bien un animal sauvage : entre une salade et la liberté, elle préfère la liberté. La SOPTOM incite les propriétaires de ces tortues à les leur donner afin de servir à maintenir les populations. Les promeneurs de la région sont informés que la tortue des Maures est un animal protégé et qu'il ne faut pas la ramasser. En mai 1991, un village de ce genre ouvrira à Moltifao, en Corse.

En Guyane française, on s'emploie à sauver les tortues marines, en particulier les tortues luths qui viennent pondre sur les plages. On recense et on marque le plus possible de tortues entre l'embouchure du Maroni et celle de l'Organabo. Comme les infiltrations fluviales peuvent faire pourrir les œufs enterrés dans le sable, comme la mer peut les détruire et comme les tortues elles-mêmes peuvent les détruire (par manque de place, une femelle peut détruire le nid et les œufs d'une autre, pour creuser le sien), on a installé une éclosierie dans un ancien bâtiment du baigne, près de Yalimapo ; on peut y recueillir quelque 8 000 œufs par an. Au début, d'ailleurs, on n'y obtint que des mâles, parce qu'on ignorait l'action de la température sur le sexe ; depuis, on règle le thermostat pour obtenir des mâles et des femelles et on obtient des résultats satisfaisants : sur le littoral, dans les conditions naturelles, les éclosions ne dépassent pas 2 % du total des œufs pondus ; en éclosierie, il atteint 50, voire 80 %. En 1989, on a relâché 1 894 tortues juvéniles, ce qui correspondait à une incubation naturelle de 100 000 œufs, soit encore la ponte de 1 500 tortues. L'association gérant l'éclosierie, présidée par J. Lescure, herpétologue au Muséum d'histoire naturelle de Paris, n'a eu cette année que 130 000 F au lieu des 200 000 à 300 000 F nécessaires ; le ministère de l'Environnement et le Conseil régional de Guyane qui financent en partie l'éclosierie ont été quelque peu avares.

Il y a aussi des éclosieries aux Etats-Unis, au Costa-Rica, au Mexique, parfois associées à des garderies, où l'on élève les jeunes tortues jusqu'à

Quelques degrés de différence font le sexe



Elles préfèrent la liberté à la salade et pourtant elles sont souvent captives dans nos jardins. Les jeunes tortues "sauvages" en âge de se reproduire ne suffisant pas à renouveler les populations, le "village des tortues", à Gonfaron, accueille des tortues adultes. On y incube artificiellement leurs œufs, on élève les juvéniles et on redonne ensuite à toutes leur liberté.

l'âge d'un an, avant de les relâcher. Mais cette technique de grossissement n'est pas encore applicable à la tortue luth, qui ne supporte pas la captivité. Dans des régions sèches, en Grèce et à Chypre, de simples mesures de transplantation permettent d'atteindre un taux d'éclosion de 60 à 70 %. Les œufs pondus en dessous de la ligne de marée sont simplement déplacés à mains d'homme, puis enterrés plus loin dans des endroits plus propices et protégés des renards.

Revenons sur les menaces qui pèsent sur les tortues et qui vont s'accroissant. Ce sont, pour les tortues géantes et notamment les marines :

- la chasse pour l'alimentation ; elle est déjà ancienne puisqu'au XVIII^e siècle les équipages maritimes ont tant consommé la tortue éléphantine terrestre (*Cylindropsis borbonica*), qu'elle a disparu des Mascareignes, où ils s'approvisionnaient. Au

Costa Rica on tue 1 800 tortues marines par an pour l'alimentation locale. En fait, beaucoup plus sont harponnées, car un véritable marché noir s'est institué, la revente à l'étranger étant très rentable. L'exotisme gastronomique encourage, par ailleurs, la chasse aux tortues marines. Les œufs, prétendus "aphrodisiaques", sont consommés par certaines populations. Au Surinam, on tolère, pour les Asiatiques immigrés, la collecte des œufs (250 000 en 1985, 400 000 l'année suivante). Et l'œuf de tortue rapporte : il vaut un dollar pièce !

- L'industrie cosmétologique, qui utilise l'huile de graisse de tortue, riche en vitamine A, surtout pour les huiles solaires.

- L'industrie du luxe : la peau des pattes et du cou des tortues vertes (appelées encore tortues franches) et des tortues de Kemp, est utilisée en maroquinerie. Au Japon, la peau de 80 000 tortues par an, surtout les tortues olivâtres, est utilisée pour l'industrie du cuir et finit donc en bracelets de montres, portefeuilles, sacs et chaussures. Cette espèce serait aujourd'hui la plus menacée des tortues marines. Sur les côtes du Mexique aussi, on tue 75 000 femelles olivâtres par an. Les compagnies d'abatta-



ge transforment alors la chair en aliment pour le bétail. L'écaille est recherchée par les lunetiers et ébénistes, surtout celle de la tortue imbriquée (dont la viande peut être toxique). L'écaille de la verte et de la caouanne, de moindre qualité, est quand même utilisée pour la fabrication de "souvenirs".

- La pêche : les prédateurs naturels, orques, espadons et requins-tigres menacent moins les tortues que les filets dérivant de plusieurs kilomètres derrière de long des chalutiers. 11 000 tortues marines par an s'y entravent et meurent noyées. Tortues imbriquées, vertes, caouannes, de Kemp et olivâtres s'emprisonnent également dans les filets en forme d'entonnoir des pêcheurs de crevettes. Dans le golfe du Mexique, de 4 à 5 000 tortues adultes sont ainsi capturées par inadvertance.

- La pollution des mers : les hydrocarbures et les produits chimiques, les rejets de pesticides et d'herbicides véhiculés, par exemple, dans le golfe du Mexique par le Mississippi, semblent être un des facteurs d'extinction de la tortue de Kemp. Citons aussi les déchets plastiques : les tortues marines confondent les sacs flottant entre deux eaux avec les méduses, qu'elles consomment. A force d'entasser ces sacs dans leurs estomacs, elles finissent par souffrir d'occlusion, puis de dénutrition avant de mourir. Ce type de pollution cause une importante mortalité chez les tortues luths qui se nourrissent

presque exclusivement de méduses.

- La raréfaction des sites de pontes ; les plages de nidification des tortues marines disparaissent en raison de facteurs naturels comme l'érosion des côtes africaines et américaines. La mer peut aussi envahir les plages et noyer les nids. Et les aménagements touristiques n'arrangent rien : les femelles, qui apprécient la tranquillité, répugnent aux côtes trop peuplées et trop éclairées. En Floride, l'avancée des constructions et la fréquentation des plages ont, depuis dix ans, fait fuir les tortues luths qui venaient y nidifier. Idem dans l'île grecque de Zante, qui est le plus important site de ponte des caouannes en Méditerranée : de 1983 à 1986, le nombre de femelles atterrissant dans la baie de Lagana est passé de 2 000 à 700. Pour les rares plages tranquilles et propices à l'éclosion qui subsistent, les femelles sont trop nombreuses. Dès la mi-saison de ponte, comme nous l'avons déjà dit, elles déterrent les œufs déjà pondus par d'autres, pour y déposer les leurs. Deux tiers des nids peuvent être ainsi détruits. L'érosion a aussi d'autres conséquences. Par exemple, en Guyane et au Surinam, les troncs des palétuviers cassés, rejetés par l'océan sur les plages, deviennent des obstacles infranchissables pour les tortues géantes. Elles meurent prisonnières et déshydratées. Urbanisation, assèchement des zones humides pour les tor-



Lutte pour la survie des luths. En Guyane française, d'avril à septembre, les femelles déposent sur les plages chacune une centaine d'œufs, mais bien peu éclosent. Aussi, 8 000 sont-ils ramassés puis placés dans une écloserie chauffée. Les juvéniles naissent deux mois plus tard. On ne les revoit que lorsqu'elles ont atteint un mètre de long et pèsent 600 kg.

tues palustres, incendies de forêts pour les tortues terrestres, entraînent actuellement leur disparition. En France, la cistude aquatique est menacée par l'assèchement des marais en Charente-Poitou et par les feux en Provence. L'aire de la tortue d'Hermann est en constante régression. Ses lieux favoris de ponte disparaissent, clairières, oliveraies, restanques font place soit à des constructions, soit à de la broussaille. 10 000 tortues d'Hermann ont péri dans l'incendie qui a ravagé, fin août dernier, 14 000 ha de forêts du massif des Maures.

En France, plusieurs espèces sont protégées par la loi de protection de la nature du 10 juillet 1976, appuyée par des arrêtés préfectoraux (pas toujours respectés). La convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), dite Convention de Washington limite le commerce de certaines tortues. Toutes les tortues marines, quelques tryonix (tortues fluviales), ainsi que des espèces terrestres comme la géante des Galapagos, sont classées à l'annexe I de cette convention. Pour ces espèces, le commerce n'est autorisé que dans des conditions exceptionnelles. D'autres considérées comme moins en danger sont classées à l'annexe II, pour celles-ci des permis CITES doivent être délivrés pour les importer. Un peu partout dans le monde, des associations de protection de la nature inter-

viennent en faveur des tortues. Aux USA, plusieurs régions fréquentées par des tortues terrestres, devaient être urbanisées ; elles ont été classées zones interdites. Des projets hôteliers à Dalyan (Turquie), qui auraient entraîné la destruction d'une des principales baies de nidification restant en Méditerranée pour les caouannes, ont été abandonnés. Par ailleurs un filet avec sas, permettant aux tortues capturées de retrouver la liberté, a été mis au point et devrait être obligatoire pour les crevettiers. Dans le Var, la SOPTOM débroussaille chaque année quelques hectares pour recréer des lieux de ponte favorable, et lutte contre les incendies de forêt en limitant l'urbanisation dans cette région. Ainsi, l'autoroute entre Le Cannet des Maures et Toulon, qui doit s'ouvrir fin 1991, coupe la plaine des Maures où se trouve une population exceptionnelle de tortues d'Hermann. Mais la SOPTOM et la société Escota, qui construit l'autoroute, se sont mises d'accord pour que cette dernière prenne en charge la construction de "tortue-ducs", passages permettant aux tortues de voyager sans danger.

Une législation est certainement dissuasive. On l'a vu pour l'ivoire des éléphants. Mais rien ne vaut, pour la protection des espèces, une prise de conscience de la population générale. Or, elle semble se faire. Pourvu qu'elle ne soit pas trop lente.

Muriel Martineau

LES TROUBLANTS TROUS BLEUS

*Que sont donc les
vastes trous parfaitement circulaires qu'on voit
parfois en mer et parfois sur terre, du
Mexique à l'Australie, en passant par les Bahamas ?
Pour certains, ce furent des garages d'ovnis,
pour d'autres, des cratères météoritiques.
Une exploration systématique aux Bahamas,
pour commencer, a révélé une
vérité bien plus originale et féconde...*

En 1972, sur les côtes d'Andros, la plus grande île des Bahamas, des pêcheurs de tarpons et bonefishes regagnaient leur base de Staniard Creek, quand une vive lumière apparut à l'horizon et un objet brillant jaillit vers le ciel. Un autre objet brillant surgit également des eaux, à la verticale, peu après. On devine l'émotion. Personne ne savait ce qu'étaient ces objets. L'imagination allait pour un temps y pourvoir.

Andros comporte des trous bleus, formations circulaires d'une frappante régularité, remplies d'une eau qui, comme partout aux Bahamas, est d'un beau bleu, mais beaucoup plus sombre qu'alentour. Ces trous, qui se trouvent soit au large, entourés d'une couronne coralline, soit en pleine terre, sont connus depuis longtemps des géologues et océanographes. On en voit de pareils dans d'autres îles des Bahamas, au Belize, en Australie. Quelques touristes jurèrent que c'était de l'un de ces trous bleus qu'avaient jailli les mystérieux objets, ils l'avaient vu, de leurs yeux vu. C'était l'époque où le triangle des Bermudes excitait certaines imaginations.

Ainsi naquit la fable des trous-bleus-garages-de-soucoupes-volantes. Car personne n'en pouvait plus douter, les mystérieux objets jaillies des profondeurs étaient des soucoupes volantes. Les extraterrestres réparaient sans doute leurs engins dans les profondeurs de saphir.

Cette fable eut son public pendant un certain temps. Puis elle mourut de façon dérisoire quand le Pentagone informa le public que les "fameux objets brillants" (des "FOB", sans doute) étaient des missi-

les. La Marine américaine dispose à Andros d'un grand centre d'expériences militaires, l'*American Underwater Test and Evaluation Center*, ou AUTECH, qui essaie, entre autres, des missiles à changement de milieu, comme le *Harpoon* ou le *SSN 7*, lancés par des sous-marins. Au temps pour les témoins oculaires !

Qu'étaient donc les trous bleus, s'ils n'étaient des garages creusés par les Martiens ? Une hypothèse plus raisonnable fut avancée : ç'auraient été des cratères creusés par des impacts de grosses météorites ou d'astéroïdes, comme on en connaît beaucoup dans le monde (le plus célèbre étant Meteor Crater, en Arizona, 1 200 m de diamètre). Hypothèse plausible, mais seulement pour ceux qui ne connaissent pas la géologie.

Dès 1960, en effet, le Dr George Benjamin et son équipe canadienne avaient commencé à explorer les trous bleus d'Andros ; ils avaient alors conclu que les trous marins proches des rivages ou se trouvant dans les lagons communiquaient avec les gouffres terrestres par des réseaux de tunnels et galeries noyées, entrecoupés de grottes. La preuve en fut faite par l'emploi d'une teinture verte non toxique, la fluorescéine. Répandue dans les trous terrestres, elle réapparaissait dans les trous marins. Mais à cet occasion, on fit une autre découverte : l'eau qui circulait dans le vaste système souterrain, reliant le socle de l'île et la plate-forme marine, était animée par de violents courants marins, qui s'inversaient brutalement, et de façon imprévisible. Comme quoi la reconnaissance des phénomènes est plus sûre que les hypothèses.



Il y a trous et trous.

Ceux qui ont longtemps intrigué et donné lieu à toutes sortes d'hypothèses (garages à soucoupes volantes ou cratères creusés par des météorites ?), sont des taches d'eau nettement plus sombres que la mer alentour (1). Tout l'opposé des magnifiques atolls (2) que l'on peut admirer du hublot d'un avion ou sur des affiches touristiques. Constitués d'un anneau de terre émergée entourant une lagune peu profonde, les atolls forment, en effet, des taches d'un beau vert émeraude dont la luminosité tranche sur l'eau environnante plus sombre.

En 1972, George Benjamin, qu'avaient rejoint Archie Forfax et plusieurs plongeurs américains, avaient exploré systématiquement une bonne centaine de grottes et galeries. Sous les eaux de South Bight, ils avaient fait, entre autres, une belle découverte : une caverne immense, riche en stalactites et stalagmites grosses comme des piliers de cathédrale, et dont la profondeur resta inconnue. A l'été 70, l'équipe de la *Calypso* du commandant Cousteau y effectua des plongées d'exploration avec ses minisoucoupes plongeantes SP 1 000. Mais l'exploration fut interrompue pour des raisons tragiques : en 73, Forfax et son collègue Frank Martz trouvèrent la

mort dans Benjamin's Blue Hole, par 60 m de profondeur. On ne retrouva jamais leurs corps. Mais l'étude des trous bleus n'était pas abandonnée pour autant ; à Grand Bahama, autre grande île au nord de l'archipel des Bahamas, célèbre auprès des plongeurs pour la splendeur de ses jardins sous-marins et son Musée d'histoire de la plongée, d'autres équipes étudiaient ces formations singulières. Ancien ingénieur du projet Apollo, Dennis Williams et son équipe mirent au point des équipements et des techniques d'exploration horizontale du réseau de boyaux des trous bleus, et d'exploration verticale des cavernes profondes, comme Benjamin's

Hole, mariant ainsi la spéléologie et la plongée.

Balisant les galeries, tendant des fils guides, stockant sur leurs parcours des bouteilles d'air comprimé, Williams et ses collaborateurs étudièrent pendant 13 ans, à partir de 1971, le réseau de Grand Bahama, qui mesurait quelque 100 km de diamètre. La structure en était la même que celle d'Andros.

Des biologistes tels que Jim Yaeger rejoignirent l'équipe : dans le haut des cavernes, la vie foisonnait : langoustes par milliers, parfois énormes, poissons aveugles, qui se repèrent par des organes sensibles aux sons et aux pressions, espèces rares de thermospinacéens et même un petit crustacé appartenant à une espèce présumée disparue depuis des millions d'années. On trouva aussi des ossements humains, bien plus récents, vestiges de la vingtaine de plongeurs imprudents qui ont sans doute été aspirés par des courants irrésistibles. Seuls les requins semblent à l'aise dans ce milieu ; ce sont le plus souvent des squales du genre *Ginglymostoma cirratum*, de couleur brune, et qui affectionnent les abris sous roche. On ne sait pas où ils gisent ; on pense qu'ils accéderaient au réseau par les ouvertures marines du système et ils se reproduiraient dans certaines cavités profondes, pouponnières idéales.

Le rapport rendu par Williams en 1977 est toujours valable : le risque est grand pour les plongeurs, en particulier dans les galeries, puits et étroitures, où ils risquent d'être dangereusement malménés par les courants, aspirés ou repoussés comme des bouchons dans un torrent. En certains endroits, le bouillonnement de l'eau rend brusquement la visibilité nulle. On peut constater la puissance des mouvements de l'eau quand elle débouche dans les trous bleus et tourbillons qui agitent la mer jusqu'à la surface. L'inversion des courants peut aussi em-

pêcher les plongeurs d'avancer ou de rebrousser chemin. On en a finalement compris le mécanisme : les courants dépendent du mouvement des marées, qui se fait sentir à des heures différentes sur les côtes opposées de l'île. Mais la correspondance entre marées et flux intérieurs est complexe, avec des décalages variables, dus à la complexité du réseau et aux variations du volume des eaux contenues dans les trous terrestres.

L'intérêt des trous bleus dépasse de loin ces données. Et il tient à leur mode même de formation. Celle-ci remonte à la dernière grande glaciation, quand, il y a environ 17 000 ans, les glaciers recouvraient la majeure partie des terres émergées de l'hémisphère nord. A cette époque, le niveau des mers était inférieur de plus de 150 m ; les assises calcaires des Bahamas émergeaient donc largement. Sous l'effet des eaux de pluies, le carbonate de calcium qui constitue ce calcaire est dissout ; les eaux de ruissellement creusent des puits, voire des gouffres, comme nos avens des Causses ou les cénotes du Yucatan, au Mexique ; des grottes se forment ; au fil des âges, se construisent stalactites et stalagmites. C'est ce qu'on appelle un système karstique. La présence de stalactites et stalagmites dans les grottes englouties des trous bleus démontre que ce sont bien les phénomènes qui se produisent aux Bahamas.

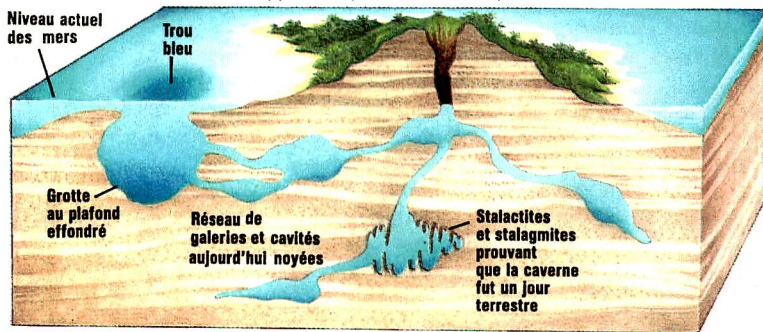
Quand les glaciers fondirent, le niveau des mers s'éleva. Les fontes ne se firent pas en continu, mais avec des accélérations et des ralentissements. L'étude des systèmes coralliens donne le calendrier de ces fontes et leur rythme, car, lorsque les eaux montent, les coraux, qui ont besoin de lumière, meurent. Ainsi, les chercheurs du Lamont-Doherty Geological Observatory de l'université Columbia, à New York, ont procédé à des carottages en mer des

Antilles, au large des Barbades, jusqu'à 150 m de profondeur. L'analyse des coraux et leur datation au carbone 14 donnent les chiffres suivant :

- de -17 000 à -12 300 ans, le niveau des mers monte de 20 m ;
- de -12 300 à -11 500 environ, nouvelle hausse, encore plus rapide, de 24 m ;
- à partir de -11 500, le ralentissement se poursuit, atteignant son point actuel en 4 000 av. J.-C.

Sous le poids des masses d'eaux qu'elles supportent, les voûtes des grandes grottes en mer s'effondrent ; ainsi se forment les trous bleus marins, qui doivent leur couleur bleu sombre à leur profondeur par rapport aux faibles fonds environnants. Sur terre aussi, les voû-

Les galeries souterraines de la mer. Avec la fonte des glaciers, à la fin de la dernière glaciation (à partir de -17 000 ans), la mer a peu à peu envahi les grottes et les galeries que la pluie avait creusées dans le socle calcaire des Bahamas, jusqu'alors émergés (son niveau s'est, depuis, élevé de 150 m). Sous le poids des eaux, le toit de certaines de ces grottes a fini par céder, laissant voir, de la surface, leur eau plus profonde — et donc d'apparence plus sombre — que la mer alentour.



(suite du texte page 155)

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 7^e ou quel est le 12^e? Instantanément il citait le nombre correspondant à son rang dans la liste. Il le fit et le refit sans jamais se tromper.

Il se 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 8^e, la 35^e ou la 47^e carte du jeu. Vous imaginez notre étonnement. Voir cela sur une scène de music-hall est toujours intéressant, mais voir une pareille performance effectuée par un jeune cadre d'entreprise dont ce n'est pas le métier, avait de quoi stupéfier.

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

Je pus réaliser les mêmes performances. Je ne m'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'incalculables services et que grâce à elle, j'avais acquis cette vivacité d'esprit que j'avais souvent admirée chez ceux qui «réussissent».

Ma mémoire assura ma réussite. Ma conversation, par exemple, fut transformée, 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.)*

M 15 B

Mon nom: Prénom:
(en majuscules SVP)

Mon adresse:

Code postal: Ville:

VOICI LA VRAIE CARTE DU MONDE

Les cartes géographiques étaient jusqu'ici des dessins d'artistes faits à partir de relevés topographiques. C'étaient des "portraits-robots" approximatifs quoique fort ressemblants. Voici maintenant la vraie photo couleur du monde où nous vivons. Seule tricherie : elle apparaît sous la lumière d'un été éternel, parce que, parmi les millions de photos-satellites qui ont servi à reconstituer ce gigantesque puzzle, on a dû écarter toutes celles qui contenaient des nuages.



On le sait, rien ne vaut le talent d'un peintre pour rendre les couleurs du temps, mais distances et proportions sont tout de même mieux respectées par un objectif photo bien corrigé. Et quand il s'agit de mettre sur papier le terrain sur lequel nous vivons, c'est une troisième discipline qui entre en jeu : la topographie. Toutes les cartes du monde ont toujours été faites à partir de relevés géodésiques, pour la raison simple qu'on ne pouvait installer un appareil photo à des milliers de kilomètres de la Terre.

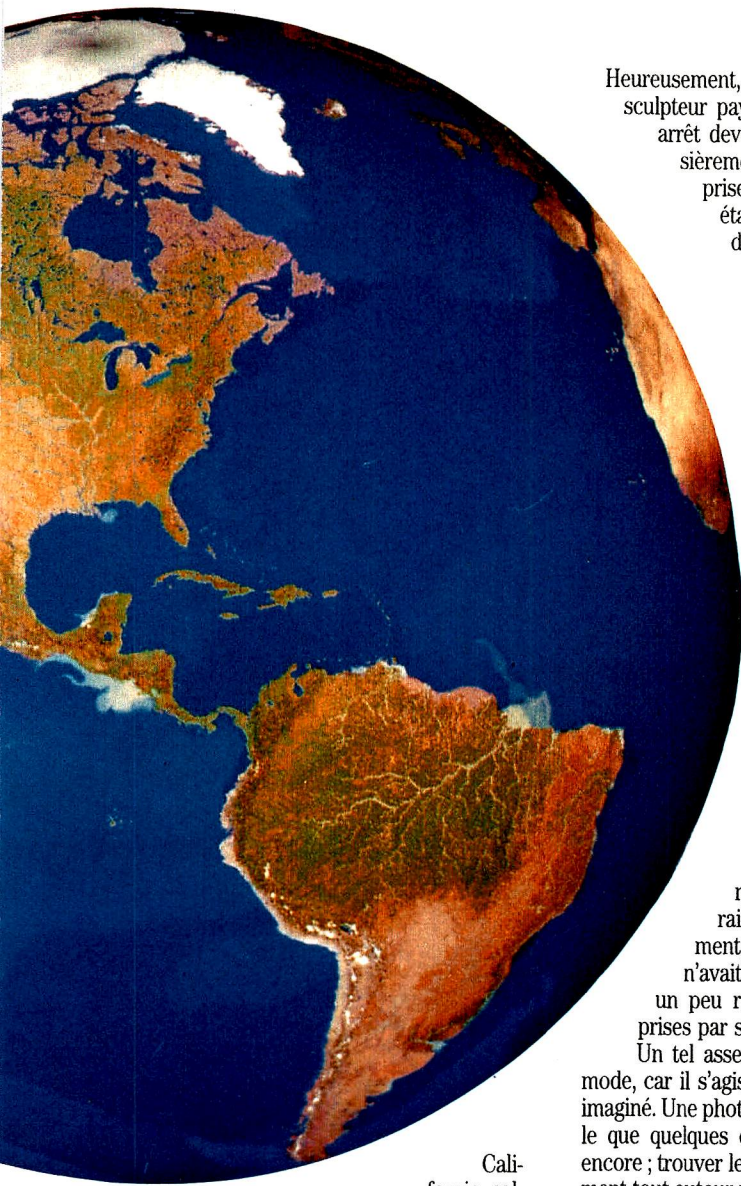
Du jour où il y a eu des satellites, on a pu filmer le sol de loin mais, chose paradoxale, ce sont les cartographes qui ont pris ces clichés pour les remettre sous forme de dessins. La dernière vision globale vraie de la Terre a été prise il y a 20 ans par les astronautes qui revenaient de la Lune, un peu comme un navigateur filme de loin la côte qu'il va rejoindre le lendemain.

Il fallut l'alliance d'un sculpteur et d'un informaticien pour donner corps à un projet dont on se deman-

de ensuite pourquoi il n'avait pas été réalisé plus tôt : faire un globe terrestre à partir des milliers de clichés pris par les satellites de toute sorte depuis plus de 25 ans. Certes il y a déjà eu des cartes locales de la végétation, de la pollution marine ou des sédiments fluviaux, mais personne encore n'avait eu l'idée de montrer la Terre telle qu'on la verrait avec nos yeux en se penchant par dessus la rembarde d'une navette spatiale.

De plus la plupart des clichés ne sont pas pris en couleurs naturelles comme on fait la photo de famille sur Kodachrome, mais sont des images en infrarouge, en ultraviolet ou en lumière polarisée. Autant dire qu'on n'y retrouve pas du tout le paysage tel qu'on le voit simplement du haut d'un col. Toutefois le traitement d'image par informatique permet de restituer une vue colorée normale à partir de photos monochromes à usage scientifique.

C'est la chance qui mit en rapport le sculpteur et l'informaticien. Van Warren, spécialiste des ordinateurs au Jet Propulsion Laboratory de Pasadena, en



Cali-
fornie, col-
lectait depuis

deux ans tous les documents réalisés par les satellites qui filment la Terre sous tous les angles et avec tous les filtres possibles. Son idée première était de faire une immense base de données couvrant la Terre entière de tous les points de vue : géodésie, ressources, mines, nature du sol et ainsi de suite. Excellent spécialiste de l'image numérisée, il voulait aussi pouvoir visualiser sur l'écran de son ordinateur n'importe quel point de la Terre, sous n'importe quel angle et à n'importe quelle échelle.

A noter qu'il faisait cet énorme travail de compilation en plus de son travail normal, ce qui laissait sceptiques la direction de son entreprise et, bien sûr, sa femme. Pour être juste, personne ne voyait d'intérêt réel à cette œuvre gigantesque.

Heureusement, à l'autre bout de la Californie, un sculpteur paysagiste, Tom Van Sant, restait en arrêt devant une carte des Etats-Unis grossièrement reconstituée à partir de photos prises par satellites. Les couleurs étaient bien sûr ratées, car il s'agissait de clichés en infrarouge, et le film infrarouge reflète la température plutôt que la luminosité.

Toute la carte était donc rouge, alors qu'elle aurait dû être verte pour les zones forestières et dorée sur les régions de culture. Les proportions n'étaient évidemment pas respectées, mais là on retombe sur l'insoluble problème de la cartographie : il est impossible de mettre une sphère à plat, et il y a eu à ce jour pas loin de 200 types de projection qui tentent avec un succès bien inégal de gommer les déformations les plus criantes.

Dans tous les cas, il s'agit de dessins où les villes sont des points ronds et où les couleurs sont là pour distinguer les pays et non pour refléter la teinte du terrain. Et c'est là qu'à son grand étonnement, Van Sant découvrit que personne n'avait eu l'idée de reconstituer une carte un peu réaliste en assemblant des photos prises par satellite.

Un tel assemblage n'était sûrement pas commode, car il s'agissait du plus difficile puzzle jamais imaginé. Une photo de satellite ne couvre en diagonale que quelques dizaines de km et souvent moins encore ; trouver les clichés qui vont s'adapter exactement tout autour pour faire une mosaïque précise du globe peut prendre un temps infernal et Van Sant commença par chercher si quelqu'un n'avait pas entrepris de regrouper les clichés pris par satellite.

C'est ainsi qu'il tomba sur Van Warren, et le projet prit corps. Au départ, l'idée maîtresse était de fabriquer un globe énorme dont toute la surface serait faite de clichés réels et non de dessins tracés à partir de relevés géodésiques.

En 1989, il monta une société à but non lucratif (Eyes on Earth) pour financer sa géosphère, mais c'est de sa poche qu'il lui fallut payer un super ordinateur graphique pour traiter les images.

Par la suite, la NASA lui versa un salaire alors que le projet était déjà bien entamé. C'était la première fois qu'un globe terrestre allait serrer de près la réalité, et cela méritait quelque considération.

Personne n'avait pensé aux photos-satellites

En fait la tâche était écrasante car tout était absolument nouveau, depuis la collecte des documents numérisés utilisables jusqu'aux techniques permettant de projeter en trois dimensions des clichés qui n'existent que sous forme de données binaires.

Si Van Sant avait choisi un globe plutôt qu'une carte plane, c'est parce qu'il pensait qu'une réplique réaliste de la Terre devait être en trois dimensions ; une sphère est beaucoup plus parlante pour tous qu'une feuille plate. De toute façon, une carte de géographie n'a jamais suscité la moindre émotion, alors qu'un globe montre la Terre telle qu'elle est réellement dans l'espace.

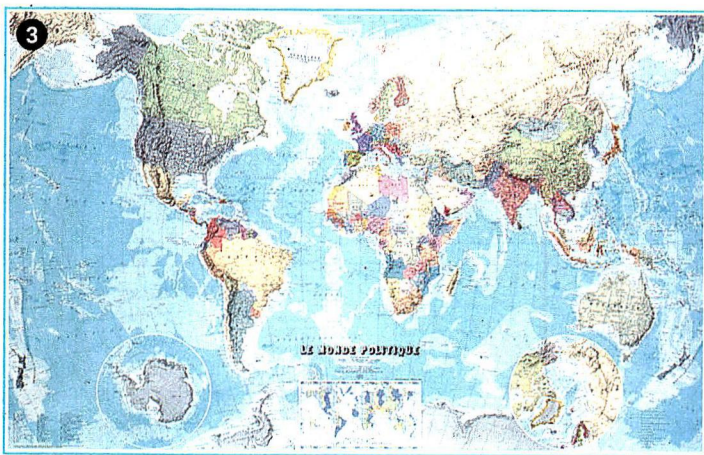
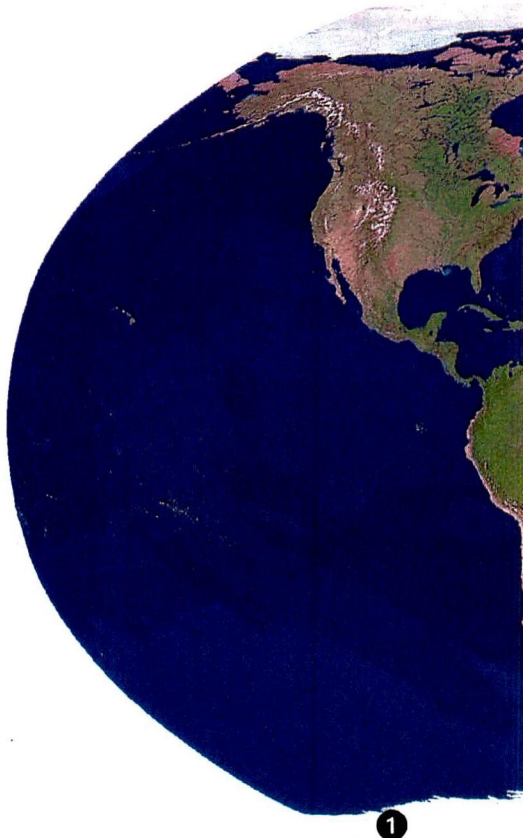
La première géosphère, un prototype de 2,25 m, fut terminée en janvier 1990. Au point de départ, il y avait l'immense base de données couvrant toute la Terre due à Van Warren ; les clichés étaient ceux des satellites AVHRR (radiométrie à très haute résolution) qui appartiennent à la NOAA (administration nationale de l'atmosphère et des océans).

Depuis 1976, ces satellites enregistrent chaque jour les températures au sol, l'état de la végétation, la surface des océans, le mouvement des glaces et quantité d'autres paramètres de même nature. La majeure partie de ces informations sont stockées sur bande magnétique, et pour trier les données intéressantes Van Warren dut abriter des monceaux de bobines dans des hangars.

En décembre 1989 il avait réussi à faire une image complète de la Terre de 4 000 par 8 000 pixels, soit 32 millions de points images - le pixel (de l'anglais *picture element*) est ce point coloré qu'on voit très facilement de près sur tous les écrans TV ; il y en a de trois couleurs, rouge, vert et bleu, pour reconstituer environ 16 millions de teintes. Toutes les images TV, et même les photos imprimées, sont faites de points colorés ronds ou rectangulaires.

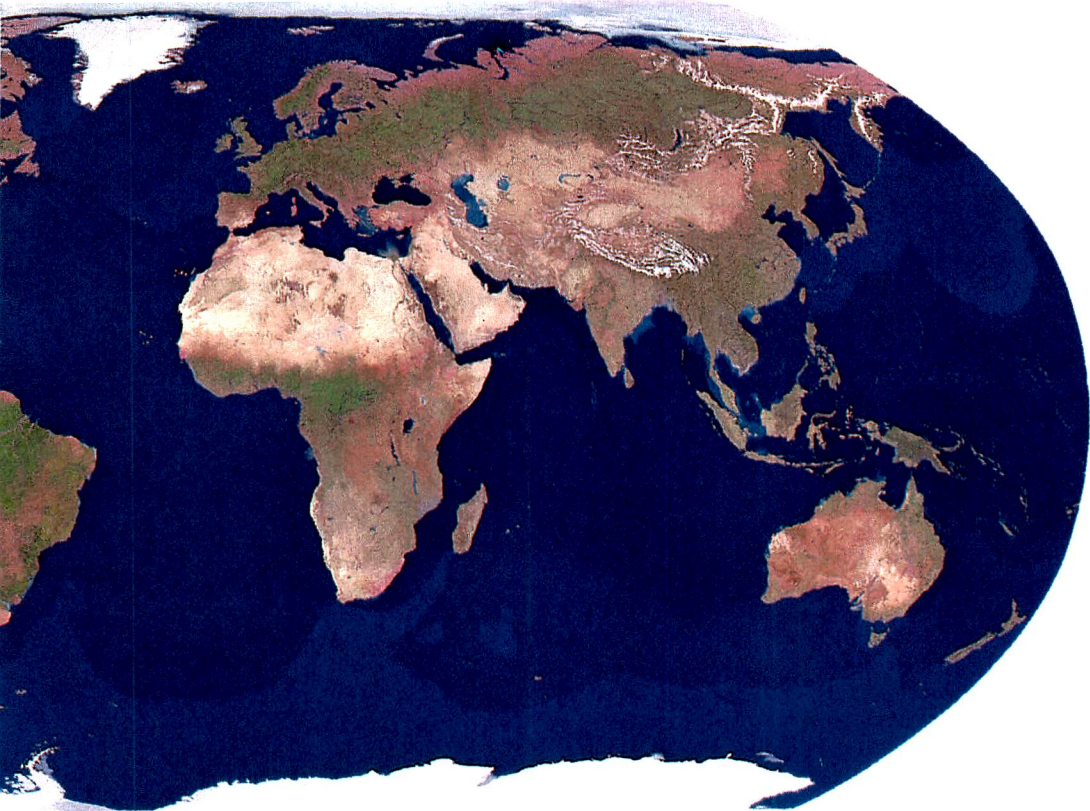
C'était la plus grande image numérisée jamais faite de la Terre : il y avait plus de points sur l'écran, et donc plus d'informations, que sur toute autre image réalisée avec la technique du graphisme par ordinateur. Fin 1990, Warren fit mieux encore, avec une image infiniment plus fine : 16 000 par 32 000 pixels, soit 512 millions de points.

Notons tout de suite que le nombre de pixels n'a pas une valeur absolue ; un écran TV standard de



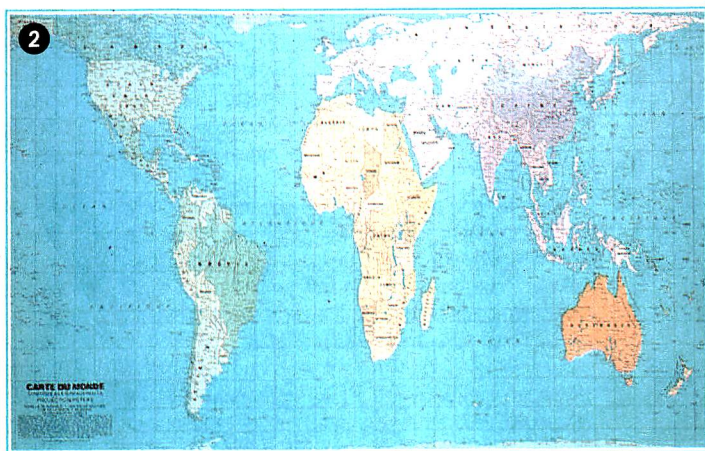
49 cm compte environ 10 000 pixels, et cette image télévisée n'est pas considérée comme un modèle de finesse. Mais si un petit écran de 5 cm avait le même nombre de points image, on le considérerait comme ayant une très haute définition. Dans le cas qui nous intéresse, les 512 millions de pixels sont destinés à une sphère de 2,25 m dont la surface est de 17 m².

Cela fait 30 millions de pixels par m², ce qui correspond à la qualité d'image d'une diapositive Kodachrome projetée sur un écran de 1,20 m de côté — la diapositive elle-même est évidemment très au-dessus



Le monde tel qu'il est, pour la première fois, avec ses fleuves, ses déserts et ses forêts dans leurs vraies teintes (1). Les plaines des deux hémisphères, sont reconstituées à partir de clichés pris en été ; les hauts-plateaux et les chaînes de montagne sont, pour leur part, en hiver, où ils se distinguent mieux à cause de la neige.

Les cartes planes sont fausses, toutes, sans exception, car aucun système au monde ne permet de mettre une sphère à plat sans déformation. La photographique (1) est très précise quant aux détails physiques mais elle exagère beaucoup les régions polaires. Celle de Peters (2) donne les surfaces réelles des continents, mais pour ce faire déforme complètement leurs proportions. Celle de l'IGN (3) respecte beaucoup mieux ces proportions mais en usant d'un effet de perspective qui courbe les méridiens et les parallèles.



de ce niveau, puisqu'elle fait 25 millions de pixels pour 8,5 cm². Pour une image numérisée, c'est donc une très bonne finesse et, le globe étant destiné à être observé à plusieurs mètres, le pointillé de l'image sera indécélable. La définition est en tout cas très supérieure à celle d'une affiche murale, dont on voit la trame à l'œil nu sans avoir besoin de se rapprocher beaucoup.

Ce problème de définition fut déjà difficile à maîtriser, mais la réalisation d'une photo du globe se heurtait de plus à un obstacle de taille : à tout moment,

60 % de la surface terrestre sont couverts par des nuages. C'est déjà mieux que la planète Vénus, qui est voilée à 100 % donc impossible à filmer en lumière visible, mais cela interdit quand même d'avoir toute la Terre bien visible en un seul cliché, aussi loin que soit placé l'appareil.

Par chance, ces nuages ne sont pas toujours les mêmes au mêmes endroits. Mais s'il est relativement facile de trouver un bon cliché du désert de Gobi, il faut un hasard peu ordinaire pour tomber sur une image valable des Malouines ou de la Terre de Feu

tant ces régions sont en permanence noyées de pluie, de brouillard et de neige fondue.

Il fallut réunir des dizaines de clichés minuscules pour reconstituer une petite portion de certaines zones et en avoir une image parfaitement nette qu'aucun nuage ne vient voiler. Il faut bien voir en effet que ce que nous appelons une belle journée ne signifie pas obligatoirement que le ciel est d'une transparence sans défaut : on tolère sans y prêter attention la présence de quelques moutons rebondis ou d'un voile léger étiré très haut en bandes fines.

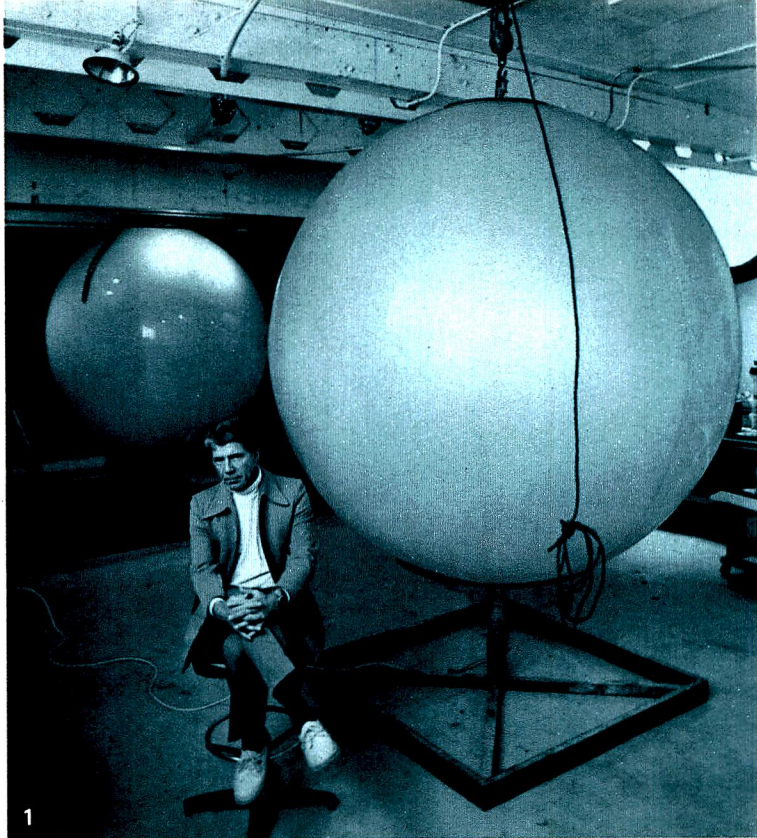
Mais pour faire une photo du haut d'un satellite, c'est encore trop : il faut que l'atmosphère ait la limpidité d'une eau de source, ce qui est très rare. Ceux qui pratiquent l'astronomie d'amateur savent combien il y a peu de vraies belles nuits propres à l'observation, et les journées claires sont plus rares encore. En fait, il a été impossible de ne réunir que des photos parfaites ; il en est quelques unes — sur des milliers — sur lesquelles traînent quelques légères brumes.

Faire disparaître ces traces pour avoir un cliché intact reste encore hors de portée du meilleur traitement d'images sur le plus puissant des superordinateurs ; ces instruments, on le sait, ne brillent ni par le goût ni par l'esprit. Or là il fallait de la jugeote, et il n'y eut plus qu'à faire les choses à la main.

Pour commencer, Van Sant comparait les images prises par satellite avec des photos aériennes, et c'est à l'œil qu'il repérait le plus mince nuage et jugeait de son étendue. Ensuite, il enlevait la zone voilée pixel par pixel et la remplaçait ainsi en entier par des éléments tirés de clichés où cette zone était claire ; un travail de bénédictin qui lui prit évidemment beaucoup de temps.

Sur le document ainsi réalisé, notre planète apparaît comme si, partout, régnait l'été le plus radieux. Cela résulte de ce que les meilleurs documents sont fatalement pris à la belle saison, quand le ciel est clair avec une forte luminosité. Par ailleurs, on ne pouvait regrouper, hectare par hectare, que des clichés pris à la même saison sous peine d'avoir des discordances inacceptables (couleurs et végétation hors saison).

A partir du moment où le tout premier cliché qui



faisait le point de départ du puzzle avait été pris en été, choix rationnel pour éviter d'avoir la majeure partie de la Terre sous la neige, tous les suivants devaient être aussi des documents faits en été. Cela explique que la Terre apparaisse couverte de végétation avec un éclairage très uniforme.

Toutefois, ce sont des clichés pris en hiver qui ont été sélectionnés pour les chaînes de montagne et les hauts plateaux ; la neige y est de ce fait universellement présente. Le but était de bien mettre en évidence les caractéristiques particulières aux différentes régions de la Terre. C'est ainsi que pour les mers, les nuances de bleu reflètent les diverses températures à la surface des océans ou la vitesse des vents.

Au point de départ, tout ce travail de reconstitution se faisait sur écran et ne se trouvait donc que sous forme de données binaires dans la mémoire de l'ordinateur ; ces données étaient ensuite transférées sur bande magnétique. A son tour, cette bande magnétique est chargée dans l'ordinateur d'une caméra numérisée et directement photographiée.

Le film est développé, puis mis sous forme de fuseaux — il y en a 36 — exactement du même type que ceux obtenus en découpant la peau d'une orange. Ce sont donc des fuseaux courbes, en fait des portions de surface sphérique, ce qui suppose un étirement et une déformation en creux du film. Pour que les distances et les angles restent vrais sur la sphère formée par la juxtaposition de ces 36 fuseaux, il fallait que l'image projetée sur le film plan soit défor-

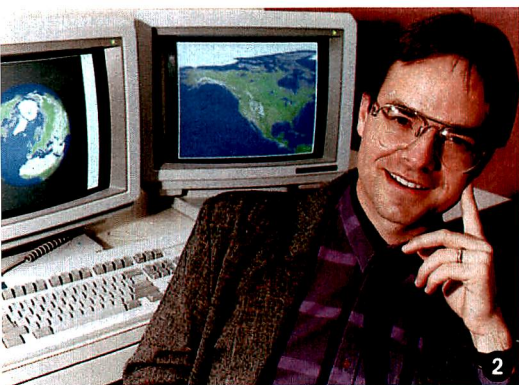
mée en sens contraire, pour que la mise en forme sphérique rétablisse les proportions réelles.

C'était là un travail délicat, mais que le traitement d'images numérisées permet de faire avec une très grande précision. Sur le globe de 2,25 m, on peut distinguer des détails ayant 4 km. Autant dire que les grandes villes, qui avec leurs banlieues s'étendent facilement sur 8 ou 12 km, sont immédiatement repérables — et on prend d'ailleurs mieux conscience de leur étendue, même par rapport à la Terre entière.

Sur le très grand globe qui vient d'être terminé — 512 millions de pixels et 6 m de diamètre — on peut discerner des détails ayant à peine 1 km. Cette fois ce sont les petites villes, les grandes installations industrielles, les aéroports et autres qui deviennent visibles avec netteté.

A ce degré de précision, il fallait que le relief soit lui aussi visible car il paraîtrait curieux de discerner les bassins d'un port et de ne pas voir les vallées des Alpes, sans même parler des hauteurs de l'Himalaya. Van Sant étant sculpteur, et patient, donner un relief du globe ne lui posait pas trop de problèmes. Avec les outils standard de sa profession et quelques seringues emplies de résines, il lui fut relativement aisé de façonner un relief conforme à la réalité.

Le globe fini tourne au même rythme que la Terre



L'artiste et l'informaticien. Tom Van Sant (1) et Lloyd Van Warren (2), se sont associés pour construire, image par image, le premier vrai globe terrestre.

et les lumières des villes apparaissent dès le soir telles qu'on les verrait depuis l'espace. Pour simuler l'atmosphère, une enveloppe transparente en lexan de 2 cm d'épaisseur recouvre toute la sphère et les conditions météo seront projetées sur cette enveloppe à partir des relevés en temps réel envoyés par les satellites météo.

Ce sera donc une vision absolument exacte de la Terre que l'on aura à tout instant. Van Sant pense d'ailleurs pouvoir faire mieux encore dans l'avenir en utilisant des gaz ou des cristaux liquides pour simuler

l'état de l'atmosphère. Au début, cet immense globe terrestre, vu sa taille, sera exposé dans une sorte de musée ; on pourra y visualiser des données aussi diverses que le recul des forêts en Amazonie, l'extension du désert en Afrique, la migration des baleines ou l'évolution des nappes de pétrole sur les mers.

Pour atteindre un public plus vaste, il existe aussi une version planisphère de ce globe, autrement dit une carte murale plane. Mais là, on retombe dans le problème classique de la cartographie ; comme nous l'avons dit plus haut, il est impossible de mettre une sphère à plat. On est donc obligé de tolérer des déformations d'autant, plus criantes qu'on se rapproche des pôles.

En 1550, le flamand Gerhard Kremer, dit Mercator, publie une carte du monde à laquelle nous sommes tous plus ou moins habitués et où la petite calotte polaire nord couvre autant de surface que toute l'Afrique ; quant au Groënland, il a la taille du Canada. De telles distorsions sont pratiquement impossibles à éviter et elles ont été très bien tolérées pendant des siècles dans la mesure où la zone tempérée, celle où s'est développée la cartographie actuelle était assez conforme à la réalité.

De nombreux autres systèmes de projection ont été inventés au fil des siècles avec l'ambition de minimiser les distorsions et de ne pas donner à l'Antarctique la dimension de l'immense continent asiatique, alors qu'en réalité il n'est pas plus grand que l'Australie. La plus comique de ces représentations fut celle de l'Allemand Arno Peters, où les continents ont l'air de chaussettes mal lavées pendouillant sur une corde à linge. D'autres, comme celles de notre IGN (Institut géographique national) ou de son équivalent américain, la NGS, cernent mieux la réalité que la projection de Mercator.

Pour sa part, Van Sant s'en est tenu à une représentation classique, où les régions sud et nord sont grossièrement déformées. Mais son but était de montrer l'aspect de la Terre telle qu'on la voit de l'espace plutôt que ses proportions exactes ; de plus, il considèrerait à juste titre que les gens sont habitués à voir le monde avec les classiques distorsions de Mercator ; son planisphère leur serait ainsi tout de suite familier, bien qu'il donne une tout autre vision que celle des cartes habituelles.

L'étape suivante consistera d'ailleurs à faire des globes réalistes des planètes Mars ou Vénus. Les données prises par satellites ne manquent pas, et comme personne n'a jamais eu à en apprendre la géographie sur des cartes, le sujet sera entièrement neuf. Il est d'ailleurs neuf pour la Terre aussi, car c'est bien la première fois qu'on voit notre planète telle que peuvent l'observer les extraterrestres ou ceux qui s'en approchent en soucoupe volante.

Renaud de La Taille

**La terre vue
par les
extraterrestres**

SATELLITES EN LAISSE

C'est l'année prochaine que la navette spatiale lancera le premier satellite docile, dit TSS ; en effet, celui-ci restera lié à la navette par une laisse de 20 km qui permettra aussi bien de le ramener à bord ou de le changer d'orbite que de récupérer de l'énergie électrique à partir du champ magnétique terrestre.

L'idée de faire tourner un satellite au bout d'un fil pour réaliser une sorte de fronde spatiale n'est pas vraiment récente : l'ingénieur russe Tziolkovsky l'avait proposé, vers 1900, après avoir réalisé que sa tour équatoriale ne verrait jamais le jour. Il avait en effet conçu, cinq ans plus tôt, une tour au sommet de laquelle on aurait connu l'apesanteur. Il suffisait pour cela d'élever une sorte de donjon jusqu'à l'altitude géosynchrone, 36 000 km, ce qui aurait évidemment posé quelques problèmes.

Tirer un câble depuis le sol jusqu'à cette altitude géosynchrone — à laquelle un satellite tourne autour de la Terre en 24 heures et semble donc immobile vu du sol — n'était guère plus simple, et cette idée de Tziolkovsky retomba dans l'oubli jusqu'en 1970. L'astronautique était déjà bien au point et les chercheurs redécouvrirent l'intérêt des satellites captifs. Toutefois, il ne s'agissait plus de les attacher au sol, mais de les relier par un fil à un autre satellite plus gros.

C'est un ingénieur italien, Giuseppe Colombo, qui remit ce principe à l'ordre du jour avec l'idée première de récolter du courant. En effet, si un conducteur se déplace dans un champ magnétique, il y a déplacement des charges électriques dans ce conducteur, et donc création d'un courant — toutes les dynamos et tous les alternateurs exploitent ce processus.

Or le fil tendu entre deux satellites va couper les lignes du champ terrestre, et donc être le siège d'un courant. Bien entendu cette énergie se fera aux dépens du fil, qui se trouvera ralenti — sinon on créerait de l'énergie à partir de rien, ce qui est contraire au principe le mieux établi de la physique. Mais cette conversion de l'énergie cinétique des satellites en électricité ne les ralentira que très lentement, et de plus elle est réversible : si on envoie

du courant dans le fil, la réaction des champs induits relancera l'ensemble.

Construit par Aeritalia, le satellite sphérique TSS de 720 kg et d'un diamètre de 1,60 m sera relié à la navette américaine par un câble de 2,5 mm de section et dont la longueur pourra atteindre 125 km. Enroulé et déroulé par un treuil électrique fabriqué par Martin Marietta, ce câble assurera à la fois la fonction électrique de générateur et la fonction mécanique de lien mobile pour retenir le satellite, le rapporter ou l'éloigner.

La première mission, prévue fin 1991, ne durera que 36 heures ; avant qu'elle commence, il faudra déjà 10 heures pour envoyer le satellite à 20 km au-dessus de la navette tout en déroulant le fil. Le TSS étudiera alors la faisabilité de la création de courant à partir du câble, et aussi l'électrodynamique des plasmas, le champ magnétique, la charge accumulée et la possibilité de couplage entre charges et plasmas. Il faudra ensuite 7 heures pour ramener le TSS en enroulant le câble sur le treuil.

Deux ans plus tard, un second TSS sera mis en orbite, mais cette fois en dessous de la navette ; il sera alors plongé dans les limites supérieures de l'atmosphère, une zone où les autres satellites ne peuvent se maintenir car le frottement de l'air les ralentit trop rapidement. Dans un avenir plus lointain, plus d'une douzaine de missions ont été prévues pour des satellites tenus en laisse.

Nous l'avons dit, c'est à l'italien Colombo que l'on doit le regain d'intérêt pour les engins de ce genre. Du point de vue mécanique céleste, le système du satellite captif fonctionne parce que deux masses liées par un câble sont obligées de se mouvoir sur orbite à la vitesse angulaire de leur centre de gravité. Du coup, si le câble est vertical par rapport à la planète (son prolongement fictif passe par le centre de cette planète), la vitesse de la masse la plus



Un câble de 20 km reliera, en 1991, le premier TSS (*Tethered Satellite System*, ou satellite captif) à la navette spatiale qui le larguera.

SI LE CAPITAINE HADDOCK AVAIT VU ÇA !

Plus ils sont hauts, plus ils sont lents. La vitesse d'un satellite est liée à son altitude : pour que l'engin se maintienne sur une orbite donnée, il faut que la force centrifuge engendrée par sa rotation égale l'attraction gravifique exercée par la Terre à cette altitude. En effet, s'il tourne loin



de la Terre (1), l'attraction gravifique est faible et une basse vitesse donne une force centrifuge suffisante pour équilibrer cette attraction. Inversement, s'il est proche (2), l'attraction est forte et il doit tourner vite pour augmenter d'autant la force centrifuge. Pour chaque orbite, il existe pour un satellite donné une seule vitesse qui permet de réaliser cet équilibre.

L'apesanteur vaincue. Le satellite décrit ci-dessus est lui-même en apesanteur, puisque l'attraction terrestre est annulée par la force centrifuge. Maintenant, si deux satellites sont liés

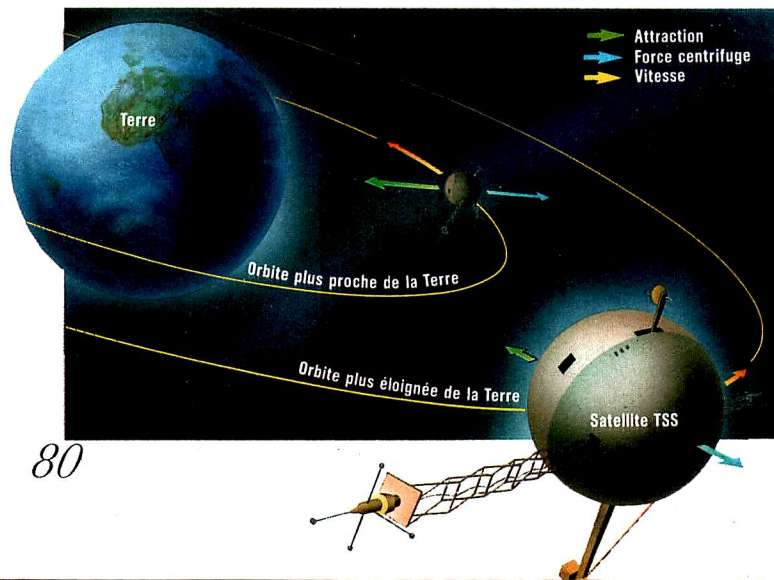
par un câble — par exemple un satellite (3) amarré à la navette spatiale (4) —, c'est le centre de gravité de l'ensemble (quelque part sur ce câble, et plus proche du satellite le plus gros) qui tourne à une vitesse telle qu'en ce point attraction gravifique et force centrifuge sont égales. Résultat, le satellite le plus distant tourne plus vite qu'il ne devrait (puisque il tourne à la même vitesse que le centre de gravité de l'ensemble, qui est plus proche de la Terre) et la force centrifuge y est supérieure à l'attraction : il tire sur le câble, et cette tension sera perçue par l'astronaute comme une légère pesanteur vers le ciel.

L'inverse est vrai pour le satellite proche : l'attraction de la Terre est supérieure à la force centrifuge et l'engin tire vers le bas ; l'astronaute y sentira une faible pesanteur vers la Terre. Dans un cas comme dans l'autre, les équipages des missions spatiales n'auront donc plus à jongler avec l'apesanteur.

On imagine que le capitaine Haddock et le chien Milou auraient certainement apprécié...

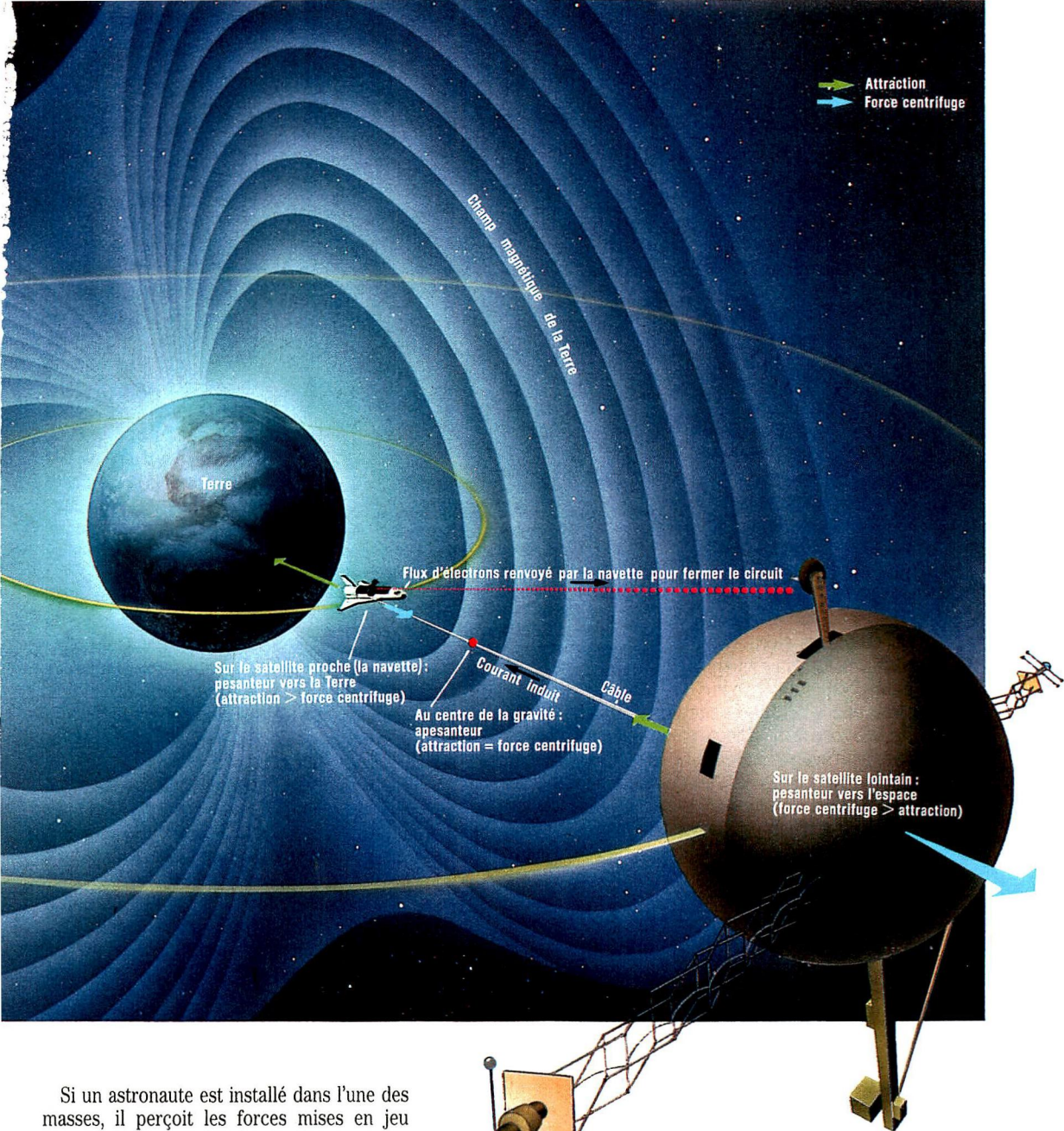
Le fil à couper le champ. Dans son mouvement orbital, le câble qui relie les deux satellites balaye en les coupant les lignes de force du champ magnétique terrestre. Résultat : comme il est conducteur, un courant y est créé par induction (5).

Pour que ce courant puisse circuler et être utilisé, il faut fermer le circuit par un canal de retour ; celui-ci est assuré par un canon à électrons placé dans la navette qui renvoie les charges (6) vers le satellite captif.



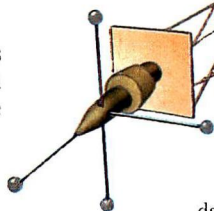
éloignée est supérieure à ce qu'elle serait normalement à la même altitude si elle n'était pas attachée.

En conséquence, elle est soumise à une force centrifuge supérieure à l'attraction gravifique, alors que c'est l'inverse pour la masse située plus bas qui va plus lentement qu'elle n'irait si elle était libre. La résultante — différence pour chaque masse entre force centrifuge et attraction gravifique — tire donc la masse distante vers le haut et la masse proche vers le bas, ce qui assure la tension du câble qui les relie et l'équilibre du système.



Si un astronaute est installé dans l'une des masses, il perçoit les forces mises en jeu comme une pesanteur locale qui peut être modifiée en allongeant ou en raccourcissant le câble. Bien sûr, cette pesanteur artificielle reste très largement inférieure à celle qui règne sur Terre, mais elle donnera quand même une sensation de poids qui n'est pas négligeable. C'est un avantage, quand on sait les problèmes que posent aux astronautes les longs séjours en apesanteur.

Les études faites par l'ingénieur Colombo ont donc finalement abouti à un programme commun italo-américain dont les maîtres d'œuvre sont respectivement Aeritalia et Martin Marietta; il y aura deux vols du premier satellite sphérique. L'ensem-



ble, satellite et treuil, sera logé dans les cales de la navette spatiale.

Bien entendu, le satellite n'est pas une simple masse inerte destinée uniquement à tester la stabilité d'un amarrage à un vaisseau spatial; en plus des systèmes de propulsion, de communications et de contrôle thermique, il emporte 66 kg de montages destinés à des expériences scientifiques.

Le composant essentiel du mécanisme de déploiement contrôlé par ordinateur, fabriqué par Martin Marietta, est un mât rétractable de 12 m équipé d'un treuil à poulies. Une fois débloqué, le

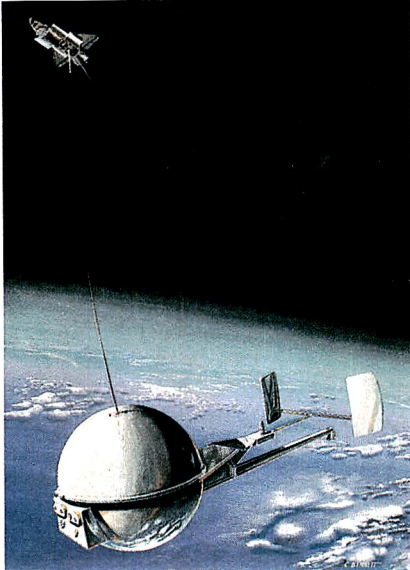
satellite sera hissé le long du mât qui dépasse verticalement des cales. A ce moment, de petites fusées entraineront en action : le satellite sera décroché et le filin commencera à se dérouler.

Celui-ci est fait de Kevlar, une fibre plastique légère et très résistante, enrobé de Nomex pour la protection thermique. Lors de la première mission, il comportera en outre une âme conductrice en cuivre qui coupera les lignes de force du champ magnétique terrestre et réagira au plasma ionosphérique. Fabriquer de l'électricité en se servant des propriétés électromagnétiques de l'ionosphère aurait d'importantes applications pour les futures stations spatiales.

Cette couche de la haute atmosphère est, comme son nom l'indique, remplie d'ions — c'est-à-dire de particules chargées ; elle est de ce fait conductrice. Ces charges s'accumuleront sur la navette d'où elles seront renvoyées au satellite par un canon à électrons. Dans le même temps, le filin traverse le champ magnétique terrestre, ce qui fait circuler les électrons de l'âme en cuivre vers la navette. Il existera alors un double mouvement de charges, de la navette vers le satellite grâce au canon à électrons, et du satellite vers la navette par le filin. On aura donc un courant électrique — dont l'énergie, nous l'avons vu, est prise sur l'énergie cinétique des vaisseaux — de 4 000 à 8 000 V avec une intensité de 0,5 à 1 A. La puissance électrique d'un tel générateur serait donc de l'ordre de 4 kW.

Toute machine électrique étant réversible, le filin peut servir de propulseur si on lui envoie du courant. En effet, un conducteur parcouru par un courant est le siège d'un champ magnétique ; ce champ va être attiré, ou repoussé, par le champ terrestre de la même manière que deux aimants s'attirent ou se repoussent. Il va donc y avoir un effet de réaction dès qu'on enverra de l'électricité dans le câble.

La force ainsi mise en jeu est faible, mais elle n'agit que sur des masses relativement modestes dans un environnement où il n'y a ni résistance de l'air ni frottements, et on peut la laisser agir pendant très longtemps. Le satellite au bout de sa longe va être lentement accéléré ou freiné, ce qui l'oblige à changer d'altitude. En effet, pour une distance donnée au centre de la Terre, il n'y a qu'une et une



Comme une araignée spatiale, suspendu loin au-dessous de la navette (jusqu'à 150 km), le deuxième satellite captif, prévu pour 1993, baignera encore dans la très haute atmosphère, qu'il pourra explorer à loisir. Ce sera une prouesse, car les satellites classiques ne peuvent se maintenir à cette faible altitude, parce que trop rapidement ralentis par le frottement de l'air.

seule vitesse d'orbite stable telle que la force centrifuge à cette vitesse soit égale à l'attraction gravifique à cette distance.

Il en découle que toute modification de la vitesse entraîne un changement d'orbite : il faut accélérer pour s'éloigner de la Terre, mais en même temps la vitesse décroît ; c'est là un des paradoxes de la mécanique céleste, et en même temps un des charmes de la conduite dans l'espace. Inversement, on freine pour se rapprocher mais la vitesse augmente.

Ces effets seront d'ailleurs très lents avec la méthode retenue de réaction magnétique ; lors de la première mission où le

câble aura été déroulé vers l'espace sur 20 km seulement, les variations de distance orbitale ne dépasseront pas quelques centaines de mètres.

Le filin sera considérablement allongé et, si l'on peut dire, inversé lors de la seconde mission puisque le satellite sera cette fois en-dessous de la navette. Sa longueur passera de 20 à 100 km, afin que le satellite puisse descendre jusqu'aux plus hautes couches de l'atmosphère, et il n'y aura pas de câble en cuivre à l'intérieur. Il sera donc isolant, ce qui sera sans importance car la mission ne vise plus la fabrication de courant, mais l'étude de la très haute atmosphère.

Celle-ci est mal connue car elle n'a été étudiée que par des fusées sondes qui y restent un trop court instant au sommet de leur trajectoire avant de replonger vers le sol. De la navette, en orbite à 220 km, le satellite sera descendu comme une araignée au bout de son fil de 100 km ; il sera donc à 120 km d'altitude. Il sera un peu différent du premier modèle puisqu'il aura une queue comme un avion avec des dérives orientables.

Trainé comme un chalut par la navette, le TSS-2 va permettre toute une série de mesures expérimentales : étude des zones de transition et des couplages entre particules venues de l'atmosphère, de l'ionosphère et de la magnétosphère ; vitesse et nature des vents thermosphériques ; composition et température des gaz neutres, et surtout, composition des ions, avec leurs mouvements relatifs, leurs températures et leurs densités.

Ces données, qui semblent a priori passablement rébarbatives, sont en fait fort importantes pour les

(suite du texte page 156)

Apprenez efficacement, à votre rythme, par correspondance

**ETUDES
METIERS
AVENIR**

LISTE DES ENSEIGNEMENTS DE L'ECOLE UNIVERSELLE

ENSEIGNEMENT GENERAL

Etudes secondaires

- ☐ Classe de 6^e ☐ Classe de 5^e ☐ Classe de 4^e ☐ Classe de 3^e ☐ Brevet des collèges ☐ Secondes ☐ Premières A.B.S. ☐ Première G ☐ Premières F1.F3.F8 ☐ Terminales A.B.C.D.E. ☐ Terminales G1.G2.G3 ☐ Terminales F1.F3.F8 ☐ Terminale H.

Cours de soutien

- ☐ De la 6^e aux classes terminales A.B.C.D.E. Possibilité de joindre le professeur au téléphone.

Baccalauréat

- ☐ Baccalauréat : ☐ A. Philosophie lettres ☐ B. Economie et social ☐ C. Mathématiques et sciences physiques ☐ D. Mathématiques et sciences de la nature ☐ E. Maths et techniques ☐ G1. Secrétariat ☐ G2. Comptabilité ☐ G3. Commerce ☐ F1. Construction mécanique ☐ F3. Electrotechnique ☐ F8. Sciences médico-sociales ☐ H. Informatique.

Langues étrangères

- ☐ Cours universel anglais avec cassettes ☐ Allemand, espagnol, italien avec cassettes ☐ Arabe ☐ Russe ☐ Américain ☐ Anglais commercial ☐ Allemand commercial ☐ First certificate in English ☐ Certificate of proficiency in English ☐ Diplôme européen d'anglais ☐ Diplôme d'anglais des affaires ☐ Chambres de commerce espagnole, franco-allemande ☐ Interprète.

ETUDES SUPERIEURES

Etudes de droit

- ☐ Admission des non-bacheliers ☐ Capacité en droit ☐ D.E.U.G. de droit ☐ D.E.U.G. de sciences économiques ☐ Institut d'études politiques ☐ Droit européen ☐ Droit du travail.

Instituteur - Institutrice

- ☐ Concours d'entrée dans les écoles normales.

Ecoles vétérinaires

- ☐ Préparation aux concours d'entrée.

Etudes supérieures de sciences

- ☐ Admission non-bacheliers ☐ D.E.U.G. sections A et B ☐ Etudes médicales : P.C.E.M. ☐ 1^{re} année de pharmacie.

Grandes écoles

- ☐ Classe de mathématiques supérieures M.M.P.P. ☐ Classe de mathématiques spéciales ☐ Entrée écoles supérieures de commerce ☐ Entrée écoles vétérinaires ☐ Entrée institut d'études politiques ☐ Concours d'entrée dans les écoles normales.

B.T.S. - D.P.E.C.F. - D.E.C.F.

- ☐ B.T.S. action commerciale ☐ B.T.S. commerce international ☐ B.T.S. comptabilité et gestion ☐ B.T.S. bureautique et secrétariat ☐ B.T.S. communication et action publicitaires ☐ B.T.S. tourisme option accueil ☐ B.T.S. tourisme option conception ☐ B.T.S. assurance ☐ B.T.S. esthétique ☐ B.T.S. informatique de gestion. ☐ D.P.E.C.F. (diplôme préparatoire aux études comptables et financières) ☐ D.E.C.F.

EXAMENS ET CONCOURS

Carrières sociales et paramédicales

- ☐ C.A.P. employé de pharmacie ☐ Baccalauréat F8. Examens d'entrée écoles : ☐ Aide-soignante ☐ Moniteur éducateur ☐ Infirmier(e) ☐ Infirmier(e) en psychiatrie ☐ Sage-femme (carrière médicale) ☐ Masseur ☐ Ergothérapeute ☐ Laborantin ☐ Pédiatre ☐ Educateur de jeunes enfants ☐ Assistante sociale ☐ Orthophoniste ☐ Educateur spécialisé ☐ Ecoles de cadres infirmier(e)s ☐ Secrétaire médicale.

Fonctionnaire

- ☐ Secrétaire comptable à la banque de France ☐ Agent de constatation des impôts ☐ Contrôleur des impôts ☐ Rédacteur de mairie ☐ Secrétaire administratif ☐ Agent recouvrement trésor ☐ Secrétaire de préfecture ☐ Contrôleur de la main-d'œuvre ☐ Commis des services pénitentiaires ☐ Contrôleur des P.T.T. ☐ Inspecteur des P.T.T. ☐ Secrétaire administrative ☐ Inspecteur de police ☐ Préposé, agent d'exploitation P.T.T. ☐ Rédacteur banque de France ☐ Contrôleur du trésor ☐ Inspecteur des impôts.

C.A.P. - B.E.P. - B.P.

- ☐ C.A.P. ESAC (comptabilité, sténodactylo, bureau) ☐ C.A.P. banque ☐ C.A.P. employé de pharmacie ☐ C.A.P. esthéticienne (stage pratique gratuit) ☐ C.A.P. coiffure dames ☐ C.A.P. coiffure mixte ☐ C.A.P. couture. ☐ B.E.P. administration commerciale et comptable ☐ B.E.P. communication adm. et secrétariat ☐ B.E.P. sanitaire et social. ☐ B.P. banque ☐ B.P. comptabilité ☐ B.P. secrétariat ☐ B.P. esthétique.

CULTURE GENERALE

Culture générale

- ☐ Orthographe ☐ Rédaction ☐ Résumé texte ☐ Analyse ☐ Commentaire ☐ Synthèse ☐ Philosophie ☐ Graphologie ☐ Lecture rapide ☐ Conversation ☐ Perfectionnement culturel ☐ Rédaction littéraire ☐ Histoire des civilisations ☐ Histoire des religions ☐ Histoire du cinéma ☐ Analyse œuvres littéraires ☐ Approche de la psychologie.

Dessin - Peinture - Décoration

- ☐ Cours élémentaire de dessin ☐ Cours pratique, cours universel de dessin et peinture ☐ Dessinateur de publicité ☐ Dessinateur illustrateur ☐ Dessinateur figurines de mode ☐ B.D. ☐ Dessin humoristique ☐ Décorateur d'intérieurs et ameublement ☐ Antiquaire ☐ Arts et styles ☐ Histoire de l'art ☐ Assistant décorateur ☐ Décorateur designer.

Culture scientifique - Informatique

- ☐ Mise à niveau mathématiques, physique, chimie ☐ Ecologie ☐ Connaissances médicales ☐ Pratique du micro-ordinateur ☐ Initiation informatique.

Etudes musicales

- ☐ Solfège ☐ Etude piano, violon, guitare (contrôle sonore sur cassettes) ☐ Ecriture musicale.

Possibilité de bénéficier des dispositions
sur la formation continue

**ORIENTATION
CONSEILS**
► Appelez le :
(1) 47.71.91.19



**ECOLE
UNIVERSELLE**

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

Bon pour une documentation gratuite :

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

M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐

NOM Prénom

Adresse : N° Rue

Code postal Ville Tél.

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

Age Niveau d'étude Diplômes obtenus

Profession exercée (si vous êtes en activité) :

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

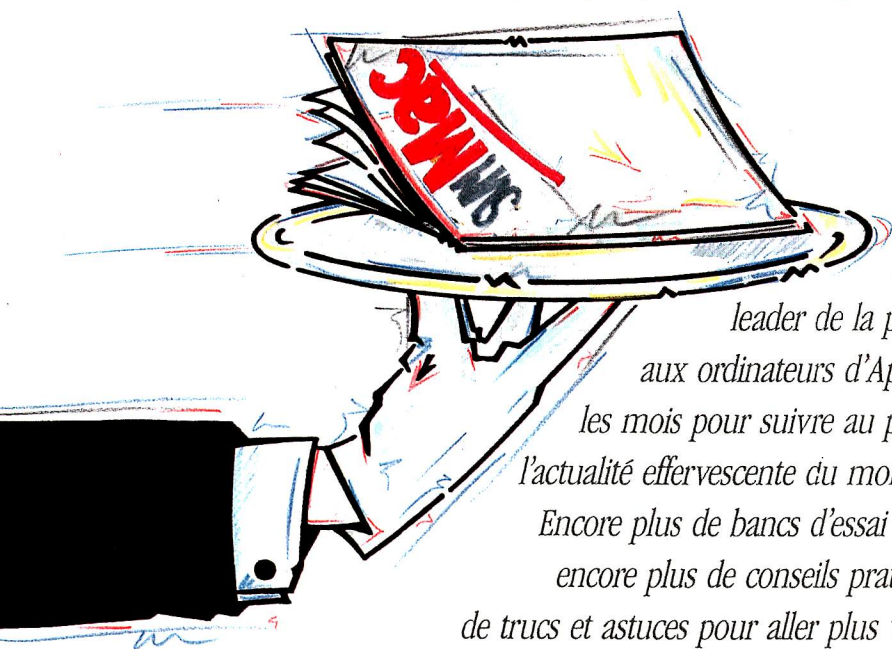
Quelle formation avez-vous choisie ?

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

USV022

INSCRIPTION
À TOUT MOMENT
DE L'ANNÉE

MAINTENANT, SVM MAC, C'EST TOUS LES MOIS.



Désormais, SVM Mac leader de la presse consacrée aux ordinateurs d'Apple paraît tous les mois pour suivre au plus près l'actualité effervescente du monde du Macintosh. Encore plus de bancs d'essai de matériels et de logiciels, encore plus de conseils pratiques, de trucs et astuces pour aller plus vite, plus loin. Bref, avec SVM Mac nouvelle formule mensuelle, vous avez un atout maître pour tirer le meilleur profit de votre Macintosh.

**NOUVELLE FORMULE MENSUELLE
PARUTION LE 15 JANVIER**

SVM Mac

LE PÉRIPHÉRIQUE INDISPENSABLE DE VOTRE MACINTOSH

ECHOS DE LA RECHERCHE

ARMÉES

Une bombe A irakienne en février ?

Une fois de plus l'espionnage technologique démontre son intérêt. Le 18 novembre dernier, notre confrère britannique The Sunday Times rapportait que les services secrets américains ont diffusé un rapport à l'intention du Pentagone, selon lequel l'Irak pourrait disposer d'une bombe atomique dans les deux mois qui suiviraient. C'est-à-dire, au plus tard, en février.

Cette information se fonderait sur deux informations :

- l'existence d'une mine d'uranium, jusqu'ici inconnue, au nord du pays, près de la frontière turque. Deux usines près de là, à Mossoul, traiteraient le minerai à des fins militaires ;
- la saisie par les douanes allemandes d'un type d'écrémeuses expédiées de la Suisse vers l'Irak, sous l'appellation de "pièces métalliques" ; ces écrémeuses sont du type utilisé dans les centrifugeuses, pour séparer l'uranium 235, qui est fissile, du 238, qui ne l'est pas. Les Irakiens n'auraient pas besoin de ce genre de pièces si les centrifugeuses n'étaient pas déjà installées. On estime qu'ils disposent actuellement de vingt-six centrifugeuses.

Jusqu'à alors, on avait tenu pour certain que l'Irak ne disposait ni d'uranium, ni de centrifugeuses.

Ces informations appellent des réserves. D'abord, et de manière générale, disposer d'une bombe "sale" n'implique nullement que l'Irak puisse expédier des missiles à ogives nucléaires, celles-ci étant beaucoup plus délicates à réaliser qu'un conteneur du type *Fat Boy*, la première bombe A américaine. C'est sans doute pour cette raison que les Irakiens s'intéressaient tant au canon à très long tube dont nous avons parlé dans nos pages

(voir *Science & Vie* n° 874, p. 71).

Ensuite, l'utilisation de centrifugeuses n'implique pas nécessairement que l'Irak dispose de suffisamment d'uranium 235 pour lancer un programme de fabrication de bombes. Le minerai irakien est pauvre en U 235, et il faut des passages à travers des centaines de centrifugeuses pour obtenir enfin de l'uranium enrichi. Vingt-six centrifugeuses n'y suffiraient théoriquement pas.

L'Irak posséderait-il une installation plus importante de traitement de l'uranium ? La question a été posée : les centrifugeuses devant être installées les unes près des autres, et à proximité d'une grande centrale électrique, un complexe de cette ampleur serait hautement repérable par les satellites espions.

Cela étant, un étude de l'expert américain Michael Eisenstaedt rapporte que l'Irak a acheté en deux fois, de 1978 à 1984, 250 t de *yellow cake* ou diuranate d'ammonium, du Brésil, du Portugal et du Niger.

Il n'est donc pas totalement exclu que l'Irak puisse disposer de suffisamment d'U 235 pour procéder au moins à une explosion atomique, sans essai préalable. La quantité minimale pour réaliser une masse critique se situe aux environs de 1 500 g environ. Cette éventualité semble confirmée par

l'achat clandestin des condensateurs, éléments d'une bombe capable de libérer une puissance électrique gigantesque en un temps extrêmement court (quelques millions de seconde). Quand les fils qui relient ces condensateurs sont soumis à un flux aussi fort, ils explosent, et c'est ce qui sert de détonateur à des bombes A du type de celle qui détruisit Nagasaki. Ces condensateurs avaient été saisis par les douanes britanniques. Et c'est ce qui mit la puce à l'oreille des experts occidentaux, car on n'a pas besoin de condensateurs si l'on n'en est pas au stade de la réalisation de la bombe. G.M.

Pourquoi l'ozone terrestre est-il nocif pour les plantes ?

C'est la question qu'on se posait depuis longtemps. Réponse : parce que l'ozone entre dans la plante par les stomates, sortes de pores, y forme des radicaux libres qui désorganisent la chimie normale de la plante et, sans doute, détruit un composé simple, l'éthène, qui fait mûrir les fruits et tomber les feuilles. Utile à haute altitude en tant que filtre des ultraviolets, l'ozone est nocif pour tous les tissus vivants au ras du sol.

Une forme banale de vitamine A est précieuse pour les opérés du cœur et même les autres :

elle réduit les risques d'attaque cardiaque. On étudie les effets du bêta carotène sur la viscosité du sang. On trouve cette vitamine dans les carottes, le melon, les pêches... et en pharmacie !

Une première vague de cocaïnomanie a sévi aux Etats-Unis à la fin du siècle dernier.

Elle a pris fin dans les années vingt. Jusqu'à alors, la cocaïne passait pour une drogue "miraculeuse" et le Coca-Cola en contient jusqu'en 1903. Freud en usait couramment, ce qui fit dire à son biographe, Ernest Jones, qu'il était "un danger public".

PHYSIQUE - CHIMIE

Fusion froide pas morte Stop Confusion suit Stop

La fusion froide a été l'objet d'une belle empoignade, au moins verbale, il y a quelques semaines. Ayant réuni un collège de 150 physiciens, le Conseil sur l'énergie de fusion de l'université de l'Utah attendait la venue de MM. Pons et Fleischmann, les pères de ce phénomène déconcertant.

On ne vit ni Pons, ni Fleischmann jusqu'à l'heure où nous mettons en page, et c'était contraignant quand on sait que l'université de l'Utah a investi quelque 4 millions de dollars dans les expériences de ces deux pionniers sur la fusion froide — qui se définirait par l'émission de particules dans une réaction d'électrolyse à peu près normale.

Précisons que, ironie du hasard, la réunion de physiciens a eu lieu dans une ville qui s'appelle... Provo !

Les physiciens orthodoxes présents à cette réunion, et qui avaient affûté leurs questions à l'intention des deux originaux, ricanèrent bruyamment. Ils ricanent moins depuis qu'une expérience menée à l'université d'Hawaï a produit, non seulement de la chaleur, mais également des atomes d'hélium qui auraient pu être la conséquence d'une véritable réaction de fusion.

Dans l'expérience d'Hawaï, le physicien Bruce E. Liebert a eu l'idée d'accélérer une éventuelle réaction de fusion en chauffant le bain de sels de deutérium, dans lequel on pratique la fameuse électrolyse, à quelque 264° C. Or, quand le courant passe, il monte de manière inexplicable de quelque 70° C. « Ou bien il se produit effectivement une réaction de fusion, ou bien il se produit plusieurs réactions de type inconnu, qui méritent l'étude, » a conclu Liebert.

Mieux, Edward Cecil, de la Colorado School of Mines, à Golden (autre nom de ville décidément propice), rapporta les résultats d'une autre série d'expériences. Celles-ci ont été faites sur le principe de celles de Pons et Fleischmann avec des feuilles de titane extrêmement fines, trempées dans le deutérium. Alternativement, ces

feuilles métalliques étaient refroidies à l'azote liquide, puis réchauffées jusqu'à la température ambiante. Quand on y faisait passer un courant électrique en présence d'un détecteur de particules, celui-ci cliquetait 24 fois, ce qui signifiait qu'il recevait donc des particules chargées.

Selon Cecil, les particules sont plus lourdes que des protons, c'est-à-dire que des noyaux d'hydrogène, mais plus légères que le noyau d'un atome d'hélium 4. Ce pourraient donc être des noyaux de tritium, comme l'avaient rapporté Pons et Fleischmann, ou encore des noyaux d'hélium 3, créés par la fusion d'atomes de deutérium.

Le raisonnement de Cecil dans l'organisation de son expérience est qu'il faut que le titane soit extrêmement fin pour que les particules puissent s'en échapper. Quand on fait l'expérience avec des tiges de titane ou de palladium, ces tiges sont trop épaisses selon lui, ce qui expliquerait que les résultats soient aléatoires.

Ce qui est particulièrement excitant dans les expériences de Cecil, c'est que l'énergie des particules libérées par la fusion froide est de 3 à 4 MeV, ce qui est beaucoup plus important que les énergies qui devraient être normalement libérées par des noyaux de deutérium.

Un autre physicien, George Chambers, du Naval Research Laboratory, à Washington, a rapporté des résultats similaires. Mais le plus piquant de l'affaire est qu'un des grands sceptiques dans le débat, Kevin Wolff, de l'université A & M, du Texas, a obtenu, lui aussi, des résultats positifs, de même encore que Howard Menlove, au Los Alamos National Laboratory, et Stephen Jones, à l'université Brigham Young. Wolf, Menlove

et Jones ont tous trois refait leurs expériences dans une mine du Colorado, pour bien vérifier que les particules enregistrées ne provenaient pas de rayons cosmiques.

Liebert et son équipe, de l'université d'Hawaï, refont maintenant une expérience de contrôle. Dans celle-ci, deux électrolyses seront engagées. Dans le bassin de l'une, le bain sera riche en sels de deutérium, comme dans l'expérience originale, alors que, dans l'autre, il ne contiendra que de l'hydrogène ordinaire. Si l'on trouve de l'hélium 4 dans les électrodes de la première expérience, ce sera bien la preuve que ce sont les fusions de noyaux de deutérium qui sont la source d'hélium 4.


Donc, la fusion froide est loin d'être enterrée, comme certains de nos confrères français vespéraux se sont empressés de le dire (et de le publier). Il y a des peaux d'ours (vivants) qui valent des peaux de bananes (mortes). Mais ce qui est certain est que les résultats communiqués à Provo sont loin de faire plaisir à tout le monde : car maintenant, il va falloir trouver une théorie, et ça, c'est moins commode.... **G.M.**

SEXUALITE

Des enfants après la ménopause

Six femmes ménopausées ont mis au monde des enfants, aux Etats-Unis, après implantation d'un ovule fertilisé qui n'était évidemment pas le leur. Quatre des six femmes ont poursuivi leur grossesse jusqu'au terme ; une a dû subir une césarienne et l'autre a mis au monde un enfant mort-né.

Selon les médecins américains, il n'y a pas de limite d'âge à cette conception tripartite mais l'état de santé de l'intéressée devra lui permettre bien évidemment de supporter les fatigues de la grossesse et celles du maternage. **G.M.**

 **Premières prothèses de peccoraux masculins** en matériau synthétique aux Etats-Unis. La technique, identique à celle des prothèses de seins, est également dictée par des considérations esthétiques.

Ami, entends-tu le vol noir des archéoptéryx ?

Vola, vola pas ? L'archéoptéryx, ancêtre de tous les oiseaux, passa longtemps pour un reptile anormal, qui avait certes des ailes, mais des muscles trop faibles pour les faire réellement battre.



On supposait donc que cet hybride absolu du temps où les oiseaux avaient des dents, avec son squelette de dinosaure et ses vraies ailes d'oiseau, se laissait planer, mais ne volait pas réellement.

L'explication n'était pas vraiment satisfaisante. D'abord, s'il se laissait planer, d'où prenait-il donc son envol ? Du haut des falaises, répondaient les paléontologues. Fort bien, mais après ? Ou bien l'archéoptéryx ne volait que bien rarement, quand il arrivait au bord des falaises, ou bien il remontait à pied sur la falaise pour reprendre son envol. Ensuite, comment avait-il donc développé des ailes aussi évoluées, avec articulations, tout à fait comme des ailes de chauve-souris, s'il ne faisait que planer occasionnellement ? D'un point de vue évolutionniste, cet oiseau qui ne pouvait pas décoller était une absurdité, parce que, à terre, il aurait été une proie trop facile.

John Rubin, de l'université d'Etat de l'Oregon, pense, lui, que l'archéoptéryx volait réellement, parce que c'était un reptile, donc un animal à sang froid, et que les muscles des reptiles sont deux fois plus puissants par unité de poids

que ceux des animaux à sang chaud. Il aurait pu voler sur un ou deux kilomètres d'une traite.

Rubin s'est vu confirmer son hypothèse par la découverte toute récente, en Chine, d'un autre squelette d'oiseau, inconnu celui-ci, et plus petit. C'est un vrai oiseau qui perchait dans les arbres, d'après les reconstitutions, et qui hantait donc les fougères géantes et les magnolias d'il y a 135 millions d'années, soit 15 millions d'années après son ancêtre. A la différence de l'archéoptéryx, qui avait les serres plates, celui-ci a les serres recourbées, ce qui indique bien qu'il s'agrippait aux branches comme

un oiseau moderne. Il avait probablement le sang chaud, selon Rubin, car la reconstitution de Paul Sereno, de l'université de Chicago, et de Cheng-gang Rao, du Musée d'histoire naturelle de Beijing, lui prête des muscles plus développés que ceux de l'archéoptéryx, mais il gardait encore des dents et c'était donc un carnivore.

Parallèlement, deux chercheurs anglais, étudiant les vestiges d'un ptérosaure brésilien qui vivait il y a un million d'années, et qui devait être assez menaçant, d'après l'envergure de ses ailes (5 m), ont retrouvé au microscope électronique des preuves de l'existence d'un réseau de vaisseaux sanguins dans les ailes, ce qui indique un système de refroidissement, donc le fait que l'animal faisait bien des efforts quand il volait. C'est la raison pour laquelle il ne pouvait pas encore voler longtemps, comme ses congénères modernes. Cet aigle dentu se situe parmi les plus anciens fossiles d'oiseaux postérieurs à l'archéoptéryx ; ils ont été trouvés dans des sédiments lacustres en Espagne et en Mongolie, et sont vieux de 125 millions d'années. On a pu reconstituer la manière dont l'archéoptéryx s'envolait : avec sa longue queue, qui plaçait son centre de gravité très au-dessus du sol, il courait probablement sur une grande distance avant de décoller.

Imaginez le ciel retentissant des claquement d'ailes et de becs de ces reptiles carnivores, c'est presque le spectacle que dut affronter le fabuleux Héraklès quand il s'en prit, au cours de ses Douze travaux, aux épouvantables oiseaux du lac Stymphale, qui avaient, dit la légende, des becs de fer, et qui étaient eux aussi carnassiers. Peut-être y avait-il encore des archéoptéryx au temps d'Héraklès... G.M.

Ozone : père, garde-toi au Nord, père, garde-toi au Sud !

En janvier et en février 1989, les taux d'ozone dans la stratosphère au-dessus du pôle Nord étaient de 25 % inférieurs à ceux des régions environnantes. En octobre, le trou d'ozone au-dessus du pôle Sud

s'est rouvert. Il n'est pas aussi alarmant que celui de 1987, mais enfin, il est là, et ceux qui avaient cru que ce trou n'apparaissait que les années impaires en sont pour leurs frais. G.M.

PHARMACOLOGIE

Vaches folles et médicaments contaminés...

Les Suisses s'apprentent à interdire de nombreux médicaments préparés à base d'extrait de cerveau, de moëlle épinière et d'abats de bovins. En effet, l'Office intercantonal de contrôle des médicaments (OICM) redoute leur contamination par le prion : c'est l'agent, transmissible non conventionnel responsable de la maladie dite des vaches folles, ou encéphalopathie spongiforme subaiguë (EBS) (*).

En novembre dernier, les premiers cas de vaches folles apparaissaient en Suisse. Comme leurs frères d'outre-Manche, il semble que ces bovins aient été contaminés par l'ingestion de farine de viande britannique, elle-même préparée à l'aide d'animaux morts d'encéphalopathie. Les Suisses ont réagi au quart de tour : une liste de 300 médicaments contenant des substances animales font l'objet d'une enquête. Un questionnaire a été envoyé aux différentes industries pharmaceutiques pour connaître le pays d'origine de leur matière première animale, l'espèce

(boeuf, porc, mouton, etc.), les organes utilisés et enfin une description détaillée du procédé de fabrication.

Ce questionnaire comprend également une deuxième rubrique dans laquelle l'OICM demande aux industriels s'ils prévoient de cesser définitivement la commercialisation du médicament ou bien d'en suspendre la vente pour une durée limitée.

Tous les bovins utilisés pour la préparation de médicaments doivent désormais avoir un certificat d'origine ; cette exigence est destinée à exclure les vaches anglaises. En attendant les résultats des enquêtes, l'OICM prévoit plusieurs mesures dont "l'enregistrement et la radiation immédiate de tous les médicaments destinés à l'usage humain contenant du matériel d'origine bovine provenant du cerveau, de la moëlle épinière, du thymus, de la rate, de l'intestin et des tissus lymphatiques".

Dans notre numéro de juillet, nous posons la question de savoir

si les médicaments pouvaient être contaminés par le prion. Quatre mois plus tard, les Suisses confirment nos inquiétudes !

En France, il est difficile de connaître le nombre exact de médicaments comportant une substance d'origine animale et de surcroît composés d'extraits d'organes de bovins. Une enquête du même style que celle conduite par les Suisses serait extrêmement précieuse. Pour l'instant, les professionnels réunis à Annecy au début du mois de novembre ont soulevé le problème de la contamination des médicaments sans pouvoir conclure.

Doit-on attendre une confirmation avant d'agir ? Dans une récente communication du *Lancet*, des chercheurs signalent qu'ils ont réussi à contaminer un porc en lui injectant de fortes doses d'extraits de cerveaux de vaches malades : un nouvel exemple de transmission inter-espèce... **D.D.**

(1) Voir *Science & Vie* n° 864 et 874.

MEDECINE

Comment le sida rend fou

La documentation sur les maladies mentales déclenchées par le sida est vaste ; la compréhension du phénomène, quasi nulle. On ignore, ou plutôt on ignorait comment le virus HIV peut attaquer les neurones. En effet, on savait bien comment ce virus s'attache aux lymphocytes (par un récepteur ad hoc, la molécule CD4), mais comme les neurones et les autres cellules du cerveau ne possèdent pas ce récepteur, les biologistes donnaient leur langue au chat.

Yaffa Mizrahi et ses collègues du St-Luke's Roosevelt Hospital, aux Etats-Unis, ont cependant trouvé une piste : les neurones et les cellules du tissu de soutien du cerveau, les cellules gliales, sembleraient avoir un récepteur correspondant à une protéine de l'enveloppe du virus, la protéine dite gp 120. En laboratoire tout au moins, cette

chercheuse a réussi à faire entrer des gp 120 dans des neurones. Cette protéine dissoudrait l'enveloppe des cellules cérébrales et permettrait au virus de pénétrer et d'exercer son action toxique. On peut maintenant essayer d'imaginer une substance analogue au gp 120 qui occuperait le site des cellules et ferait que le virus, lui, ne pourrait plus y pénétrer. **G.M.**

L'ARN est aussi une enzyme. nous apprennent deux prix Nobel, Sidney Altman et Thomas Cech : la découverte est de taille, parce qu'elle permet de comprendre certains phénomènes jusqu'alors inexplicables. On avait jusqu'ici supposé que l'ARN se contentait de transcrire les informations de l'ADN nécessaires à la synthèse des protéines. On a découvert que l'ARN est par lui-même capable d'organiser l'ADN grâce à ses capacités enzymatiques.

Supertélescope américain en projet : d'un coût de \$ 14 millions en première estimation, il serait construit en 1995 à Apache Point, dans le Nouveau-Mexique, et permettrait d'établir la carte d'un million de galaxies en cinq à sept ans. Son miroir aurait un diamètre de 254 cm, doté d'un système de correction optique et électronique et pourrait prendre des photos en 4 couleurs.

Il n'y a pas assez d'entomologistes, se lamentent les spécialistes américains, pour recueillir les espèces actuellement existantes et dont un grand nombre est en voie de disparition. On n'aurait, selon l'université Cornell, recensé que 751 000 espèces, alors qu'il en existe entre 1,5 et 50 millions.

Thérapie génétique officiellement approuvée dans les traitements anticancéreux aux Etats-Unis. Cette technique consiste à prélever les lymphocytes du sang, à y insérer un gène qui nécrose les tumeurs, le TNF (*Tumor Necrosis Factor*), et à les réinjecter au malade.

Evolution du comportement : la preuve par le guppy

Petit poisson dont de nombreuses variétés sont entretenues en aquarium, le guppy vient de vérifier une théorie sur le comportement, avancée il y a une dizaine d'années. Selon celle-ci, le comportement reproductif d'une espèce dépend de celui de ses principaux prédateurs.

Si les prédateurs s'attaquent surtout aux bébés-guppies, les femelles, pour perpétuer l'espèce, auront beaucoup de petits ; ainsi, même si une grande partie de la progéniture est exterminée, le grand nombre de rejetons échappés aux prédateurs assurera quand même la relève. En revanche, si les prédateurs s'attaquent plutôt aux adultes, les jeunes femelles arriveront vite à maturité, avant d'être dévorées, et auront moins de petits, mais ceux-ci seront de plus grande taille : elles en prendront mieux soin et les chances de survie de chaque rejeton seront améliorées.

Une petite équipe de biologistes, de l'université de Californie à Riverside, a imaginé un moyen de mettre cette théorie à l'épreuve dans des conditions naturelles. Ayant étudié le comportement de diverses populations de guppies (*Poecilia reticulata*), à Trinidad, grande île des Antilles, ils trouvèrent que, dans certains lieux, les prédateurs s'attaquaient surtout aux guppies adultes, alors que, dans d'autres, ils s'attaquaient surtout aux jeunes. Là où les prédateurs s'attaquaient aux adultes, les femelles atteignaient leur maturité plus rapidement, comme pour réduire leur période de vulnérabilité, et elles avaient des petits plus gros et moins nombreux, comme si elles voulaient en accélérer la maturation et mieux les protéger. Mais dans les lieux où les prédateurs s'attaquaient aux jeunes guppies, les femelles produisaient plus de petits et ceux-ci étaient plus petits, comme si elles faisaient la part des prédateurs.

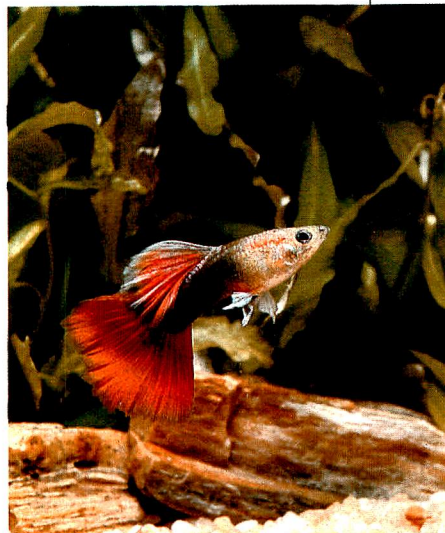
En 1976, David A. Reznick, Heather Bryga et John A. Endler, transportèrent donc une population de 200 guppies provenant d'une rivière où les prédateurs pré-



féraient les adultes, dans une autre où il n'y avait pas de guppies et où les prédateurs seraient susceptibles de préférer les très jeunes guppies, ce qui fut vérifié. La population des guppies s'agrandit alors en conséquence.

Les chercheurs poursuivirent observations et expériences pendant onze ans, le temps de 30 à 60 générations, et ils vérifièrent également que, en présence de prédateurs préférant les jeunes, les femelles grossissaient, que le nombre des rejetons diminuait (environ de moitié) cependant que leur taille augmentait (passant ainsi de 10 à 15 g à la naissance). La taille des femelles avait augmenté de 10 à 15 %, mais celle des mâles n'avait pas varié. Tout se passait donc comme si, face à la menace de prédateurs préférant le fretin, les femelles faisaient des rejetons déjà plus gros à la naissance et en assez petit nombre pour qu'elles pussent les surveiller.

Pour vérifier encore que ces changements étaient bien hérédi-



taires, les chercheurs prélevèrent des poissons dans les deux rivières et les transplantèrent dans un environnement commun pendant deux générations ; les différences décrites plus haut subsistèrent.

Selon un commentaire publié dans *Science*, cette observation, la première réalisée en milieu naturel, indique les modifications du comportement biologique par sélection naturelle. Toutefois, les observations que voilà posent des questions qui attendent leurs réponses. La première est la suivante : si les comportements se modifient sous la pression du milieu, pourquoi ne se modifient-ils pas dans un milieu différent ? Et si les comportements sont effectivement héréditaires, pourquoi se modifient-ils donc ?

A.D.



Ce sont les dégraissants qui tuent les forêts

Les chercheurs viennent de trouver une clef insoupçonnée sur le "déperissement forestier".

Plus de la moitié des forêts allemandes sont menacées par le mystérieux mal des forêts. Tout d'abord, les scientifiques ont incriminé la pollution atmosphérique par le dioxyde de soufre (SO_2) qui acidifie les pluies. Plus tard, d'autres polluants, en particulier l'ozone (O_3) furent pris en considération sans toutefois convaincre l'ensemble des spécialistes. Parmi les nouvelles hypothèses sur ce déperissement forestier, la pollution atmosphérique par les solvants chlorés et leurs produits de transformation monopolise l'attention des scientifiques.

Si les arbres vont mal, même sur les sols calcaires (fait important qui n'est pas expliqué par les hypothèses précédentes), c'est peut-être parce qu'ils reçoivent trop de composés organo-chlorés et en particulier des produits connus depuis longtemps comme puissants herbicides. C'est ce que suggère Hartmut Frank, toxicologue à l'université de Tübingen. Frank a trouvé, dans le sol des parcelles forestières les plus touchées par le déperissement forestier, des concentrations étonnantes de trichloroacide acétique (TCA) allant jusqu'à $0,4 \text{ mg/m}^3$.

Or, le TCA est connu, depuis la fin des années 1940, comme un puissant herbicide qui, à faibles doses, stimule la croissance végétale, mais tue finalement les plantes en inhibant l'activité de leurs méristèmes (tissus embryonnaires qui se divisent rapidement). Cet herbicide non sélectif a été commercialisé jusque dans les années 1970, puis retiré du marché à cause de sa toxicité. Comme il n'a jamais été appliqué sur les parcelles examinées, Frank suppose que le TCA est un produit de décomposition de solvants organo-chlorés tels que le trichloréthane (méthyl-chloroforme), le tri- et le tétrachloréthylène.

L'emploi de ces produits et leur rejet dans l'atmosphère a considérablement augmenté ces vingt dernières années. Et la concentration

globale des solvants organo-chlorés les plus persistants dans l'atmosphère a été multipliée par vingt depuis 1972. Récemment, un groupe de chercheurs de l'institut Fraunhofer à Hanovre (dirigé par le Pr Levsen) a révélé que l'eau des pluies analysée entre janvier 1988 et mars 1990 contient, en moyenne, considérablement plus de nitrophénols, d'acides organiques, de TCA et d'autres herbicides que l'eau du Rhin. Dans la même période, la quantité de polluants "classiques" comme l'anhydride sulfureux ou les oxydes d'azote, a plutôt diminué. On se demande donc pourquoi une éventuelle influence de ces composés nitrés et organo-chlorés a été si longtemps négligée en recherche forestière.

On savait déjà que les arbres souffrent le plus dans les altitudes soumises très fréquemment à des brouillards, qui sont, en moyenne, beaucoup plus acides que les pluies qui tombent au même endroit. Depuis les travaux du toxicologue allemand V. Neumayer (1981), il est admis aussi que les fines gouttelettes d'eau qui forment le brouillard peuvent véhiculer des quantités impressionnantes de produits organo-chlorés. On imagine que ces composés apolaires et donc hydrophobes, entourent les gouttelettes d'eau comme une pellicule. Comme il s'agit de composés très stables, voire inertes, dont la longévité dans l'atmosphère varie entre quelques semaines et plusieurs années, ils peuvent être transportés ainsi sur des centaines, ou même des milliers de kilomètres et s'accrocher sur les reliefs boisés.

Frank suppose que ce sont les microorganismes du sol ou les rayons UV dans l'atmosphère qui transforment le tri ou le perchloréthylène (dont la phytotoxicité immédiate est assez faible) en TCA. Mais cela reste à vérifier. Frank a déjà pu prouver en tout cas que les arbres absorbent et accumulent effectivement le TCA. L'accumulation est la plus impor-

tante dans les aiguilles âgées; ce qui expliquerait que la maladie des arbres se manifeste par la perte de ces dernières. Frank a également établi une corrélation entre la concentration de TCA dans le sol et la perte d'aiguilles sur les parcelles d'observation du réseau européen de surveillance des forêts. Finalement, l'inhibition des méristèmes par le TCA pourrait aussi expliquer les anomalies de croissance et le sous-développement des racines des arbres.

Il semble donc qu'on ait enfin trouvé le facteur clef du déperissement forestier. La confirmation expérimentale de la transformation spontanée des solvants organo-chlorés en un herbicide puissant mettrait directement en cause le large usage que l'on fait aujourd'hui de ces produits pour le dégraissage industriel et domestique, ainsi que l'une des principales activités de l'industrie chimique. Car la récupération des solvants (par adsorption réversible sur charbon actif ou par d'autres procédés) ne peut jamais être totale. A cause des divers emplois dispersifs des solvants, il n'est pas envisageable, pour le moment, d'en recycler plus de la moitié. Or, comme nous l'écrivions dans *Science & Vie* le mois dernier (p. 122), les premiers dégraissants à froid biodégradables viennent d'être mis au point (*). Il serait donc logique d'essayer de diminuer considérablement ou même de supprimer entièrement l'usage des solvants chlorés. **E.G.**

(*) Les "Biosanes" sont produits par CITT Diffusion, 13520 Maussane, tél. : (16) 90 92 44 44.

Sida : gros progrès avec le BI-587, inhibiteur de la transcriptase réverse, l'enzyme qui permet au virus de se répliquer. Ne contenant pas de nucléosides, ce nouveau produit n'est pas toxique pour les cellules. Il semble être le plus spécifique des inhibiteurs de la transcriptase-réverse (on en connaissait déjà deux, le r-CD 4 et le ditiocarbe).

Donnez de la bière à votre rat

Si vous avez un rat mascotte et que vous voulez lui éviter une mort précoce, voire le faire vivre longtemps, apprenez-lui donc à boire de la bière.

Une expérience menée par un nutritionniste du département américain de l'agriculture indique que les rats qui boivent de la bière vivent six fois plus longtemps que les autres.

L'expérience, on s'en doute, n'a pas été menée à l'intention des rares ratophiles, ni des producteurs de bière, mais pour déterminer le rôle du cuivre dans la prévention des athéroscléroses. Leslie Klevay, l'auteur de l'expérimentation, a voulu, en effet, vérifier l'hypothèse selon laquelle l'excès de cholestérol serait dû à une carence en cuivre. Comme la bière contient de ce métal, en traces infimes, et que les rats n'y sont pas hostiles, la voie était toute tracée.

Tous les rats, les témoins bu-



veurs d'eau et les buveurs de bière ont été autopsiés à leur mort naturelle. Les buveurs d'eau avaient vécu environ six semaines, les buveurs de bière avaient, eux, atteint la longévité remarquable de vingt-huit semaines. Et les foies de ces derniers contenaient trois fois plus de cuivre que ceux des premiers.

Mais il serait imprudent d'extra-

poler ces résultats à l'homme. Rien n'indique que les pays buveurs de bière souffrent moins de maladies cardio-vasculaires que les autres. Toutefois, une équipe de chercheurs de l'INRA de Jouy-en-Josas a causé une sensation souriante aux derniers entretiens de Bichat en rapportant les effets positifs de la consommation de bière sur la lactation humaine. L'alcool n'y est pour rien, car les extraits de bière utilisés pour l'expérimentation avaient été séparés de leur contenu alcoolique. La substance responsable d'un accroissement de la lactation aurait été isolée parmi ces extraits : c'est un bêta-glucane, provenant du malt ou orge germée qui entre dans la composition de la bière et augmente le taux de prolactine, une des principales hormones de lactation, dans le sang.

Là encore, la prudence invite les femmes allaitantes de se garder de taux excessifs de bière, car l'alcool, lui, peut modifier le contrôle endocrinien de plusieurs fonctions, y compris celle de la lactation. Un peu, oui, trop, cuit.

J.M. et G.M.

La vitamine A et la leucémie promyélocytaire

La leucémie aiguë promyélocytaire, forme grave de leucémie, répond particulièrement bien au traitement par la vitamine A. Non seulement elle offre des rémissions, mais encore, elle rend normaux les promyélocytes, ou myélocytes jeunes, présents dans la moelle osseuse. On se demandait pourquoi : une étude de *Nature* (1) vient de l'expliquer. Elle fait suite aux travaux du Pr L. Degos, à l'hôpital Saint-Louis, à Paris.

Le gène qui code pour l'un des récepteurs de la vitamine A, c'est-à-dire l'acide rétinolique, est, chez les malades, anormal ; il est fondu avec un autre, qu'on vient d'identifier pour la première fois ; ces anomalies sont provoquées par la translocation des chromosomes 15 et 17, spécifique de ce type de leucémie. Le gène se trouvant là où il ne devrait pas être s'associe à un

autre de manière pathologique. Il ne répond plus à sa fonction, qui est de fabriquer des récepteurs de la vitamine A. Celle-ci n'est donc plus fixée par l'organisme.

L'explication doit être approfondie, car on ne sait toujours pas pourquoi la vitamine A rend les cellules cancéreuses normales. Quant à traiter cette maladie par la génétique, c'est un peu tôt, car il faudrait prélever des fragments d'ADN dans la moelle épinière des malades et y corriger la translocation avant de les réinjecter, ce qui est une vaste entreprise. G.M.

(1) H. de Thé, C. Chomienne, M. Lanotte, L. Degos et A. Dejean, 11 octobre 1990.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Edgar Gärtner, Marc Giraud, Jacques Marsault et Gerald Messadié.

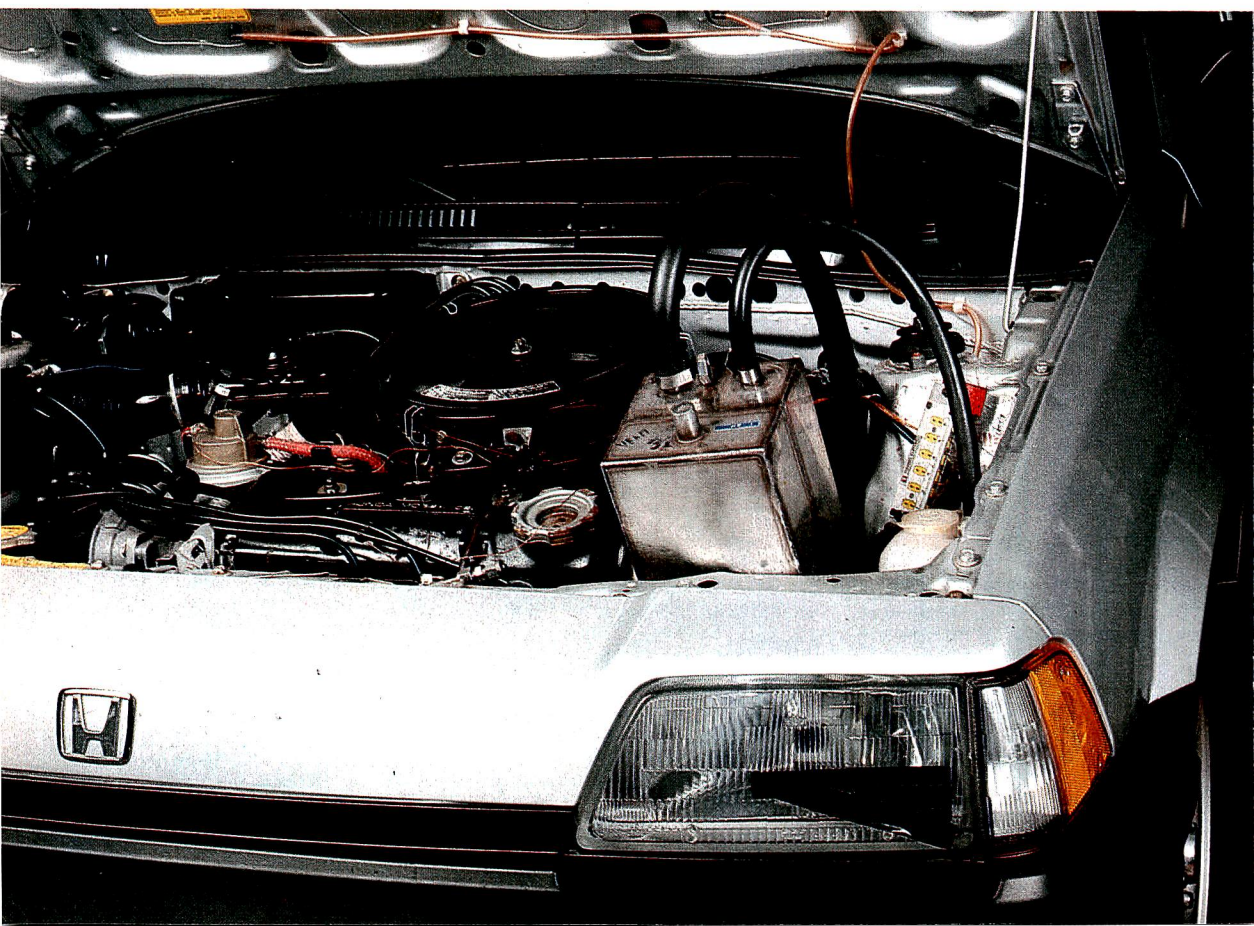
L'astéroïde Chiron vient de fournir une explication sur la manière éventuelle dont la vie serait apparue sur Terre, selon plusieurs astronomes. De fait, ce corps céleste de 10 km de diamètre, ainsi nommé en souvenir du centaure retors qui fut la cause de la mort d'Héraklès, n'est pas un astéroïde comme on l'avait cru jusqu'ici, mais une gigantesque comète, qui aurait pu heurter la Terre, il y a 65 millions d'années. On a, en effet, retrouvé dans des couches d'argile du Crétacé des quantités anormales d'acides aminés mélangés à de l'iridium d'origine presque certainement spatiale, ce qui donne à penser que ces acides aminés sont aussi venus de l'espace. Hypothèse : ce serait une comète qui aurait apporté la vie, il y a quelque 3,8 milliards d'années.

Les plus grandes archives géologiques d'Europe, et sans doute du monde, les Archives géologiques centrales, à Bernau, en Allemagne, risquent de devoir fermer faute de crédits. On y trouve des carottes du monde entier, dont certaines prélevées à des profondeurs de 8 000 m. Pourquoi les majors pétroliers n'y pourvoient-ils donc pas ? les crédits nécessaires sont relativement modestes : 500 millions de francs.

AUTO : LA POLLUTION COMMENCE AVANT LE MOTEUR

Pour diminuer la pollution atmosphérique due à l'automobile, on s'est jusqu'ici essentiellement préoccupé des gaz émis à l'échappement, donc du carburant brûlé. Or, même quand le moteur ne tourne pas, ce carburant pollue car il s'évapore. Peut-on le rendre plus stable ? Ou, à défaut, peut-on "traiter" ces vapeurs nocives ?

PAR JEAN-MICHEL BADER



Essence et gazole ne sont pas les seules sources d'émanations volatiles. Une peinture neuve qui sèche, une usine de polymères plastiques, en provoquent aussi : 60 % de ces rejets sont d'ailleurs dus aux industries chimiques, aux plastiques et aux solvants. Mais 40 % proviennent des carburants, tout au long de leur chaîne de fabrication, de stockage et de distribution, de la raffinerie au réservoir de la voiture, en passant par le camion-citerne et la cuve de la station-service.

Le problème est d'autant plus préoccupant que, depuis la suppression du plomb, les pétroliers ont été conduits à augmenter la proportion de ces fractions les plus volatiles, les hydrocarbures aromatiques, afin de conserver à l'essence un bon indice d'octane. Or, ces aromatiques sont particulièrement instables et nocifs : le plus connu est le benzène, dont l'action cancérigène est établie. Observez de manière rasante la surface d'un récipient rempli d'essence : la vue est troublée, "ondulée", par l'émanation de ces vapeurs dans l'atmosphère. Donc, quand on transvase de l'essence du dépôt de raffinerie à un camion citerne, du camion à une cuve de station ou d'une cuve de station à un réservoir de voiture, le carburant liquide prend la place d'un mélange air/vapeurs qu'il faut pouvoir récupérer ou filtrer afin qu'il ne se disperse pas dans l'atmosphère.

Cette évaporation directe atteint 6 millions de tonnes par an à l'échelle de l'Europe. On peut espérer la réduire de 90 %. Pour les cuves et les raffineries, la mise en étanchéité se fera avec des tuyaux, des valves et des joints spéciaux. Pour la distribution, les orifices de dégazage des cuves de stations-service seront munis de filtres piégeant les hydrocarbures. Ou bien les camions-citernes (*voir dessin p. 94*) auront un circuit de transfert étanche à deux conduits, l'un acheminant le carburant de la citerne vers la cuve, l'autre forçant la vapeur chassée de la cuve vers la citerne. Quitte à dégazer ensuite le camion et à recondenser les vapeurs dans des enceintes de stockage. A la pompe, le pistolet sera muni, comme il l'est déjà aux Etats-Unis et en Allemagne, d'un boudin accordéon caoutchouté qui obture l'orifice du réservoir et empêche les gaz de sortir pendant le plein.

Mais alors, le réservoir étant rendu étanche, la pression augmentera-t-elle au point de le faire exploser ? Non, car il y a un "truc". Une invention simple due à M. Hugh Schannon dans les années

1950 au laboratoire de recherche d'Exxon. Il a eu l'idée de dériver ces gaz vers un piège à charbon pour capturer les vapeurs d'essence. C'était à l'époque de la négociation avec les constructeurs automobiles américains du *Clean Air Act*, loi qui régentte depuis quinze ans la pollution automobile aux Etats-Unis. Intercalée entre le réservoir et le moteur, cette boîte magique, le canister, peut alternativement retenir les hydrocarbures qui s'évaporent et les libérer quand le moteur les aspire. Le pot catalytique devant ensuite traiter les hydrocarbures échappant à la combustion, l'atmosphère est enfin libérée de leur effet polluant. Au remplissage du réservoir, plus de 95 % des pertes de vapeurs d'HC sont ainsi éliminées. Il y a naturellement une évaporation fatale entre le moment où le bouchon de réservoir est ôté et le moment où le conduit est obturé par l'embout de remplissage.

Mais entre la théorie et la pratique, il y a une marge. L'idée de M. Schannon a été détournée de son propos par les constructeurs automobiles, pour qui un dollar est un dollar. Ils ont effectivement doté leurs véhicules, dès 1973, d'un tel dispositif, après avoir longtemps traîné des pieds ; mais il lui ont donné une taille minimale : moins d'un litre de capacité d'absorption. Et nombre d'entre eux ont fait un canister sans paroi de fond, de sorte que son efficacité était — est encore — quasi nulle : le canister rejette alors par le bas ce qu'il a piégé par le haut.

Mais ils ont eu beau jeu de se retrancher derrière l'homologation de leurs prototypes de canisters par l'administration : distraite, ou ignorante, celle-ci a vérifié leur efficacité à piéger des vapeurs d'hydrocarbures avec un seul carburant, mis au point pour ce seul test, et dont il n'existe pas l'équivalent sur le marché ! Si les carburants sont "normalisés" dans les pays industrialisés et leur teneur en hydrocarbures aromatiques fixée par la loi, dans nombre d'autres pays la réalité est bien différente : leur contenu en benzène peut varier du simple au double entre Bamako et Uppsala !

Les fonctionnaires américains ont, de plus, réalisé ce test toujours à la même température moyenne (pour des raisons de coût) : or, là encore, la volatilité d'un carburant dépend de sa température. Si le test est valide pour certaines latitudes moyennes, il ne l'est pas pour les plus extrêmes du globe.

Tous les canisters de l'époque ont passé victorieusement le test et respecté la loi, mais l'écologie de la planète, qui devait bénéficier de cette nouvelle disposition, n'en a pas beaucoup profité.

Aujourd'hui les chercheurs du Concawe, un groupe de pression des pétroliers auprès de la communauté européenne, ressortent une nouvelle version de 5 litres du canister. Les tests sont positifs : il est beaucoup plus efficace dans une enceinte de référence que le canister à fond ouvert et, d'après

◀ **Le canister** est une boîte métallique de 5 litres remplie de charbon actif et branchée sur deux tuyaux, l'un venant du réservoir d'essence, l'autre allant vers la durite d'admission d'air du carburateur. Il sert à filtrer les gaz émis par le réservoir des produits volatils toxiques pour l'environnement.

ses promoteurs, son avenir est assuré. Les dirigeants des firmes pétrolières ont poussé le Conca-
we à lui donner force de loi parce qu'ils ne peuvent pas modifier les caractéristiques de leurs carburants : les constructeurs et les administrations se sont entendus sur un indice d'octane de 95 pour le sans-plomb (eurosUPER) en tolérant 5 % de teneur

maximale en benzène et en admettant donc que l'essence demeure volatile.

S'ils ne nient pas le risque majeur de leucémies des travailleurs exposés au benzène (comment le pourraient-ils aujourd'hui ? — voir *Science & Vie* n° 876, de septembre 1990), ils ont beau jeu de dire qu'aucune étude n'a démontré sa nocivité à des

LES DIX FUITES DE LA CHAÎNE DE L'ESSENCE...

1. Lors du remplissage du navire pétrolier, au terminal d'origine, les gaz des réservoirs vides ont été chassés dans l'atmosphère.

2. Lors du déchargement des réservoirs du navire pétrolier dans les cuves vides de la raffinerie, un autre dégazage d'hydrocarbures aromatiques volatils se produit quand il n'y a pas de récupérateur-condenseur.

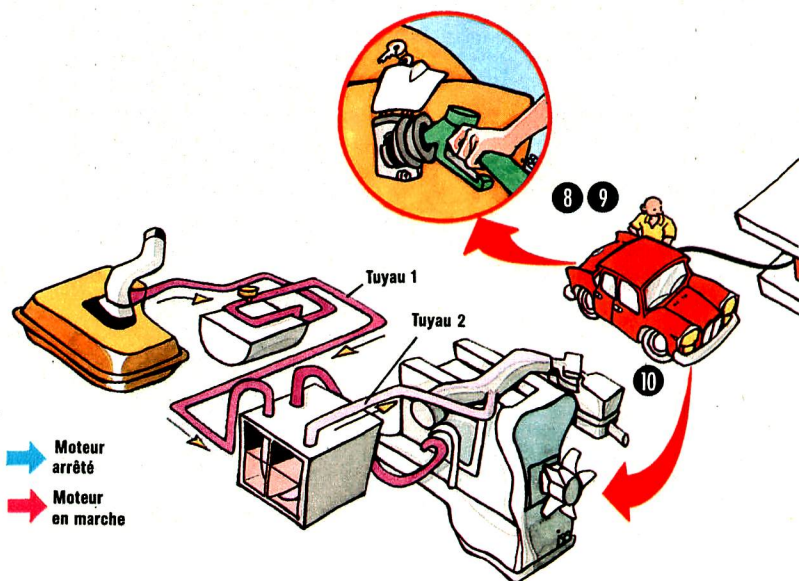
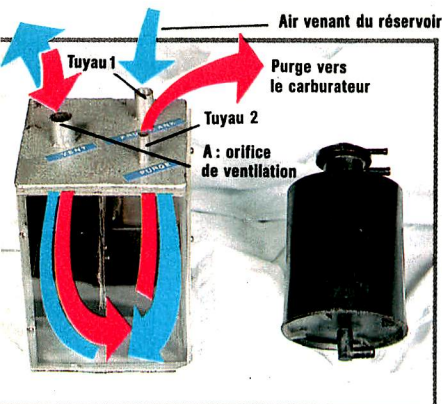
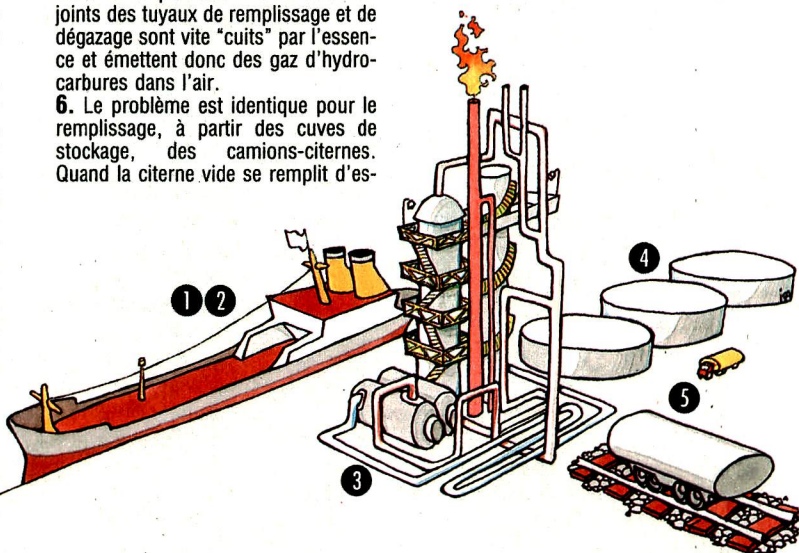
3. Dans le processus de raffinage, les gaz chargés d'hydrocarbures aromatiques sont théoriquement emmenés dans des appareils de décantation qui les nettoient. Mais les bacs de décantation et de traitement des eaux usées des raffineries sont encore chargés de benzène, toluène et autres aromatiques volatils : dans les bacs, dont la surface est à l'air libre, les hydrocarbures quittent la phase liquide et entrent dans l'atmosphère sous forme de vapeurs.

4. Lors du stockage du carburant raffiné, les réservoirs ayant un toit flottant, posé directement sur la surface liquide, n'admettent théoriquement aucun volume gazeux dans la cuve et ne posent pas de problème environnemental. Mais les réservoirs à toit fixe, qui contiennent une phase gazeuse, doivent être munis d'une mise à l'air libre pour que leur pression interne n'augmente pas trop. Encore une source d'émanations atmosphériques.

5. Quand, de la cuve de stockage, on fait passer le carburant dans un wagon-citerne, c'est le fond du wagon que l'on remplit, et le toit du wagon est relié par un tuyau de dégazage à la torchère qui brûle tous les hydrocarbures émis par la raffinerie. Mais les joints des tuyaux de remplissage et de dégazage sont vite "cuits" par l'essence et émettent donc des gaz d'hydrocarbures dans l'air.

6. Le problème est identique pour le remplissage, à partir des cuves de stockage, des camions-citernes. Quand la citerne vide se remplit d'es-

sence, celle-ci chasse les gaz stagnant dans la citerne par un orifice de dégazage. Si celui-ci n'est pas relié au dégazage général de la raffinerie, les vapeurs d'essence partent dans l'atmosphère.



doses extrêmement faibles. Pourtant, comme pour les radiations ionisantes, les faibles doses d'exposition au benzène provoquent bien un sur-risque de mortalité par leucémie, et les biostatisticiens sont aujourd'hui de plus en plus inquiets de l'augmentation de la concentration atmosphérique de benzène. Mieux vaudrait une essence pauvre en aromatiques,

dès le départ, pour diminuer d'autant leur propagation dans l'atmosphère. Mais il faudrait alors modifier les moteurs, admettre un moindre indice d'octane, donc une consommation supérieure et une émission proportionnellement supérieure de CO_2 au détriment de l'effet de serre.

Derrière cette promotion du canister se cache

une dernière volonté : éviter à tout prix que soit choisi par la CEE un dispositif de récupération des vapeurs, installé à demeure dans les stations-service, et dénommé "Stade 2".

Le Stade 2 est l'équivalent, au niveau de la pompe et du véhicule, du projet de récupération des vapeurs dans les cuves de la station par le camion-citerne. Le pistolet de remplissage du réservoir, toujours étanche, serait alors muni d'un tuyau double : l'un amènerait l'essence de la pompe au réservoir de l'auto, tandis que l'autre récupérerait les vapeurs du réservoir pour les transférer dans la cuve de la station.

Or, la très grande majorité des stations-service appartient aux firmes pétrolières, et, là encore, les pétroliers ne veulent absolument pas payer un tel dispositif : ils préfèrent que le canister, embarqué dans l'auto, soit installé par le constructeur... et payé par le client. Les députés "verts" allemands de la communauté penchent plutôt pour le Stade 2 que pour le canister. Après tout, peu importe qui gagnera.

Il est beaucoup plus remarquable de constater que les constructeurs et les pétroliers vont devoir devenir de véritables partenaires écologiques, même s'ils y sont contraints et forcés.

Jean-Michel Bader

7. A la station-service, le camion-citerne remplit la cuve à essence : à l'heure actuelle, celle-ci dégage ses vapeurs directement par un évent de 3 mètres de haut, dans l'air.

8. Le client qui fait le plein ouvre

d'abord le bouchon de son réservoir, d'où les gaz s'échappent dans l'air.

9. Lorsque, avec le pistolet il remplit le réservoir, celui-ci dégage par le tuyau de mise à l'air libre, et par l'orifice de remplissage du réservoir.

10. En roulant, le moteur comme le réservoir envoient des émanations dans l'habitacle et dans l'atmosphère. Et, bien entendu, les hydrocarbures imbrûlés par le moteur sortent par le tuyau d'échappement des véhicules non munis d'un pot catalytique.

... ET LEURS SOLUTIONS

1 à 6. Dans les raffineries modernes, il existe un système intégré de dégazage, un réseau de tuyaux qui aboutissent tous à la torche qui brûle en permanence. Ce système, prévu pour éviter les à-coups de pression, peut se charger des émanations des navires, de la raffinerie, des cuves de stockage, des wagons et des camions citernes.

7. Un tuyau partirait du camion-citerne, pour le remplissage de la cuve, et un deuxième tuyau ramènerait dans le camion les vapeurs de dégazage de la cuve chassées par l'essence.

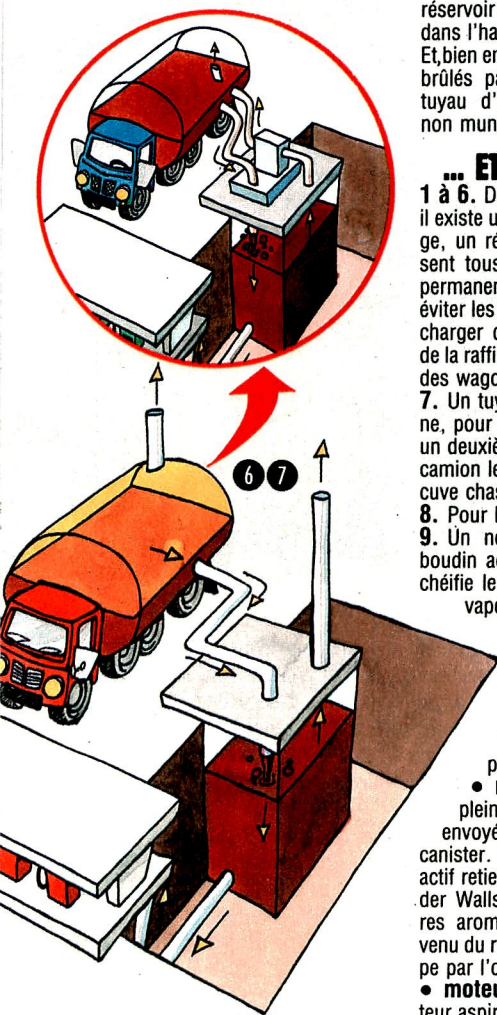
8. Pour l'instant, sans solution.

9. Un nouveau pistolet, muni d'un boudin accordéon caoutchouté, étanchéifie le réservoir lors du plein. Les vapeurs de dégazage pourront soit être emmenées dans un deuxième tuyau retournant à la cuve, soit être épurées dans le canister.

10. Le canister, qui comporte 2 circuits :

- **moteur arrêté**, lors du plein, les vapeurs d'essence sont envoyées dans le tuyau 1 vers le canister. Là les particules de charbon actif retiennent (par des forces de Van der Waals classiques) les hydrocarbures aromatiques contenus dans l'air venu du réservoir. L'air épuré s'échappe par l'orifice A.

- **moteur en marche**, le carburateur aspire par l'orifice B de l'air frais, qui se charge en passant dans le canister des hydrocarbures piégés, et les emmène se faire brûler dans le moteur.



LE SOLEIL DANS LA COURSE

Ces drôles de machines viennent de disputer le World solar challenge : une compétition de 3 000 km reliant Darwin à Adélaïde, du nord au sud de l'Australie, avec le soleil pour seule énergie. Une épreuve qui a acquis ses lettres de noblesse : constructeurs de renom, spécialistes et universités s'y affrontaient.

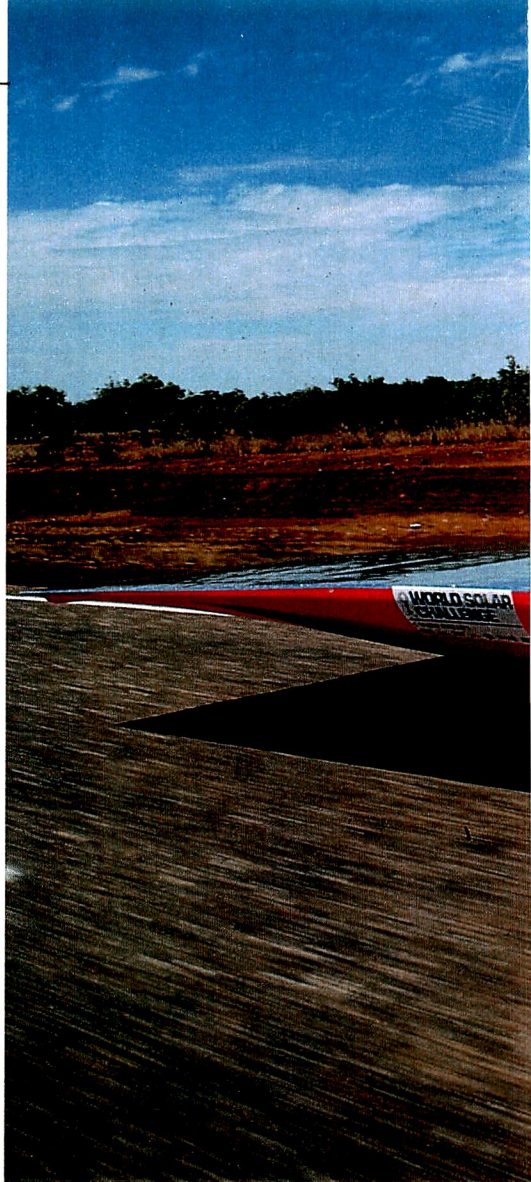
Le règlement est simple : les concurrents — 36 cette année — s'élancent à 8 h et s'arrêtent à 17 h, là où ils se trouvent. Les véhicules ne peuvent mesurer plus de 4 m de long et 2 m de large, pour une hauteur maximale de 1,60 m, et la surface du panneau solaire qui capte l'énergie ne doit pas excéder 8 m² (sauf s'il y a un passager, dans ce cas les panneaux peuvent recouvrir toute la voiture).

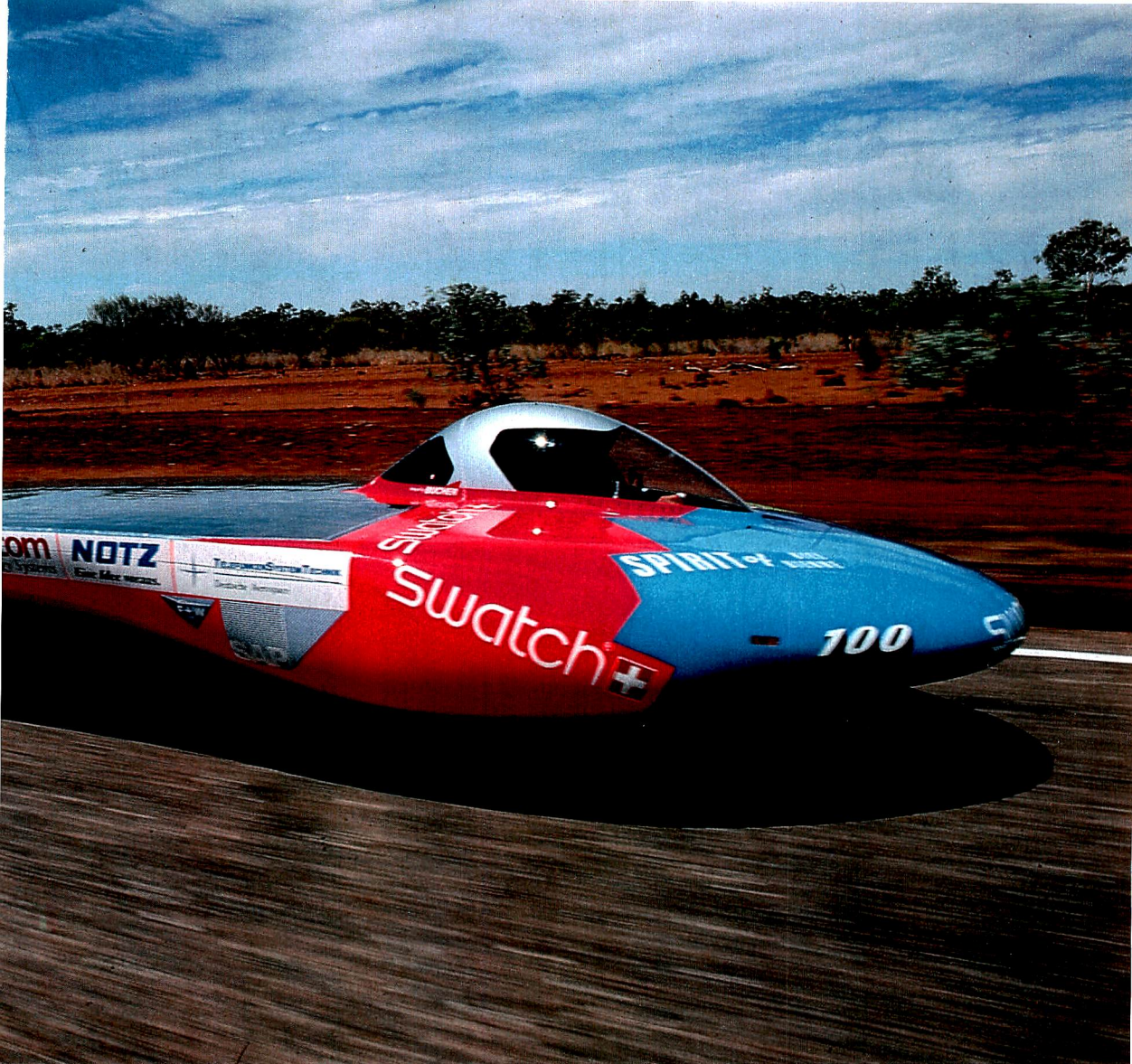
Enfin, les batteries, qui sont rechargées en début et en fin de journée par le panneau solaire, ne doivent pas dépasser 5 kW/h de capacité.

Le principal défaut des panneaux qui convertissent la lumière du soleil en électricité est leur très faible rendement : de 10 % à 20 % pour les modèles expérimentaux les plus performants. Concrètement, si le soleil délivre 1 000 W par mètre carré, ce qui est

fréquemment le cas dans le nord et le centre de l'Australie, un panneau solaire d'un mètre carré ne fournira que 100 à 200 W d'électricité. Et encore ! Car si la température ambiante dépasse 25° C, ce qui est fréquemment le cas dans le semi-désert australien, les matériaux utilisés pour les panneaux perdent de leur efficacité.

Si, depuis trois ans, leur rendement n'a guère augmenté, les panneaux solaires ont connu toutefois une forte baisse de prix. Pour obtenir un panneau d'un rendement de 18 %, General Motors, le vainqueur de la première édition de ce challenge en 1987, (voir *Science & Vie* n° 844 p. 92) avait investi plus de 3,6 millions de dollars (21,6 millions de francs) dans son engin. Aujourd'hui, l'école d'ingénieurs de Bienne n'a pas dépensé plus de 900 000 francs suisses (3,5 millions de francs français) pour aligner un véhicule





LES SUISSES LES PLUS RAPIDES

Habitué aux courses de voitures solaires — le Tour de sol existe depuis 1985 en Suisse —, l'Ecole d'ingénieurs de Bienne a une solide expérience en la matière (1). Comme la plupart des voitures, son *Spirit of Biel*, disposait d'un panneau de cellules solaires en silicium monocristallin, un métal photoémissif extrêmement pur. Mais contrairement aux autres, ces cellules, fabriquées par Telefunken selon une méthode mise au point récemment par le Pr Martin Green, de l'université de Nouvelle Galles du Sud, en Australie, ont été finement entaillées à l'aide d'un faisceau laser. Ainsi leur surface présente un relief accidenté, ce qui a pour effet d'accroître la

superficie exposée au soleil et d'améliorer encore le rendement.

Sur le terrain, pendant la course, le rendement maximal mesuré a été de 17,1 %. Selon les relevés de la voiture météo, le lundi 12 novembre, l'intensité - exceptionnelle - du rayonnement solaire était proche de 1 300 W/m². Avec ses 8 m² de panneau, le *Spirit of Biel* récupérait donc un peu moins de 1 800 W. En tenant compte des pertes dues à l'électronique de commande, au moteur et à l'entraînement final par chaîne, la voiture atteint 75 km/h sans l'appoint des batteries et certainement plus de 100 km/h avec. La puissance mesurée à la roue arrière s'établissait autour de 1 kW (1,3 ch) soit un peu

moins que la première 2 CV Citroën en 1949 !

Vainqueur de cette deuxième édition du Word solar challenge, *Spirit of Biel* est arrivé à Adélaïde en 46 heures et 7 minutes, soit un peu plus de 5 jours, à une vitesse moyenne de 65 km/h. Selon les calculs de René Jeanneret, le concepteur de la voiture, les 3 000 km parcourus ont représenté une dépense énergétique de 50 kWh, soit l'équivalent de 0,165 litre d'essence aux 100 km ou 5 litres au total.

(1) Cette école a créé, en 1987, un institut de recherche sur les produits solaires qui s'autofinance par la vente de brevets. A la fin de leurs études, les meilleurs élèves sont embauchés par cet institut.

SOLAR FLAIR, LA PLUS CHÈRE

Le panneau solaire de la voiture de l'école polytechnique de Californie est composé de plus de sept milles cellules à l'arséniure de gallium dopées au phosphore.



Employé sur le *Sunraycer* de General Motors, la voiture qui l'emporta en 1987, ce panneau avait coûté à l'époque la bagatelle de 1,1 million de dollars (6,6 millions de francs).

Cette technologie, qui offre un rendement important (18 %), en est encore à un stade expérimental. Lors de la fabrication, le pourcentage de cellules défectueuses est très élevé et l'assemblage et le câblage électrique de ces cellules ne peuvent être faits que manuellement.

De plus, l'utilisation de sels d'arsenic génère des déchets qui sont hautement polluants.



AISOL OU LE MOTEUR SOLAIRE

Ce curieux véhicule, baptisé Aisol, est l'œuvre d'Aisin Seiki, un sous-traitant de Toyota. Derrière le pilote, on distingue une parabole (flèche jaune) qui concentre la chaleur du soleil sur un moteur Stirling.

Dans ce type de moteur, deux pistons et leurs bielles transforment en mouvement les dilatations d'un gaz circulant en circuit fermé. Placé au-dessus du moteur, la source de chaleur provoque ces dilatations. Contrairement au

moteur à explosion, ce moteur ne requiert donc qu'une source externe de chaleur : gaz, essence, alcool, bois ou, comme ici, chaleur solaire.

Pour minimiser les pertes dues à la conversion d'énergie, le Stirling joue directement le rôle d'alternateur. Un aimant permanent, fixé sur la bielle du premier piston, remplace le rotor et se déplace linéairement dans un bobinage constituant le stator. Quoique de puissance très modeste — ce moteur ne délivrait que 80 W au maximum — il constitue une première en soi et, selon Aisin Seiki, une voie de recherche. Le reste de l'alimentation électrique, 900 W, provient d'un panneau solaire de taille restreinte.





SOUTHERN CROSS, LA PLUS RÉALISTE

A côté de cette débauche technique et financière, la voiture *Southern Cross* (croix du sud) du Semiconductor Energy Laboratory japonais faisait figure de parent pauvre. Son panneau solaire ne délivrait que 600 W, ce qui ne lui permettait guère de dépasser 70 km/h en vitesse de pointe. Assurément cette équipe n'était pas venue

pour gagner mais pour montrer les possibilités de panneaux solaires économiques déjà commercialisés.

Les cellules solaires étaient réalisées à partir de silicium amorphe, qui comporte des impuretés, contrairement au silicium monocristallin. Il en résulte des coûts de fabrication bien moindres : environ de 36 à 40 F par

watt délivré, contre plus de 5 000 F pour *Solar Flair*. Mais le rendement chute à quelque 10-12 %.

Une série d'incidents techniques ont contraint cette voiture à abandonner après 2 000 km. Toutefois, elle a parcouru cette distance à la moyenne de 20,5 km/h, soit le double d'il y a trois ans, lors de la première course.

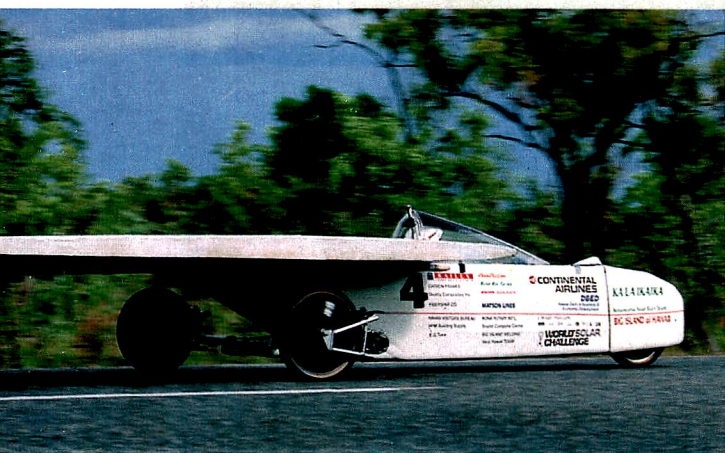
doté d'un panneau solaire d'un rendement — annoncé — de presque 20 %.

Ces voitures solaires ne disposent donc que d'une puissance de 1 à 1,5 kW (1,3 à 2 ch) : trente fois moins qu'une Fiat Panda ! Elles doivent donc être légères (150 à 200 kg), aérodynamiques (leurs formes sont définies en soufflerie) et elles roulent en général sur trois roues munies de pneus de bicyclettes pour ré-

duire les frottements au minimum. Avec des batteries gonflées à bloc, l'une d'entre elles a néanmoins atteint les 130 km/h !

Bien entendu, tous les concurrents rivalisent d'ingéniosité pour gagner quelques watts supplémentaires. Ainsi, la matière constituant le panneau solaire a de l'importance, mais la forme et la disposition de celui-ci jouent aussi un rôle. A l'instar de la Honda

UNE ÉCOLE SECONDAIRE DANS LA COURSE



Six écoles secondaires d'Hawaï s'étaient mobilisées pour construire chacune leur prototype. Celle de Konawæna remporta la course de qualification en juillet. Composée d'une vingtaine d'élèves de 17 à 19 ans, cette équipe était la plus jeune et la plus féminine puisque, sur les cinq pilotes qui se relayaient, quatre étaient des filles. Cette aventure a coûté au total 136 000 dollars (800 000 F) dont la moitié a été prise en charge par le Department of business and economical development, le reste provenant de plusieurs sponsors.

Leur véhicule, *Ka la ikaika* (la puissance du soleil), disposait d'un moteur électrique expérimental alimenté par un panneau composé de cellules au silicium monocristallin. Malgré de nombreux avatars, moteur électrique monté en dernière minute faisant sauter la chaîne de transmission, crevaisons voire même début d'incendie, cette jeune équipe a terminée 18^e, quatre jours après le vainqueur.

POUR QUELQUES WATTS DE PLUS

Une forme pour le moins bizarre pour Viking XX, la voiture à deux places de l'Université de Western Washington. Elle dispose de 16 m² de panneaux solaires tout en respectant le règlement de la course. En effet, la présence d'un passager autorise que l'on recouvre entièrement la voiture de panneaux solaires ! Ceux-ci sont composés de cellules de silicium monocristallin, d'où un rendement élevé (plus de 15 %) mais un prix de revient également élevé puisque la superficie des panneaux est très importante.



Dream, plusieurs voitures arboraient un panneau en forme de demi-cylindre pour capter le maximum de lumière, quelle que soit la position du soleil. A l'inverse, quelques voitures comme *Spirit of Biel*, en tenaient pour le panneau plan, arguant que la forme précédente n'autorisait jamais un éclairage et un rendement maximal sur toute la surface, lorsque le soleil est au zénith par exemple.

D'autres avaient aussi opté pour des panneaux plans, mais inclinables, quitte à compromettre leur stabilité. En effet, il y a des mini tornades dans le semi-désert australien et le croisement avec les *road trains* — ces énormes camions sillonnant l'Australie en tractant jusqu'à trois remorques — provoque aussi

d'importantes turbulences.

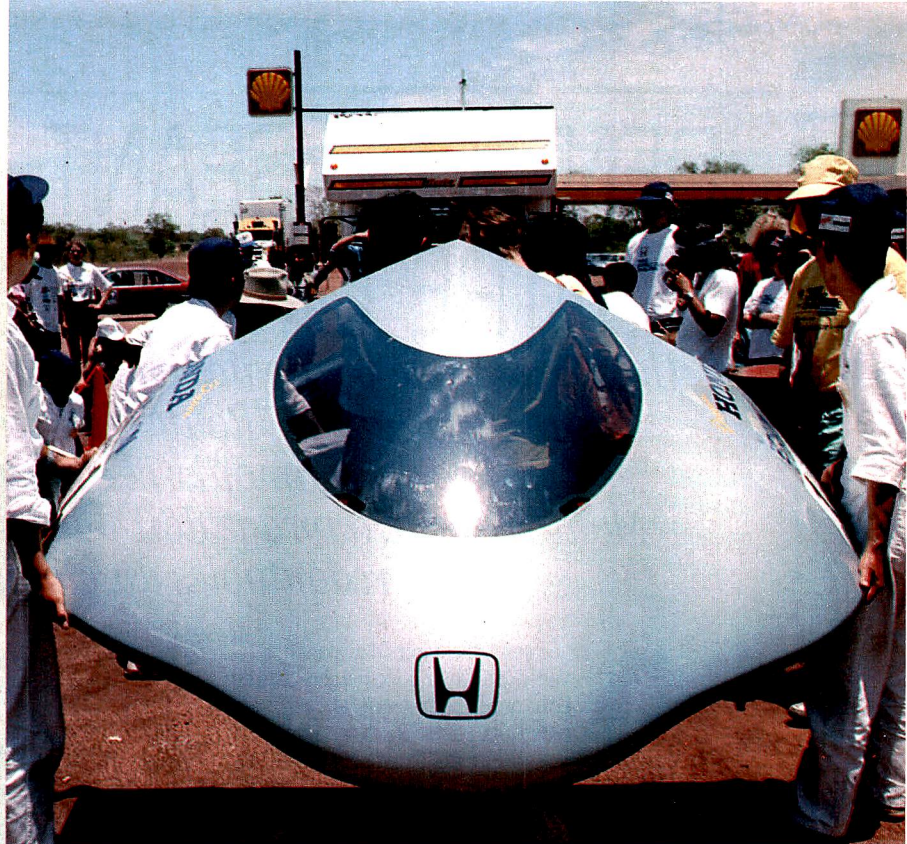
Challenges de passionnés qui, il y a seulement 5 ans, ne disposaient pas de grands moyens, les compétitions de voitures solaires sont devenues de véritables laboratoires de terrain où s'affrontent les plus grands groupes industriels, car le marché du solaire ne les laisse pas indifférents. Pour ce deuxième Word Solar Challenge, à côté de modestes concurrents, comme l'école secondaire Konawæna d'Hawaï, on retrouvait quatre constructeurs automobiles, et non des moindres.

General Motors, le numéro 1 mondial, avait financé trois universités américaines, sélectionnées après une course réunissant trente-deux équipes universi-

HONDA DREAM, UN RÊVE CÔUTEUX

Rencontré au Japon peu de temps avant la "compétition", le responsable de l'équipe Honda s'est montré très réservé : « Pour nous, il ne s'agit que d'un challenge destiné à motiver nos ingénieurs, affirmait Hitoshi Dewa, d'ailleurs l'équipe n'est composée que de volontaires ». Néanmoins, la firme japonaise avait engagé un budget considérable, plus de 5 millions de dollars (30 millions de francs), et déployé une écurie digne de celle qui œuvre en formule 1 sous ses couleurs. Les voitures et camping-cars d'assistance étaient remplis d'un impressionnant matériel informatique et reliés entre eux et la voiture solaire par liaison radio HF. A bonne distance de cette caravane, un *road train* suivait l'équipe Honda.

La *Dream* était recouverte d'un panneau solaire fabriqué par Hoxan, le plus important fabricant japonais de cellules solaires. Constitué de plusieurs milliers de cellules de silicium monocristallin, ce panneau avait un rendement, aux dires de Honda, supérieur à 19 %. Toutefois, à cause de mauvais contacts, le rendement réel n'a pas dépassé 14 %. Malgré cela et l'inexpérience de l'équipe, la *Dream* a quand même terminé à la deuxième place, une journée et demie après la voiture suisse.



taires. Outre ses nombreux véhicules d'assistance, il disposait, pour ses trois concurrents, d'une camionnette équipée d'une station de réception satellite pour analyser rapidement la météo. Honda, pour sa première apparition, avait engagé de très gros moyens. Toyota était présent derrière l'un de ses sous-traitants et Mazda concourait aux côtés du japonais Semiconductor Energy Laboratory.

De grandes firmes pétrolières, comme British Petroleum (par l'intermédiaire de BP Solar, une filiale australienne qui fabrique des panneaux solaires), Mobil ou Amoco, finançaient également chacune une voiture.

Les Japonais sont venus en force en Australie (11

équipes, financées pour la plupart par de grands groupes industriels) et ils ont annoncé leur première course de voitures solaires pour 1992.

Bien que la Chambre régionale de l'énergie de Colmar organise chaque année une course de voitures solaires, le Grand Prix du soleil, la France brillait par son absence en Australie. Pourtant, Elf et Michelin, par l'intermédiaire de leurs filiales britanniques, subventionnaient une voiture anglaise et Fournalès, le fabricant toulousain d'amortisseurs pour avions et motos, avait réalisé des suspensions spéciales pour la voiture de l'université du Territoire du Nord australien.

Pierre Jobert

DENTS DE GÉANT CONTRE LAVE BLANCHE

Un gigantesque paravalanche vient d'être construit pour protéger la "Route blanche" qui dessert la vallée de Chamonix et conduit au tunnel du Mont-Blanc. L'ouvrage doit maîtriser les spasmes redoutables du glacier de Taconnaz.

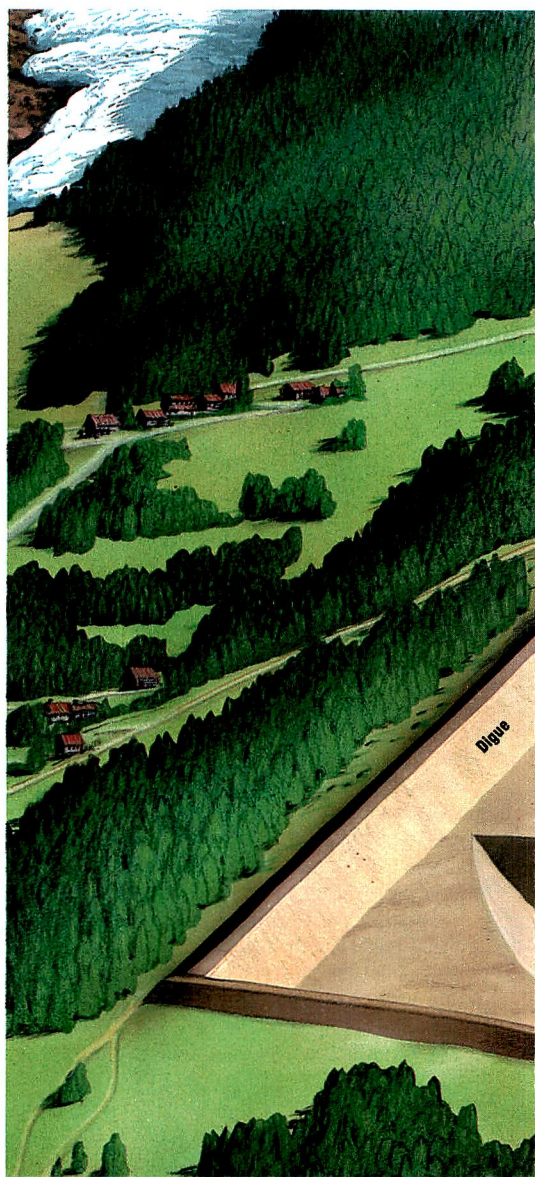
Avec ses 120 couloirs d'avalanches, la vallée de Chamonix détient un record dont elle se passerait : celui du plus haut risque de déferlement de "lave blanche". Le glacier de Taconnaz, entre Les Houches et Chamonix, est l'endroit le plus dangereux de toute la vallée.

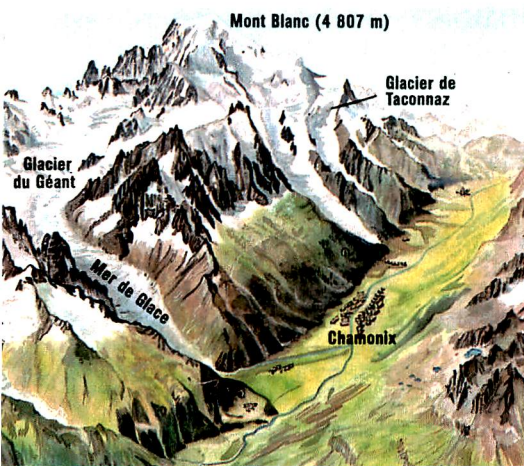
Entre 1904 et 1988, il a déclenché 72 avalanches, entraînant le plus souvent d'importants dégâts. On connaît le mécanisme : « Le glacier recule énergiquement ; comme les glaciers de l'Alaska qui libèrent des icebergs, celui de Taconnaz évacue des séracs en quantité plus ou moins importante », explique Claude Charier, ingénieur des Eaux et forêts, chargé de l'étude des avalanches au CEMAGREF (Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts).

PAR GÉRARD MORICE



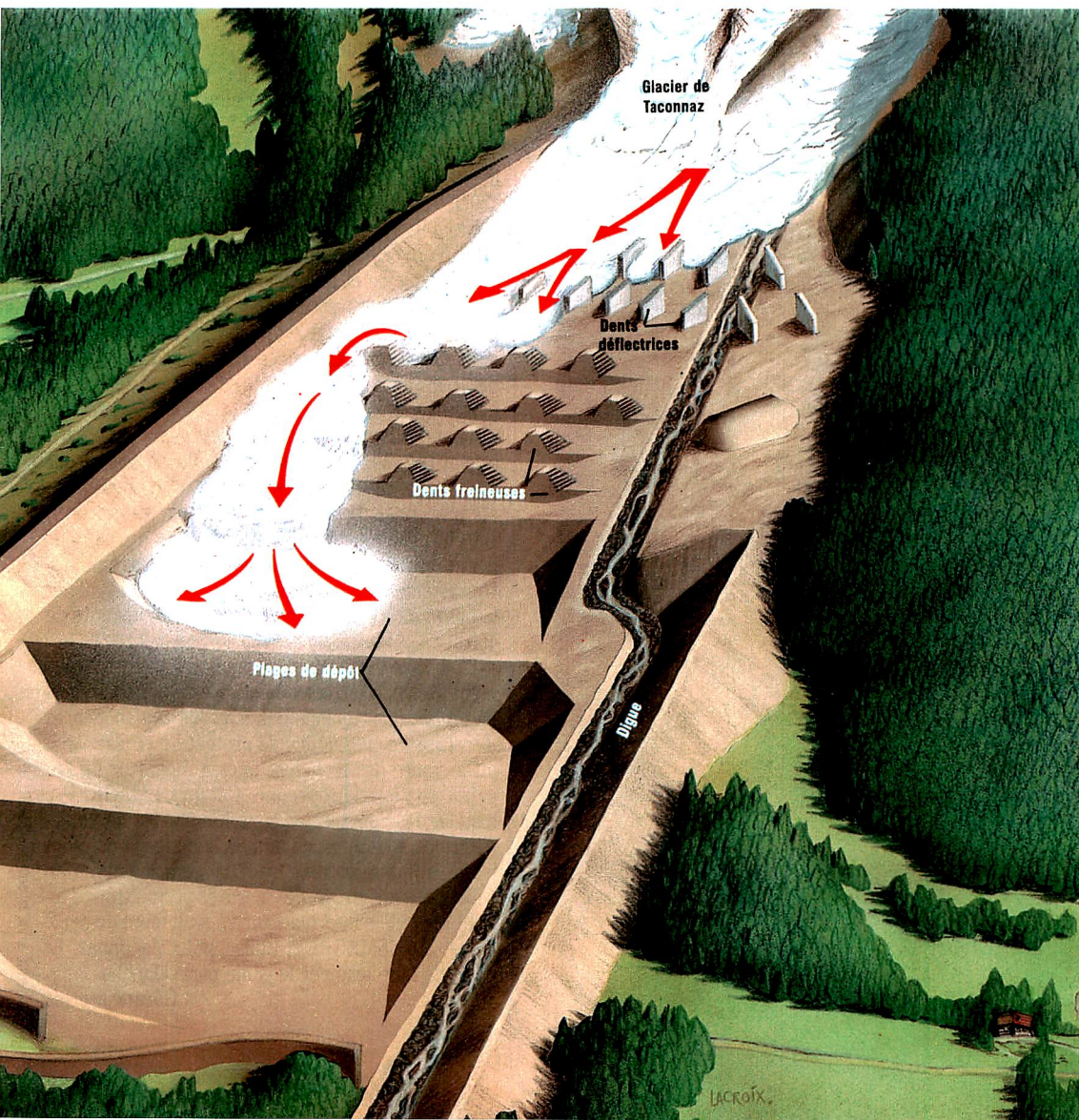
En cas d'avalanche, celle-ci sera d'abord "cassée" par plusieurs rangées de dents déflectrices (ci-dessus, 7 m de haut x 10 de large), puis ralentie par une deuxième batterie de dents freineuses et enfin stockée (capacité : 1,5 million de m³ de neige) par les trois plages de dépôt du paravalanche de Taconnaz, le plus grand du monde.





Or la partie la plus haute du glacier de Tacconnaz, au pied de l'aiguille du Goûter, où s'accumulent neige et glace, suit une pente de 3 500 m de long et 800 m de large, soit 24 ha sur le versant nord du Mont-Blanc. Il débouche sur un entonnoir qui constitue une immense zone de départ pour les avalanches : celles-ci peuvent s'étaler dans un cône de déjection de 1 000 m de long sur 400 m de large. Le glacier libère ainsi chaque année entre 800 000 et 1,2 million de m³ de glace qui, d'une manière ou d'une autre, doivent s'évacuer.

Malgré d'importants travaux (des digues en béton de 10 m de haut), aucune des dernières avalanches (en 1984, 1986 et 1988) ne put être retenue. L'"électrochoc" qui aboutit à la construction de ce qui est aujourd'hui, autant qu'on le sache, le plus grand et le plus puissant paravalanche du monde, la



montagne l'administra en 1988. Deux avalanches coup sur coup, le 26 février et le 20 mars, déversent dans la vallée quelque 600 000 m³ de neige et de glace, dont 400 000 m³ à l'aval des digues. S'il n'y eut pas de victime, c'est par miracle. En effet, ces avalanches se sont produites à un moment où il n'y avait pas beaucoup de neige mobilisable en haute montagne, selon Louis Reynaud, ingénieur au laboratoire de glaciologie du Centre national de la recherche scientifique (CNRS). « Sinon, les effets auraient été démentiels. »

La panique passée, les deux communes menacées, Chamonix et Les Houches, réunies dans le syndicat de la Haute-Vallée de l'Arve, s'adressent en urgence aux spécialistes en glaciologie et nivologie du CNRS, du Service de restauration des terrains de montagne, de la Direction départementale de l'agriculture, de la Direction départementale de l'équipement, du CEMAGREF — et nous en oublions sans doute. Elles leur demandent d'analyser le phénomène avalanche sous le Tacconnaz, et de proposer la solution propre à contenir ce risque.

L'avalanche du 20 mars 1988 brisa toutes les digues. 600 000 m³ de neige et de glace se répandirent dans la vallée. Depuis le début du siècle, 72 déferlements s'y étaient déjà produits.



L'accord portera, non sur un paravalanche, mais sur un système d'ouvrages de protection complémentaires. Il faut en premier lieu freiner et étaler l'avalanche dans la partie haute de la zone de dépôt. Ensuite, la contenir grâce à des digues latérales. Puis stocker la neige, en aménageant des plages de dépôt. Enfin, stopper l'écoulement neigeux par des digues frontales. Un modèle informatique de simulation d'écoulement de neige dense, développé à la division nivologie du CEMAGREF de Grenoble, a illustré les décisions des experts. Il souligne les rôles essentiels de l'étalement et du stockage de la neige pour permettre l'arrêt de l'avalanche.

Ce système a été scrupuleusement suivi par l'entreprise de travaux publics Berthouly, qui a réussi à mener à terme l'ensemble des travaux en moins de 5 mois (d'autres entreprises réclamaient 30 mois...).

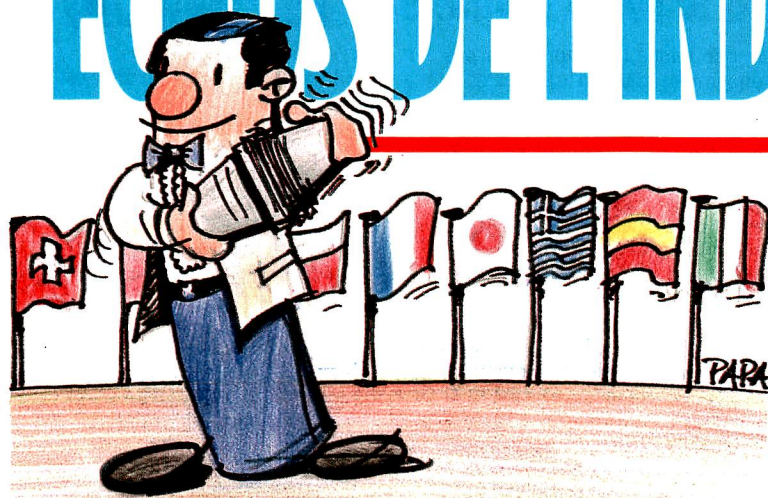
L'ensemble du paravalanche (qui couvre au total 24 ha, l'ouvrage s'étendant sur 220 à 240 m de large et 1 km de long avec un dénivelé de 200 m...) est ceinturé de digues. Deux types de "dents" sont disposées. Les premières, les déflectrices, pour casser, en quelque sorte fragmenter l'avalanche. Les secondes, les "freineuses", pour en ralentir la vitesse. Et trois gigantesques plages de dépôt ont été aménagées par le déblai, pour chacune, de 120 000 m³ de terre qui ont été réutilisées comme remblai pour les digues qui les ceinturent. Au total, l'ouvrage pourra stocker 1 million et demi de m³ de neige et de glace.

Quelques chiffres supplémentaires font mieux percevoir la formidable ampleur des travaux. Chacune des dents déflectrices, haute de 7 m et longue de 10 m, a "consommé" 41 t d'acier et 400 m³ de béton. Le chantier aura exigé 450 000 m³ de terrassement. La puissance du parc des engins utilisés a atteint 100 000 ch consommant 4 500 l de gas-oil par jour. 15 000 m³ de roches et 4 000 m³ de béton ont été maçonnés devant les digues pour les protéger. 100 000 m³ de géotextile ont été consommés pour lier et renforcer les dents freineuses et les remblais. Un système de pompage spécial a permis d'amener le béton directement depuis la centrale distante de 450 m.

L'ouvrage est si exceptionnel qu'il servira également « à analyser et comprendre ces phénomènes naturels exceptionnels que sont les avalanches, et d'en tirer des méthodes de protection et d'alerte », dit le maire des Houches, ancien ingénieur de l'Agence spatiale européenne. Car le CEMAGREF a installé des capteurs de pression sur les dents déflectrices, tout à fait en amont, là où les chocs sont les plus importants. Le système sera maintenu en veille permanente. Et ces mesures permettront d'affiner le modèle informatique d'écoulement de neige dense du CEMAGREF, utilisé pour Tacconnaz. Et donc de faire avancer le génie paravalanche.

Gérard Morice

ECHOS DE L'INDUSTRIE



INNOVATION

Le "cocktail" genevois

Innover, mener une idée à terme, sous forme de produit, précisément sur son marché, relève du parcours du combattant. Inventer n'est rien, si l'on peut dire, rien que le point de départ d'une succession de difficultés qu'il va falloir vaincre les unes après les autres.

Il faut voir sa création reconnue et authentifiée. Il faut vendre des brevets ou céder des licences. Il faut trouver des investisseurs. Et des fabricants. Et des distributeurs. Il faut savoir réunir autour de son projet tout un ensemble de partenaires, aux compétences les plus diverses, mais qui constituent des points de passage obligés car ils sont complémentaires. Que de travail et de soucis pour soudain émerger et parvenir à ce seuil de notoriété qui permet d'"éclater" sur un plan international !

Pour gommer tous ces tracés, et donner à chacun sa chance de réussir, il y a le "cocktail genevois", le Salon international des inventions, des techniques et produits nouveaux de Genève, qui tient sa 19^e édition du 12 au 21 avril 1991. "Cocktail" parce qu'il réunit, parmi ses 100 000 visiteurs venus des cinq continents, tous ces partenaires si divers dont le savoir-faire et l'assistance sont nécessaires aux

créations, à chaque stade de leur développement.

Ainsi les 2/3 des visiteurs du Salon sont des professionnels qui viennent "parler affaires"; ainsi 45 % des innovations présentées à Genève sont négociées, pendant la seule durée du Salon, pour un chiffre d'affaires de quelque 30 millions de francs suisses.

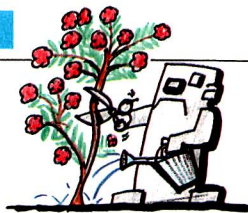
Mais "cocktail" aussi parce qu'au Salon international des inventions, des techniques et produits nouveaux participent inventeurs indépendants, artisans, petites et moyennes entreprises, centres de recherches, laboratoires, universités, etc. Un curieux mélange ? Non, un véritable "bouillon de culture" où chacun s'enrichit de l'expérience de l'autre, voire traite avec lui. Et une chance pour les exposants, parce que tel visiteur venu pour telle invention découvrira un autre innovateur qu'a priori il n'aurait jamais eu l'idée de contacter, et traitera avec lui. Ou en parlera à une personne intéressée qui viendra négocier. C'est ainsi l'un des grands atouts de ce Salon que d'être "horizontal", de mêler toutes les inventions des différents secteurs, et de ne les regrouper que par pays.

Le sérieux, le professionnalisme

dans ce domaine de l'invention qui, par définition, s'en va dans tous les sens, le caractère essentiellement fécond du Salon, où les Français sont toujours les plus nombreux à exposer, a été reconnu par les plus hautes instances technico-économiques françaises, qui encouragent concrètement les créateurs français. Par leur patronage, par leur participation au jury international appelé à juger les meilleures inventions et par la remise de prix spéciaux — l'un, en espèces, couvre deux fois les frais de participation ! — exclusivement réservés aux innovateurs français.

La section française bénéficie ainsi des patronages officiels — s'accompagnant de remises de prix —, de l'Institut national de la propriété industrielle, de l'Assemblée permanente des chambres de commerce et d'industrie, de l'Assemblée permanente des chambres de métiers, de la Fondation du brevet d'invention français, de la Compagnie nationale des conseils en brevets d'invention et du Centre des jeunes dirigeants (section Léman). Et, bien sûr, de la Chambre de commerce franco-suisse. Pour tout renseignement : Département Innova, Science & Vie, Monique Vogt, 1 rue du Colonel Pierre-Avia, 75015 Paris, tél. (1) 46 48 48 48 et 46 48 46 09.

Encore 7 km seulement et le canal à grand gabarit Rhin-Main-Danube permettra, dès l'an prochain, de relier la Mer du Nord à la Mer Noire. Les entreprises allemandes pourront, à faible coût, livrer leurs marchandises à Vienne, Bratislava, Budapest, Belgrade, etc. Pendant ce temps, on s'interroge encore en France sur la liaison Rhin-Rhône, conçue dans les années 1970... Il reste 229 km à creuser et le réseau est dans un état tellement déplorable, que certains se demandent s'il ne faudrait pas faire appel aux sociétés privées, comme pour les autoroutes.



AGROTECHNOLOGIE

Voici le robot planteur



« Les Japonais sont fantastiques en matière d'électronique et de robotique, mais ils ne connaissent pas grand chose à la culture des tissus végétaux. Nous, au contraire, nous avons acquis une sorte de sixième sens qui nous permet de sentir ce qu'on peut et ce qu'il faut faire avec une plante. »

Jenny Aitken-Christie, du Forest Research Institute de Nouvelle-Zélande, est bien persuadée qu'en combinant la robotique japonaise et les compétences agricoles néo-zélandaises, son pays parviendra à réaliser un robot capable de s'occuper entièrement de la culture des plants avant les Japonais et les Américains. L'idée est dans l'air depuis des années ; lorsqu'il s'agit de production de masse, le robot n'est jamais loin, mais personne n'avait encore réussi à la concrétiser.

En effet c'est à la main, jusqu'ici, que l'on effectue la plupart des opérations coûteuses et dévoreu-

ses de temps que suppose la production en masse d'arbustes et de plants. On les dispose dans des bacs de culture. On repère les germes. On les coupe pour les transférer dans d'autres solutions nutritives. On ôte les feuilles et les pousses mortes. On démêle les "buissons" qui peuvent se former. On...

Au total, on se trouve devant un travail fastidieux — mais obligatoire si l'on veut obtenir une production en masse dont tous les individus présentent les mêmes caractéristiques et les mêmes garanties de qualité.

La tâche demande donc des décisions et elle est d'une ampleur et d'une précision telles, qu'à première vue un robot ne semble pas pouvoir assumer avec perfection toutes ses composantes. Et pourtant, Jenny Aitken-Christie, puissamment aidée par un budget de 345 000 dollars — environ 1 760 000 F — ne s'est pas découra-

gée, et réussit l'impossible.

Elle a pensé au robot. Et c'est probablement à la fois grâce au robot développé par Toshiba et vendu près de 900 000 F (photo ci-dessous), ainsi qu'au "sixième sens" de Jenny Aitken-Christie fondé sur une expérience infinie que, demain, toutes ces tâches seront dévolues aux machines.

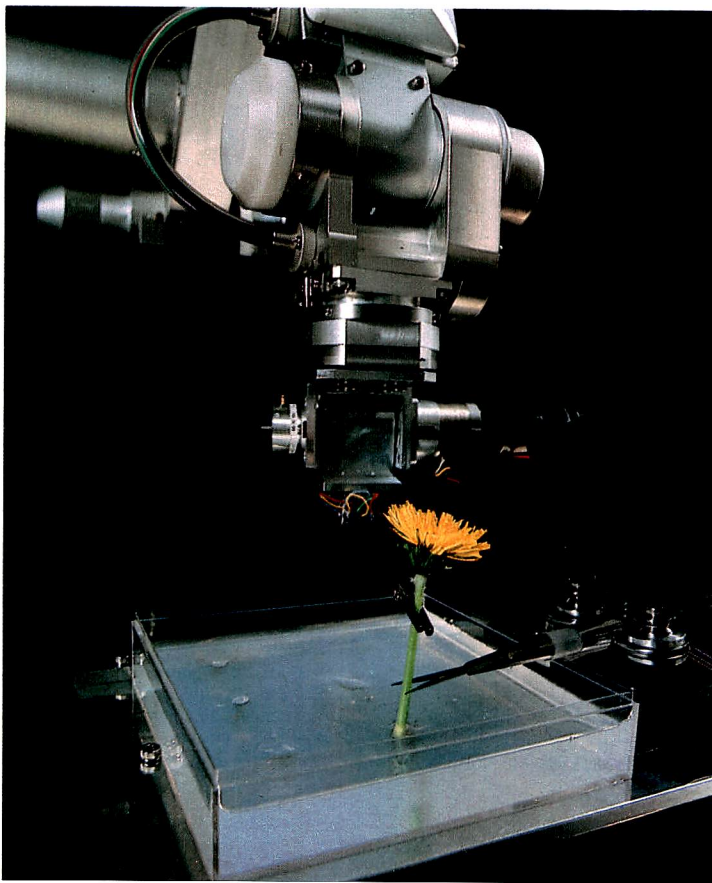
SANTÉ

Hippocarte, le dossier médical dans la poche

La carte médicale à microcircuit, ou carte santé à mémoire est-elle efficace ? Depuis des années, on en parle, on en invente, on en propose. Une expérience d'importance, sur toute une population, va permettre de répondre et de préciser l'intérêt et les limites du système.

9 000 jeunes Caennais de 0 à 7 ans viennent en effet de recevoir gratuitement leur dossier médical sous la forme d'une carte à puce fabriquée par Philips. Ce dossier synthétique mais relativement complet, (vaccinations, allergies, maladies, traitements en cours) mis à jour par les médecins, est lisible par ces derniers, par les pharmaciens, par les services d'urgence et par les réanimateurs, toutes professions qui peuvent sauver la vie en intervenant rapidement en connaissance de cause. Seuls, ces professionnels de la santé, grâce à un système d'accès protégé, peuvent avoir accès aux informations contenues dans l'Hippocarte — et sous réserve que son porteur l'y autorise.

Caen fait de cette opération une vaste promotion pour sa municipalité — et pour Philips. Nous sommes, quant à nous, davantage intéressés par le bilan que les scientifiques pourront en tirer. Réponse dans quelques années.



L'hypothermie ou la mort apparente

Au moment où les hordes de citadins se préparent à partir pour la montagne, il faut bien rappeler les dangers des avalanches. L'un des principaux risques qu'elles présentent est l'hypothermie, c'est-à-dire la baisse de la température centrale du corps humain en dessous de 35° C.

A partir de 27° C c'est le coma, à 24° C l'état de mort apparente, l'arrêt cardiaque et l'arrêt respiratoire.

Si l'on mettait une glace devant la bouche de la victime, aucune buée due à la respiration ne s'y formerait.

Pourtant, attention, mort apparente n'est pas décès, même si le cœur ne bat plus, même si la respiration a disparu. Le Dr Lacroute, responsable du Samu de l'Isère, rappelle, dans une note publiée par le bulletin de l'ANENA, l'Association nationale pour l'étude de la neige et des avalanches, que cet état est particulièrement trompeur. Une personne qui est en état d'hypothermie majeure présente les mêmes signes que ceux de la mort, et pourtant elle peut être sauvée, sa mort apparente est réversible, elle peut s'en sortir sans séquelles si on la transporte rapidement à l'hôpital.

En effet, plus le froid est intense, plus longtemps il protège le cerveau du manque de circulation sanguine et d'oxygène. Il faut donc s'acharner à réanimer les victimes d'avalanches et considérer, jusqu'à preuve du contraire, toutes celles qui sont en état de mort apparente comme étant en état d'hypothermie. Et ne surtout pas tenter un réchauffement sur place : il doit être effectué à l'hôpital, par circulation extracorporelle, augmentant la température progressivement. Tout réchauffement trop rapide est mortel.

Au point que l'on peut se demander si les fameux Saint-Bernard, par leur rapidité d'intervention, n'ont pas tué plus de gens qu'ils n'en ont sauvé !



CENTRE D'ESSAIS

Additifs alimentaires testés en vraie grandeur

En présentant des produits aux goûts, aux saveurs, aux couleurs de plus en plus diversifiés, l'industrie agro-alimentaire a, depuis quelques années, ouvert un nouveau marché : celui des concentrés, des poudres et des additifs.

Mais la mise en œuvre industrielle de chaque nouveau produit présente un délicat et coûteux problème : parce qu'il y a parfois loin du laboratoire à l'industrie et que, même si l'on teste les produits en usine, les résultats ont peu de chances d'être identiques lors du lancement d'une véritable production à la chaîne. Résultat : des coûts élevés et une faible productivité, qui souvent conduisent à conclure que le projet n'est pas viable, ou pas rentable.

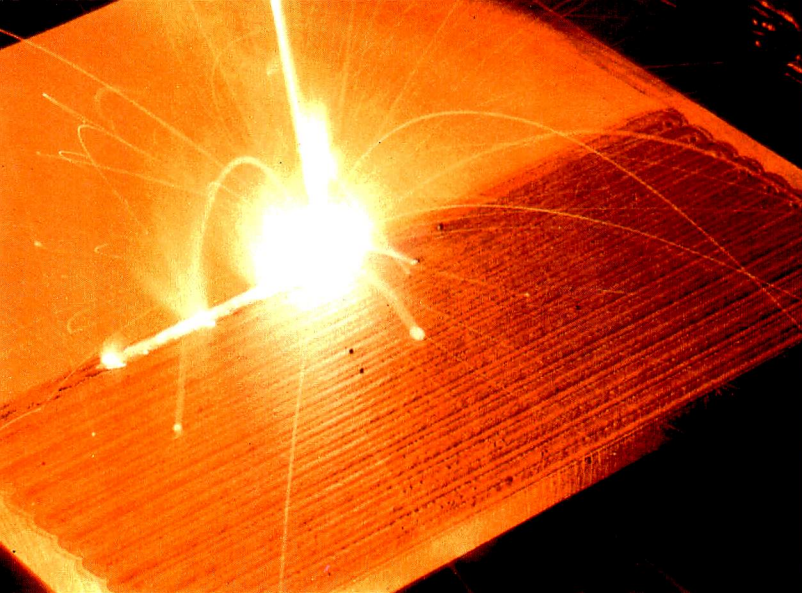
Le centre d'essais "Innov'ia", qui vient d'ouvrir à La Rochelle et qui est géré par la Chambre régionale de commerce et d'industrie Limou-

sin-Poitou-Charente, permettra désormais aux industriels de l'agro-alimentaire, mais aussi de la pharmacie, de la chimie fine et de la cosmétologie, de prendre leurs décisions non plus "à vue de nez", mais en parfaite connaissance de cause.

Innov'ia permet en effet de mener les tests depuis le laboratoire et le "pilote" produisant 100 kg/h jusqu'à une véritable exploitation industrielle.

Le Centre fonctionne comme unité d'essais, mais aussi de production à façon. Il s'adapte aux demandes et aux quantités. A peine vient-il d'ouvrir ses portes que 15 entreprises régionales l'ont déjà sollicité pour leur programme de recherches.

Pour tout renseignement : CRCI Limousin-Poitou-Charente, 175, rue de Coureilles, 17000 La Rochelle, tél. : (16) 46 45 45 11.



TRAITEMENT DE SURFACE

Un nouveau marché pour le laser

Le laser pourrait bien résoudre l'éternel problème de la protection efficace contre l'usure et la corrosion des composants industriels.

C'est du moins le pari du département recherche et développement de Sulzer, l'un des géants de l'industrie suisse, qui propose dès aujourd'hui toute une panoplie de prestations qui ont en commun la technologie laser : conseil et conception des installations de traitement de surface, conception et réalisation de prototypes, travaux à façon (revêtements, alliages).

Le revêtement par laser est un procédé purement thermique qui s'applique à tous les aciers soudables. En quelques fractions de seconde, le faisceau fait fondre la

poudre projetée et assure une liaison métallurgique avec le matériau de base. Les propriétés de la matière de revêtement, des alliages à base de cobalt ou des produits à base de métal dur, se trouvent ainsi pleinement utilisées, même si les couches sont très fines.

A côté de cette parfaite adhérence métallurgique pour un faible mélange avec le matériau de base qui entraîne une consommation minime d'alliages coûteux, le revêtement par laser est reproductible, donc automatisable.

Le procédé est très intéressant pour le traitement des composants qui doivent être revêtus localement, avec une grande précision, de couches de 0,2 à 2 mm.

AÉRAULIQUE

Eurovent contrôle et moralise

Pratiquement personne ne connaît l'association Eurovent, pourtant fondée en 1959 et qui rassemble en Europe treize associations professionnelles nationales de l'aéraulique. Aussi est-on surpris d'apprendre qu'après dix-neuf réunions au cours des douze derniers mois, elle se décide à « moraliser la concurrence », comme cela se pratique aux Etats-Unis sous l'égide de l'ARI, l'Air conditioning and Refri-

geration Institute. On pensait, à vrai dire, que c'était déjà fait. Mais il semble bien que non...

Eurovent envisage donc d'instituer, sous son contrôle, un système de certification, consistant à imposer la vérification, par un laboratoire indépendant, des caractéristiques des matériels proposés par les constructeurs.

L'association publiera régulièrement la liste des matériels véri-

50 % des rebuts des pièces mécaniques sont dus à la matière première. D'où des coûts de non qualité, des retards, une dégradation de l'image de marque de l'entreprise chez ses clients, voire une perte du marché. Il existe pourtant différents moyens d'assurer la qualité matière. Le CETIM, Centre technique des industries mécaniques, qui organise des stages de formation spécialisée, peut informer les industriels concernés (contact : Mireille Picot, CETIM, 42000 Saint-Etienne, tél. (16) 77 43 39 26).

Clavier de type informatique pour les usagers professionnels du minitel Timatic. Adapté à l'encombrement de ce dernier, il comporte pourtant 102 touches conservant l'écartement normal des claviers PC. Des touches spéciales de capture et d'expédition de messages permettent d'une part d'enregistrer les informations vues sur un serveur, d'autre part d'expédier automatiquement des textes préparés auparavant, hors connexion. Principales applications : messageries, mise à jour des serveurs (il y en a actuellement 12 000 en France qui doivent être réactualisées régulièrement) et télé-informatique. Le nouveau clavier constitue un véritable terminal qui trouve son utilité partout où on souhaite implanter des points de saisie et d'accès à l'informatique. (Timatic, 2 rue des Bourets, 92150 Suresnes, tél. (1) 47 28 62 82).

Navire magnétique. La Fondation japonaise pour le progrès de la construction navale annonce le premier navire à propulsion magnétique du monde. Le programme d'essais est en cours. Principe de ce navire, le Yamoto 1, qui mesure 30 m de long : utiliser des aimants supra-conducteurs.

fiés et conformes.

Ce système doit être organisé par produits. Les appareils de conditionnement d'air devraient être testés les premiers, puis les échangeurs de chaleur, les conduits et accessoires, enfin les tours de refroidissement. C'est ainsi que cela se pratique depuis longtemps aux Etats-Unis, apparemment à la satisfaction de tous, fabricants comme utilisateurs.

ARCHIVAGE

Des cocottes avec le papier devenu inutile ?

La documentation sur micro-ordinateur trouve un nouveau terrain d'application quasiment vierge, vaste, riche et où elle peut se développer allégrement.

Il s'agit des collectivités locales qui, elles aussi, ont désormais droit au "zéro papier". La société Lasernet en donne deux exemples. Le premier est celui de l'archivage des délibérations ainsi que du tri et de la mise en mémoire des courriers. Il est maintenant possible de regrouper et de restituer, sur une période donnée, les informations par sujet et/ou par commission (sport, urbanisme, culture). Lors des réunions ou des visites des quartiers, il suffit à l' élu local de ressortir toutes les informations ; il a ainsi à sa disposition un dossier parfaitement actualisé.

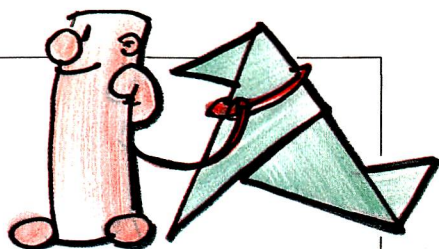
Le second exemple, est celui du stockage détaillé de toutes les installations souterraines des différents concessionnaires (EDF/GDF, téléphone, etc.). Toutes les données, textes et graphiques, prennent place sur un disque optique numérique, ce qui, le moment venu, permet de faire l' "état des lieux". Et ce qui peut être la source d'importantes économies et d'une bonne gestion : lorsqu'une commune décide d'entreprendre la réfection d'une voie, elle peut proposer aux différents services ou entreprises de profiter des travaux pour vérifier ou renouveler leurs installations. Le descriptif de l'occupation souterraine de la parcelle concernée s'affiche tout simplement à l'écran. A cette gestion de plans s'ajoute, par ailleurs, une gestion des dossiers qui garde trace de tous les courriers échangés avec la ou les entreprises concernées par les travaux entrepris.

Un autre exemple, bien concret, de "zéro papier" est en cours de réalisation à Lyon. Là il n'est plus question de micro-ordinateur mais de moyens informatiques ultra sophistiqués réunissant Polilog pour la base de données graphiques, Sun pour les stations de travail et Vax pour le système central. Car il s'agit de gérer toutes les informa-

tions géographiques (sol et sous-sol) et administratives de la Courly, la Communauté urbaine de Lyon, autrement dit 55 communes, 49 430 ha et 1,2 million d'habitants.

Ce projet, baptisé SUR — Système urbain de références — et dont la réalisation s'étalera sur plusieurs années, permettra aux collectivités de mieux maîtriser leurs projets d'urbanisme, de coordonner les interventions, de gérer le budget public et le patrimoine de la Courly.

SUR sera tout d'abord une mémoire archive : réseaux communautaires (voirie, assainissement, éclairage...), réseaux concédés (EDF-GDF, SNCF, Eaux, PTT...), domaine public (mobilier urbain,



espaces verts, signalisations...), patrimoine foncier et immobilier, services collectifs (transports, circulation, pompiers...), cadastre, permis de démolir, de construire ou de lotir, gestion du plan d'occupation des sols, suivi de l'évolution des propriétés communales, etc.

SUR sera aussi une mémoire vive permettant aux architectes, services municipaux, constructeurs, exploitants de réseaux d'éclairage ou d'assainissement, de fédérer ce qui existe et de travailler sur des références rapidement obtenues, communes et ... fiables !

C'est donc la disparition du papier dans les administrations locales. Il ne restera qu'à faire des cocottes avec le stock disponible...

ARMEMENT

Leclerc : pleine vitesse sur les obstacles

Le dispositif central de l'armée blindée du XXI^e siècle, le char "Leclerc", le premier de la troisième génération, concilie deux qualités qui n'avaient pas l'habitude d'aller ensemble dans ce domaine : la haute mobilité et le confort.

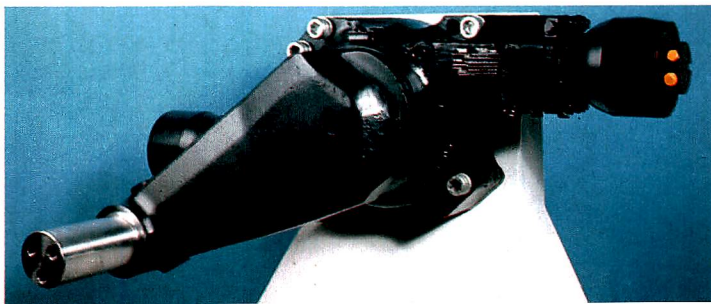
En matière d'innovation, c'est en général le civil qui suit le militaire. Les programmes militaires découvrent et mettent au point les technologies nouvelles, qui sont ensuite reprises par les industriels pour fabriquer des objets courants, grand public. Ici c'est, pour une fois, le contraire qui s'est passé.

Chacun des 12 galets de guidage des chenilles est monté sur un bras oscillant dont les débâtements sont contrôlés par des amortis-

seurs hydrauliques reliés à des sphères gonflées à l'azote. Or, le bras de suspension, conçu et réalisé par PSA, reprend des technologies développées par Citroën.

Grâce au recours à l'azote comme ressort, la raideur de la suspension augmente avec le débâtement, d'où une forte souplesse pour de faibles variations de terrain et la quasi-impossibilité d'atteindre le point de butée, quels que soient les obstacles.

Le "Leclerc" trouvera ainsi une grande mobilité à pleine vitesse (75 km/h), une stabilité lui permettant de faire feu en marche et la possibilité de franchir, toujours à pleine vitesse, les obstacles les plus importants.



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, 1 rue du Colonel Pierre-Avia, 75015 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

UN GODET À GÉOMETRIE VARIABLE

Quoi ?

Ce godet présente une caractéristique peu commune : sa capacité et sa largeur sont variables. Fabriqué en acier spécial, il est doté d'un double fond qui permet le déplacement latéral de ses flasques, leur coulissement par superposi-

tion, à droite, à gauche, ou des deux côtés à la fois. Un racleur et un système d'étanchéité protègent et isolent les éléments du godet qui s'élargit et se rétrécit sans cesse, à volonté, en un rien de temps.

Comment ?

Ce godet existera en deux versions. Sur la première, manuelle, l'ouverture des flasques se fera au moyen d'une simple manivelle, ou d'une clef, sans effort ni aucun démontage, en quelques minutes. Sur la seconde, hydraulique, la commande partira de la cabine, au moyen d'une seule manette et l'ouverture s'effectuera sans aucune autre manœuvre. Pour les engins de travaux publics déjà en service, un kit d'adaptation est prévu.

Le godet se présentera en deux variantes, la première allant de 30 cm en ouverture minimale à 50 cm en ouverture maximale, la seconde de 60 cm à 90 cm, toute autre taille désirée pouvant être fabriquée sur demande. Une graduation permet de se caler exactement sur la taille désirée.

Marché

Ce système apporte aux matériels de terrassement une fantastique souplesse d'utilisation. Lorsqu'un engin creuse une tranchée dans la rue, le passage des multiples tuyaux et canalisations con-

traint les entrepreneurs à creuser des tranchées à étages de largeurs irrégulières (notre photo) et, jusqu'ici, ils ne le pouvaient qu'en changeant de godet. Cette manipulation mobilise deux hommes pendant une demi-heure. Elle est, quoi qu'il en soit, excessivement fréquente : on emploie couramment dix tailles différentes de godets. Un oubli, une tâche supplémentaire non prévue ? Il faut partir rechercher le godet adapté.

Le godet à "géométrie variable" supporte la même contrainte que les godets classiques et présente les mêmes caractéristiques en matière de solidité et de force de pénétration. Il s'agit d'une véritable révolution, source d'un très fort accroissement de la productivité, dans un domaine qui voit naître si peu de réelles nouveautés. Sans compter que le système peut être adapté à tous les types d'engins utilisés dans les travaux publics, jusqu'aux bulldozers.

Pour qui ?

L'inventeur cherche des industriels partenaires-fabricants et un réseau de distribution. Pour l'étranger, il est ouvert soit au partenariat, soit à la concession de licences.

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.



Beau temps pour les usines mobiles

Quand la sécheresse est là, toute eau que l'on peut trouver est bonne à prendre, que ce soit dans la rivière ou l'étang, qu'il s'agisse d'eau souterraine ou superficielle. Seulement, bien sûr, elle est polluée.

Qu'à cela ne tienne, après la Générale des eaux, dont nous avons présenté la création, son concurrent, la Lyonnaise des eaux, a mis au point une station mobile de traitement plus sophistiquée, utilisant la technique particulièrement sûre des membranes d'ultrafiltration qui détruit virus et bactéries et complète le charbon actif, supprime pesticides comme hydrocarbures et ôte à l'eau tout goût et toute odeur. La centrale fonctionne de manière entièrement automatique, sans aucune assistance humaine et elle se raccorde directement au réseau (plus de citerne).

Transportable par camion, l'usine se présente dans un cadre métallique de 4 m de long, 2 m de haut, 2 m de large et pèse 2 tonnes. Le tout est amovible et des bâches latérales assurent la protection contre les intempéries. Temps d'installation total : quatre heures.

Quatre modules d'ultrafiltration par membrane assurent une production d'eau qui peut atteindre 20 m³/heure, c'est-à-dire alimenter une commune de 2 à 3 000 habitants.

La première usine mobile de la Lyonnaise des eaux a été installée

L'armée de terre va utiliser l'ULM pour améliorer la circulation routière de ses véhicules et pour la reconnaissance des zones : bases divisionnaires et zones logistiques. Elle estime que sa maniabilité, sa rapidité et sa discrétion, font de l'ultra léger motorisé un outil primordial d'aide à la circulation pour les années à venir. Une formation-expérimentation-bilan a commencé à Dijon et se déroulera jusqu'en juin 1991. Les stagiaires sont des volontaires. L'armée n'a que l'embarras du choix. Les dix élus sont ravis. l'ULM est devenu leur oiseau.



sur la rivière jouxtant le petit village viticole de Blomac (220 habitants), dans l'Aude. Il y avait véritablement urgence : le puits était à sec. Une deuxième usine vient

d'être installée en Bretagne : elle servira de dispositif d'appoint pour les communes de Fouesnant et de la Forêt-Fouesnant, particulièrement touchées par la sécheresse.

Des meubles en Tetra Pack

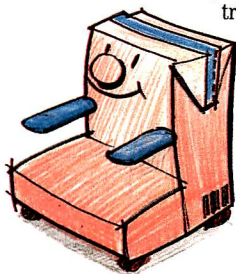
La société allemande Tetra Pack, principal fournisseur outre-Rhin d'emballages pour boissons, a une sage conviction : le recyclage de matériaux d'emballage ne peut s'inscrire dans la réalité que si l'on parvient à prouver que la chose est viable tant sur le plan technique qu'économique et écologique. Autrement dit, il faut prouver le mouvement en marchant.

Ainsi peut-on réaliser une chaise, une table ou une mallette à partir d'emballages Tetra Brik pour liquides alimentaires. Mais il est tout aussi possible de fabriquer d'autres mobiliers et, en adjoignant d'autres déchets, des plaques d'agglomérés, des charpentes, des assiettes, des cartons à œufs et même des accessoires pour l'industrie comme des bouchons

de mandrins ou des plots de palettes.

Le processus de fabrication est simple. Le matériau d'emballage, qui est constitué de couches de polyéthylène, de papier et d'aluminium, est déchiqueté, chauffé, puis comprimé. La présence de polyéthylène constitue même paradoxalement un avantage : grâce à lui, ce matériau composite peut être moulé en des formes différentes, sans que l'on ait besoin de recourir à des substances adhésives. Après cette première opération de recyclage de matériaux d'emballages propres, le partenaire de Tetra Pack dans cette opération envisage de mettre au point une technique utilisant des emballages-papiers récupérés dans les ordures ménagères pour, en phase finale, pouvoir recycler tous les conditionnements de lait, de jus de fruit et de desserts usagés.

Le problème n'est plus tellement technique. Il est de savoir comment organiser la récupération de ces emballages. Puis de trouver un débouché pour les produits obtenus par leur recyclage.



VIDÉO : MONTEZ COMME DES PROS

Avec les premiers caméscopes, les amateurs ne pouvaient qu'enregistrer ou effacer des scènes sans espoir d'en faire un véritable film. En deux ans, les constructeurs viennent de leur donner les moyens de monter ces films aussi parfaitement que les professionnels.



En quelques mois, la fonction des caméscopes — et parfois même des magnétoscopes de salon — s'est profondément modifiée. De simples enregistreurs audiovisuels, ils sont devenus des instruments de traitement des images et du son, utilisables pour réaliser des montages, à l'instar des magnétoscopes professionnels. En outre, pour permettre plus de précision dans ces montages et pour élargir leurs possibilités, des accessoires spécifiques ont été créés pour les amateurs.

Cette évolution repose essentiellement sur l'intégration aux matériels vidéo de mémoires et de circuits numériques, parfois de véritables microordinateurs. En effet, la mémorisation des informations et leur traitement numérique sont nécessaires à la réalisation, plus ou moins automatisée, d'effets spéciaux vidéo tels que les titrages, les modifications et inversions de couleurs, les insertions d'images dans une séquence enregistrée, les fondus simples et enchaînés, la post-sonorisation, etc.

Le progrès est ici considérable lorsqu'on songe qu'il y a quelques années le montage vidéo était tout simplement impossible pour des amateurs. Et il aboutit à une situation d'ailleurs paradoxale puisque, d'une part, les cinéastes travaillant avec du film argentique 8 ou 16 mm ont toujours pu monter leurs œuvres et d'autre part, les nouvelles techni-

ques de montage vidéo sont d'une facilité et d'une rapidité de mise en œuvre inconnues en 35 mm. Il est vrai que ces techniques ne doivent plus rien à celles qui furent créées par Georges Méliès et perfectionnées ensuite.

En cinéma, le montage image consiste à rassembler dans un certain ordre les différentes scènes sélectionnées parmi celles qui ont été filmées. Il suffit de prélever des "morceaux" de pellicule et de les coller les uns à la suite des autres, dans l'ordre choisi. Le montage ainsi obtenu est précis à l'image près. En ce qui concerne les amateurs, ce travail se fait sur les images de prise de vue car la pellicule utilisée est inversible (conçue pour donner directement le positif de projection). En vidéo, pour faire un montage, on sélectionne les scènes sur un magnétoscope dit "de lecture" et on les copie sur un magnétoscope dit "d'enregistrement". Il n'est en effet pas possible de couper directement la bande magnétique : l'enregistrement par têtes tournantes, propre à la vidéo, répartit l'image, le son et des signaux de synchronisation sur plusieurs pistes dont certaines obliques sur la largeur du ruban magnétique et toute intervention sur la bande avec des ciseaux enlèverait des fragments d'image et de son. Mais cette obligation de réaliser une copie (ou master) n'est pas sans inconvénient : l'enregistrement magnétique étant analogique, la copie engen-

dre inévitablement une perte de qualité d'image. La précision du montage est par ailleurs dépendante de la patience du monteur, qui doit compter avec l'inertie de démarrage des différents appareils pouvant entraîner des décalages de quelques images.

Aujourd'hui, les constructeurs ont conçu des amplificateurs vidéo limitant les pertes lors des copies, ainsi que des tables de montage dont la précision peut atteindre une image. Dans sa configuration minimum, l'équipement de montage vidéo comporte un caméscope en lecture, un magnétoscope en enregistrement et un téléviseur pour visionner les images. Les sorties audio et vidéo du caméscope sont reliées aux entrées audio et vidéo du magnétoscope, en général par la prise Péritel. Certains caméscopes (JVC GR-A66, par exemple) sont équipés d'une prise de télécommande et, par elle, peuvent être pilotés par le magnétoscope enregist-



teur (JVC HR-D620R, dans l'exemple précédent). Dans ces cas, sur le caméscope, la fin de la scène à copier est repérée en mettant le compteur à zéro et son début est calé sur l'appareil placé en pause-image; le magnétoscope enregistreur étant, lui, placé en pause-enregistrement, une seule touche suffit pour déclencher le départ et l'arrêt simultané des deux appareils. Chez Sony, il est aussi possible de commander la recherche avant et arrière des séquences sur le caméscope (Sony CCD-F350) depuis le magnétoscope (Sony EV-S550).

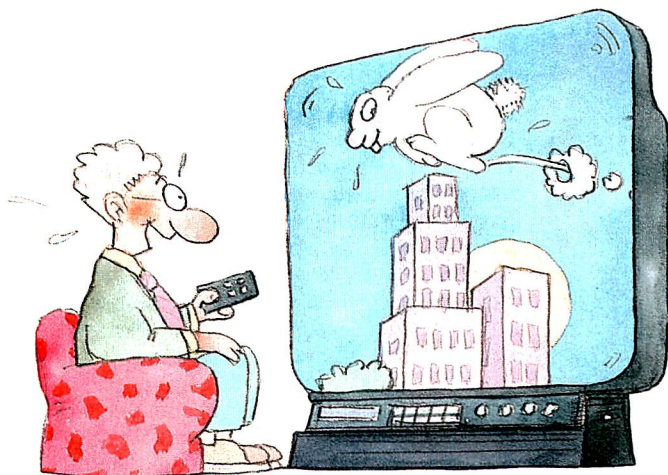
Ces systèmes sont tout à fait satisfaisants pour une utilisation familiale car ils simplifient le montage sans demander d'investissement. Par contre, ils ne suffisent plus pour un montage complexe. Il est alors nécessaire de faire appel à une table de montage. Il faut toutefois noter ici que la qualité des raccords entre les différentes scènes dépend de la qualité du magnétoscope enregistreur, jamais du matériel de montage.

Il existe plusieurs types de tables de montage et l'acheteur doit prendre en compte trois facteurs : le matériel utilisé en lecture, la précision souhaitée et, bien sûr, le budget disponible. Certaines tables de montage exigent un standard de lecture vidéo bien défini (PAL ou SECAM), d'autres acceptent tous les types de lecteurs. Lorsque la table de montage utilise le compteur du caméscope pour le repérage des

images, elle reçoit les informations de ce compteur par la voie du câble de télécommande reliant les deux appareils. Dans ce cas-là, la disparité des fiches restreint de beaucoup le nombre de caméscopes et de tables de montages compatibles. En ce qui concerne la télécommande du magnétoscope enregistreur, elle se fait en général par faisceau infrarouge : l'émetteur, relié par le câble à la table de montage, peut alors mémoriser les signaux de la télécommande du magnétoscope pour les utiliser par la suite. Ceci explique la compatibilité des tables de montage avec ce type de magnétoscope enregistreur.

Lorsque la position de la bande est indiquée par le biais du compteur, la précision n'est pas très bonne (de 4 à 15 images) et le décalage s'amplifie au fur et à mesure que la bande défile. Par contre, lorsque chaque image possède un repère précis, en heures, minutes, secondes et trames (balayage vidéo d'une image), le montage peut se faire à l'image près. De tels systèmes coûtent de 1 200 à 12 000 F. Un éventail de prix qui s'explique par d'importantes différences de possibilités et de fiabilité.

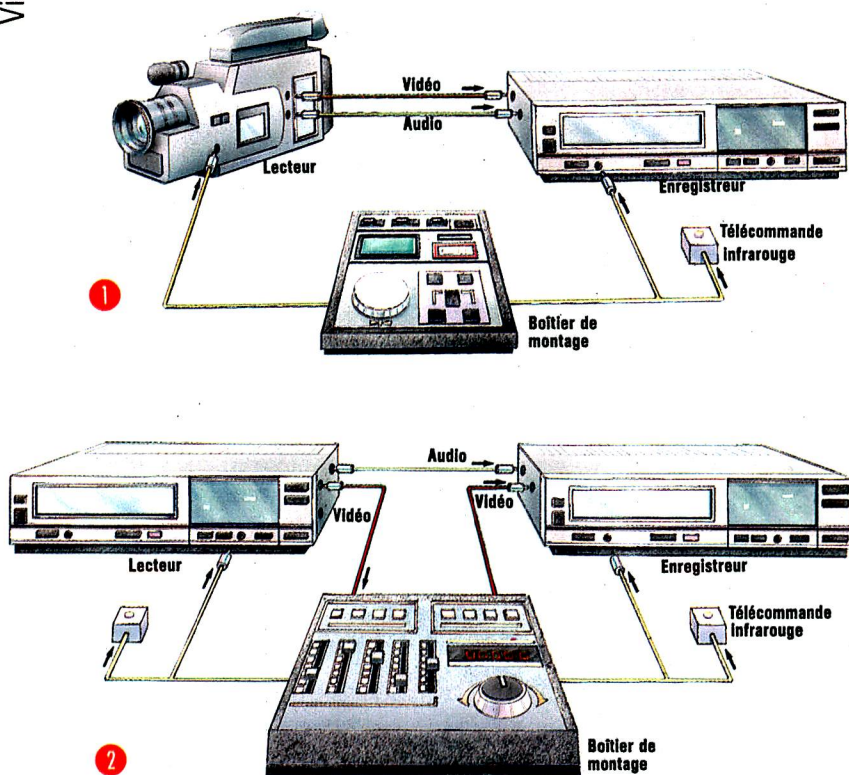
En bas de la gamme, le système Sony RM-E80 à 1 200 F.



Ce n'est pas une table de montage car il ne peut mémoriser qu'un seul plan. En lecteur, seuls les appareils Sony, ou d'autres marques construites par Sony, sont compatibles. Le magnétoscope enregistreur est commandé par infrarouge, donc sans contrainte de standard, mais l'opérateur doit modifier les points d'entrée pour tenir compte du temps d'inertie propre à chaque magnétoscope.

Un autre appareil, le Sony RM-E300 (6 000 F) peut mémoriser jusqu'à 8 plans repérés au comp-

LE REPÉRAGE, UNE ÉTAPE



La qualité d'un montage dépend avant tout de la précision du repérage de l'image de début et de fin des divers plans à enchaîner. On utilise pour cela l'indication d'un compteur ou un code temps. Quatre techniques, schématiquement représentées ici, sont proposées aux amateurs :

- Repérage effectué sur le compteur de l'appareil de lecture, par exemple un caméscope relié au boîtier de commande (1). L'ordre est alors transmis à l'enregistreur par câble ou par un émetteur infrarouge.

- Repérage par code temporel dans le signal vidéo (2). La liaison passe par la table de commande du montage connectée aux deux appareils (des magnétoscopes) par les voies vidéo. Les ordres sont également transmis à ces appareils soit par câble, soit par émetteur infrarouge.

- Repérage par code temporel dans le signal audio (3).

teur. Comme le RM-E80, il exige un lecteur de type Sony et est indifférent au type de magnétoscope enregistreur. Une fonction *time adjust* permet de tenir compte du temps de réponse de ce dernier. Un grand écran d'affichage des fonctions et deux molettes de recherche d'image facilitent son utilisation. En plus des fonctions de montage, le Sony RM-E300 intègre un générateur de caractères et un incrustateur numérique de titres ou d'images. Ce dernier est par ailleurs compatible avec les nouveaux standards vidéo Hi-8 et S-VHS.

Un montage qui obéit au doigt et à l'œil

En Allemagne, Hama a conçu une véritable table de montage, la Videocut 10+ (8 000 F), quoique sa forme la fasse ressembler à une grosse calculatrice. Pour la lecture des cassettes, elle n'accepte que des appareils Sony (8 mm, Hi-8 et VHS). Le temps de réaction au démarrage de la plupart des magnétoscopes est inscrit en mémoire morte, ainsi en est-il tenu compte automatiquement. En revanche, cette mémoire étant figée, la table ne pourra pas s'adapter aux futurs modèles, même si les temps de réaction risquent peu d'évoluer. Le système Videocut 10+ permet de mémoriser une centaine de plans et le mon-

tage peut être sauvegardé sur un support magnétique (bande audio ou vidéo). La précision du montage dépend de celle du compteur du lecteur.

Un autre équipement, le Portax UMV 100 SX (8 700 F), apparaît comme une unité de montage vidéo complète, comprenant un lecteur VHS, que nous jugeons de bonne qualité, une molette de recherche à vitesse variable (en avant comme en arrière), une table de montage d'une capacité de 100 séquences (mais pas à l'image près), un amplificateur vidéo et un mélangeur/correcteur audio. Etant monobloc, cette unité simplifie singulièrement le câblage et son lecteur incorporé permet d'effectuer un montage sans caméscope.

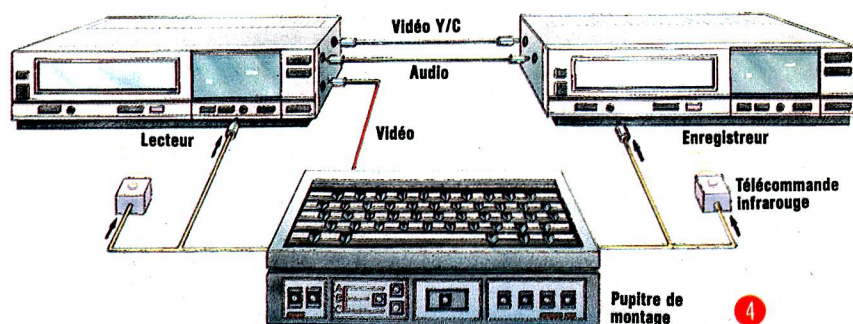
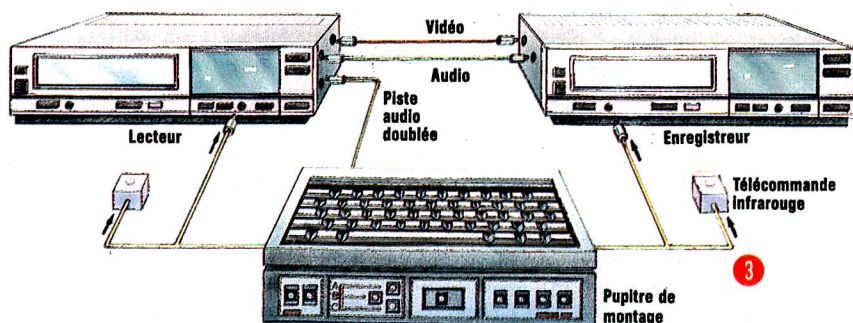
Bien entendu, la cassette VHS-C est utilisable avec un adaptateur. Le magnétoscope enregistreur est commandé par infrarouge et le temps de réaction est ajustable. C'est à notre sens la meilleure formule pour faire du montage à partir de cassettes VHS ou VHS-C.

Avec la firme allemande Robert Bosch, c'est une table d'utilisation très générale, la Bauer VEC 568 (prix : 3 300 F), qui est proposée aux amateurs. Celle-ci accepte en effet d'importe quel lecteur et n'importe quel enregistreur, pourvu que ce dernier soit doté d'une télécommande par infrarouges. Le

INDISPENSABLE DU MONTAGE

Dans ce cas, la vidéo et l'audio sont transmis normalement du magnétoscope lecteur au magnétoscope enregistreur. En plus, une voie audio est doublée avec report du code temporel et connectée à la table de montage. Les ordres sont transmis aux deux appareils soit par câble, soit par un émetteur infrarouge.

- Repérage par code temporel dans le signal vidéo, en S-VHS ou en Hi-8 (4). Comme dans le cas précédent, l'image et le son passent directement du magnétoscope lecteur à l'enregistreur mais, en ce qui concerne l'image, le signal utilisé n'est plus composite (SECAM ou PAL) mais en couleurs séparées (signal dit Y/C). Le code temporel est, lui, véhiculé par un signal vidéo vers la table de montage. Les ordres, comme dans les deux cas précédents, sont transmis par câble ou par infrarouge.



principe de fonctionnement est particulier : la cassette originale doit comporter trente secondes de noir avant la première image. Une copie de travail doit d'abord être réalisée et ce, en enregistrant un code temps avec le signal vidéo. Les points d'entrée et sortie des différentes scènes (jusqu'à 99) sont repérés sur cette copie et, lorsque le montage est ainsi prêt, la copie de travail est remplacée par l'original. Le pupitre Bauer fonctionne alors par comptage d'images, ce qui explique la nécessité d'avoir trente secondes de noir au début : c'est la première image qui apparaît qui sert de repère. Seule contrainte : si les scènes n'ont pas été enregistrées dans l'ordre chronologique du montage, il faudra pour chacune d'elles faire un retour en arrière jusqu'au noir du début, car le seul repère reste la première image. De plus, ce retour en arrière doit être effectué par le monteur, car la table ne pilote pas le lecteur. Une particularité : avec les appareils au standard Hi-8 ou S-VHS, il est possible de faire un prémontage ; les scènes sont alors copiées dans l'ordre du montage, après les trente secondes de noir et en les laissant toutes déborder de 15 secondes. Ces 15 secondes permettront au magnétoscope enregistreur d'être prêt après chaque fin de plan : si un point d'entrée est trop près du point de sortie

précédent, le magnétoscope ne se lancera qu'après le début prévu. La copie de travail est réalisée à partir de ce prémontage et le montage final est obtenu avec la copie de travail. On perd alors une génération d'images, mais les résultats sont tout à fait exploitables car une troisième génération d'images en Hi-8 ou S-VHS est meilleure qu'une première génération en 8 mm ou VHS. Cette table de montage est précise à l'image près, compatible tous standards et c'est la moins chère du marché.

A l'inverse, les tables les plus coûteuses (12 000 F) sont commercialisées par Philips (Video Editing System) et Panasonic (VW-EC 10E). La Philips Video Editing System est composée d'un générateur de code temps compatible avec un nombre restreint de caméscopes (Philips, JVC et Thomson S-VHS), un module de contrôle du lecteur et un module de mémoire. Dès la prise de vue avec l'un de ces caméscopes, la première génération d'images est numérotée en heures, minutes, secondes et images (25 par seconde). Le module de commande permet de sélectionner les points d'entrée et de sortie de chaque scène, le module de mémoire stocke le montage (jusqu'à 99 séquences). L'utilisation d'un code temps dès la prise de vue assure un montage à l'image près. Le magnétoscope enregist-

treur est télécommandé par infrarouge et le temps de réaction est ajustable.

La table Panasonic VW-EC10E est un système identique au Philips, adapté pour la prise de vue aux caméscopes Panasonic NV-MS70 et NV-MX90.

Très récemment la société GSE a proposé un système vidéo sous la référence MPE-100S (prix : 8 000 F) qui a quelques points communs avec ceux de Philips et Panasonic. Il comporte une table de montage universelle, un correcteur vidéo, un générateur de caractères (à l'aide du clavier d'un ordinateur compatible PC) et un mélangeur audio. Dans sa fonction table de montage, la précision peut être soit celle du compteur du lecteur, soit celle du code temps généré lors de la prise de vue et qui est semblable au code temps de Philips et Panasonic, soit encore celle du code temps enregistré sur une copie de travail. Le lecteur et l'enregistreur sont télécommandés par câbles ou par infrarouges et les données du montage peuvent être sauvegardées sur cassettes vidéo. Ajoutons que la société GSE a réalisé un second modèle, le VAE-1 (prix : un peu plus de 4 000 F) basé sur le même principe, mais simplifié (pas de lecture de code temps).

Les constructeurs proposent encore des systèmes très perfectionnés, très coûteux, convenant à de véritables réalisateurs amateurs, voire professionnels. Tel est le cas du Vidéopilot V 320 (9 900 F) de la société alsacienne V3-I, qui exige un ordinateur Comodore Amiga ou compatible PC. En fait, ce

Faites-vous votre cinéma

n'est pas une table de montage mais une interface informatique capable de piloter trois lecteurs et un enregistreur, de monter, avec le clavier ou la souris, jusqu'à 1 000 plans à l'image près, d'éditer le plan de montage à l'aide d'une imprimante et de sauvegarder le montage sur disquette. Contrairement aux systèmes Philips, Panasonic ou Bauer, le code temps n'est pas inscrit avec le signal vidéo, mais occupe une piste audio. Dans le cas des caméscopes VHS et V8 classiques, on ne disposait que d'une seule piste son, ce qui excluait d'avoir à la fois du son et un code temps. Le VHS hifi possède, lui, une piste son "longitudinale" et une piste hifi, inscrite "en profondeur" dans la bande ; quelques V8 ont, quant à eux, une piste numérique dite PCM en plus de la piste hifi, enregistrée en même temps que l'image par la tête rotative. Or, dans les deux cas, on ne peut pas séparer la lecture des deux pistes son, ce qui entraîne, lors du montage, un mélange inaudible du son synchrone et du code temps. On est donc obligé de ne travailler que l'image, en se privant du montage du son, ou alors de procéder à une copie de l'original sur un enregistreur stéréo, ce qui permet de différencier les sons synchrones et le code temps. C'est long, délicat et cela entraîne une perte de

génération. La solution idéale consiste à modifier légèrement le lecteur (JVC HR-S, 5000 S ou Sony EV-S 1000) ; par le branchement d'une prise audio supplémentaire, il est possible de récupérer le code temps provenant de la piste son (piste longitudinale en S-VHS, piste numérique, dite PCM, en Hi-8). Le montage final est alors un master S-VHS ou Hi-8 doté d'un son Hi-Fi.

La sauvegarde des informations sur disquette permet par ailleurs de relancer le montage, de le modifier, etc. Les codes de télécommande de la plupart des magnétoscopes du marché sont inscrits en mémoire morte, mais le V 320 peut aussi en mémoriser de nouveaux. Les magnétoscopes lecteurs et enregistreurs sont pilotables par câbles ou par télécommande à infrarouges.

Autre système, le Portax S-PRO, créé pour le S-VHS mais dont la conception n'est pas figée. Le pupitre de montage (SP-C350, 30 000 F) commande deux lecteurs S-VHS (SP-V12, 18 500 F) et un enregistreur. Les modules de télécommande sont interchangeables et permettent au pupitre de s'adapter à différents standards. Un processeur vidéo (SP-M250, 17 000 F) permet de relier la vidéo à l'informatique : pilotage des fonctions depuis un micro-ordinateur (Amiga, Atari ou compatible PC), décodeur-encodeur vidéo multistandard, correcteur vidéo avec possibilité de mémoriser différents réglages. Un ensemble complet, comprenant deux lecteurs, un enregistreur, un pupitre de commande, un processeur vidéo, un mélangeur vidéo, une partie informatique et une partie audio, atteint 140 000 francs.

Si les tables de montage constituent le maillon essentiel du montage vidéo, d'autres accessoires peuvent se connecter à la chaîne vidéo pour améliorer ses performances :

- Les amplificateurs vidéo permettent de limiter les pertes de signal lors de la copie, mais leur utilisation est délicate du fait des nombreux réglages. Quelques modèles : Futek FA 320, Futek FA 404, GSE AVP-1, GSE AVP-S (compatible S-VHS et Hi-8), Guiston, Kramer VS-11 EIII, Kramer SV-4E (compatible S-VHS et Hi-8), Vivanco VCR 3066 (compatible S-VHS et Hi-8).

- Les processeurs vidéo sont utilisés pour "habiller" une image vidéo avec des effets de volets ou de fondus en couleur. Certains modèles comportent un amplificateur vidéo, un générateur de caractères et un mélangeur audio. Mentionnons les Futek FA 707 G, GSE AVEP-S, JVC JS-XV77, Vivanco VCR 4044.

- Les répartiteurs vidéo simplifient les branchements dès que le câblage devient important. On peut les comparer à une centrale d'aiguillage permettant de sélectionner une source vidéo sans devoir débrancher et rebrancher les appareils. Citons les Futek FA 604, Futek FA 360 (compatible S-VHS

et Hi-8), Guiston, Kramer VS-6EII, Kramer SV-6E (compatible S-VHS et Hi-8).

• Les mélangeurs vidéo font appel à une astuce technique (la synchronisation numérique de trame) pour mélanger deux images vidéo (effet jusqu'ici réservé aux matériels professionnels). Panasonic propose deux produits complémentaires : la WJ-AVE5 et la WJ-MX12. Ce sont des régies d'assemblage et d'effets spéciaux. Outre le mélange d'images, le traitement numérique des signaux permet des effets tels que solarisation, mosaïque, volets sophistiqués...

La WJ-AVE5 (12 000 F) est compatible S-VHS et Hi-8 mais elle ne laisse passer que 330 lignes de balayage vidéo (car elle ne mémorise que l'une des deux trames nécessaires à la restitution de l'image, et c'est le doublage de cette trame qui entraîne une très légère perte de finesse) ; la WJ-MX12 offre plus de possibilités mais son prix (24 000 F) la destine aux professionnels.

Restent les connexions par câbles des appareils de montage qui, pour des amateurs, peuvent poser quelques problèmes. Le câblage d'un banc de montage simple (un lecteur, un enregistreur, une table de montage) peut être effectué de quatre manières, dépendantes du système de repérage et de la nature du signal vidéo.

Lorsque c'est le compteur du lecteur qui indique la position de la bande à la table de montage, les signaux audio et vidéo transitent directement du lecteur à l'enregistreur. Le lecteur est alors piloté par câble, l'enregistreur soit par câble, soit par infrarouge. L'utilisation de la fonction titreur (Sony RM-E300) impose de faire transiter le signal vidéo par la table.

Lorsque le code temps utilisé est inscrit sur une piste audio (Vidéopilot), les signaux vidéo transitent directement du lecteur à l'enregistreur, de même que les deux pistes audio non doublées. La piste audio doublée, sur laquelle est inscrit le code temps, est reliée au Vidéopilot, et ce dernier commande le(s) lecteur(s) et l'enregistreur soit par câbles, soit par infrarouges.

Lorsque le code temps utilisé est inscrit dans le



signal vidéo, les signaux audio transitent directement du lecteur vers l'enregistreur.

En VHS et en 8 mm, le signal vidéo passe par la table de montage avant de rejoindre l'enregistreur. En S-VHS et en Hi-8 le signal vidéo Y/C (la lumière et la couleur sont séparées) va directement du lecteur vers l'enregistreur, tandis que le signal composite (PAL ou SECAM) est relié du lecteur à la table de montage. Suivant les modèles, la commande du lecteur et de l'enregistreur se fait par câbles ou par infrarouges.

L'arrivée des systèmes vidéo S-VHS et Hi-8 a singulièrement amélioré les possibilités du montage : la qualité du signal permet d'obtenir une troisième génération d'image satisfaisante (original, master et copie pour diffusion), les incompatibilités de standards de couleur sont résolues car le signal Y/C n'est ni PAL ni SECAM.

L'aide apportée par l'informatique et le traitement numérique des images offre par ailleurs à l'amateur la possibilité de réaliser des films qui sont dignes de productions professionnelles. La vidéo vit ce que la photo a vécu il y a bien des années : ce n'est plus la qualité technique du document final qui sépare l'amateur du professionnel, mais le matériel utilisé pour obtenir ce document. Place à la créativité et au talent !

Jean-Marie Bret

Si vous lui ouvrez
les portes de l'école
aujourd'hui
il pourra se prendre
en charge demain



Espace offert par le support.

© Unicef/Deleuvis

Il faudrait si peu de choses pour que l'avenir lui soit favorable. Qu'il ne connaisse ni la faim, ni la maladie.

Qu'il puisse aussi recevoir l'éducation dont il a besoin, pour prendre en charge son propre destin.

C'est pour lui et pour tous les enfants du monde que l'Unicef agit chaque jour.

Parce qu'une simple dose de vaccin aujourd'hui, sera plus efficace que tous les médicaments du monde demain.

Parce qu'il est bien plus facile d'installer aujourd'hui une pompe à eau dans son village, que de le soigner de la diphtérie demain.

Parce que, si on lui donne une école aujourd'hui, il sera plus fort pour affronter l'avenir.

Accompagnez à votre tour l'Unicef dans ce formidable défi de l'espoir. Envoyez votre don, quel qu'il soit. Un petit peu aujourd'hui, c'est déjà beaucoup pour demain. Merci d'avance.



Donnez à l'Unicef

Votre geste aujourd'hui
fera toute
la différence demain

☐ OUI, je participe moi aussi à l'action de l'Unicef. J'envoie un chèque bancaire ou postal à l'ordre de l'Unicef de :

☐ 50 F ☐ 100 F ☐ 150 F ☐ 200 F
☐ 300 F ☐ 500 F ☐ 1000 F ☐ Autre

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

Vous recevrez un reçu vous permettant de déduire de votre impôt 40 % du montant de votre don (dans la limite de 5 % de votre revenu imposable).

A découper et à renvoyer
sous enveloppe libre non affranchie à :
UNICEF - Libre réponse n° 97 73 75
75789 PARIS CEDEX 16

LE MAGNÉTOPHONE NUMÉRIQUE TOUJOURS EN QUESTION



Le TCD 3 de Sony, premier magnétophone de poche doté du système anti-copie.

Après accord entre les firmes éditrices de cassettes et de disques et les constructeurs de matériels sur l'incorporation d'un dispositif anti-piratage aux magnétophones numériques (les DAT), une nouvelle gamme d'appareils commence à être commercialisée. Toutefois, le succès du DAT reste encore problématique, des oppositions subsistant de la part des auteurs de programmes et de certaines couches de consommateurs.

Curieuse affaire que celle du magnétophone numérique à cassette (le DAT pour Digital Audio Tape) qui fit tant de bruit en 1987, au point de faire échouer son lancement, et qui entre aujourd'hui sur le marché dans un silence quasi total ! En 1987, c'était la guerre : les constructeurs de magnétophones DAT, tous japonais, voulaient lancer des appareils enregistreurs et lecteurs capables de copier sous forme numérique (et donc avec la qualité haute-fidélité d'un disque compact), n'importe quel programme musical numérique édité sous forme de disque ou de cassette. Quant aux auteurs et grands éditeurs de ces programmes, surtout américains et européens, ils s'y opposaient, demandant que les appareils DAT soient dotés de systèmes anti-copie numérique, menaçant même de s'opposer à l'édition sur cassette de certains de ces programmes et de faire adopter par le gouvernement américain une taxe de compensation sur les cassettes vierges.

Aujourd'hui, ces opinions paraissent s'être inversées, les constructeurs commercialisant depuis quelques mois des appareils DAT comportant un système anti-piratage alors que les grands éditeurs ne semblent plus s'opposer vraiment à la copie. Il est vrai que, depuis 1987, la situation a quelque peu changé et qu'un accord international a pu être conclu entre constructeurs et éditeurs. D'abord, les grands de l'électronique japonaise sont devenus aussi des grands de l'édition après le rachat de majors du cinéma américain. Le dernier en date, le rachat de MCA (Music Corporation of America), la société-mère des Studios Universal, par Matsushita, n° 1 mondial de l'électronique grand public, date du 26 novembre 1990. Il avait été précédé par le rachat de Columbia par Sony.

Ensuite, de vastes enquêtes réalisées depuis 1988 par le Bureau de la technologie pour le Congrès américain et par une société de sondage, l'Anneberg Washington, ont montré que, si le piratage



Le Kenwood KDT 99R, un magnétophone numérique de salon conçu pour être intégré à une chaîne haute fidélité.

faisait perdre des sommes considérables aux éditeurs de disques (près de 25 milliards de dollars chaque année aux Etats-Unis, audio et vidéo confondus), l'interdiction d'enregistrer (ou pour le moins une limitation importante et le paiement de royalties compensant le piratage) en ferait perdre plus encore à l'économie américaine, au moins à court terme. Il est, en effet, apparu dans les sondages que les trois quarts des Américains ne compenseraient pas par des achats de programmes ceux dont ils seraient privés par une interdiction de copie. En fait, ces études ont montré l'attachement des Américains à la liberté d'enregistrer. Une liberté qui, dans d'autres pays, en France notamment, est garantie par la loi qui autorise les enregistrements à usage privé.

C'est dans ces conditions que constructeurs et éditeurs sont parvenus à un accord qui revient à permettre la copie à usage privé (une seule copie numérique/numérique et plusieurs copies analogiques) et à interdire les copies numérique/numérique en série qui ouvriraient la porte aux éditions pirates de même qualité que l'édition originale (car, rappelons-le, l'un des gros avantages de la technique numérique, est de permettre la reproduction sans dégradation alors qu'il y a perte de qualité à chaque copie en analogique). Cet accord est intervenu au début de l'été 1989, à Athènes, lors d'une réunion des éditeurs phonographiques et des fabricants de matériel. Il prévoit essentiellement d'équiper les platines DAT d'un dispositif (des composants électroniques intégrés à l'appareil qui assurent la lecture de codes inscrits sur la bande) limitant la copie numérique à partir de l'original numérique (disque compact ou cassette DAT) à un seul et unique exemplaire. Ce procédé appelé SCMS (Serial Copy Management System) est en passe de devenir la norme mondiale du DAT (car, parfois, il faudra qu'elle soit confirmée par une loi nationale,

comme c'est le cas aux Etats-Unis où le projet est actuellement au Sénat). Le SCMS agit quel que soit l'enregistrement à copier. Mais s'il est numérique (disque compact ou cassette DAT), nous l'avons vu, il ne permet qu'une seule copie numérique. Ajoutons qu'un amateur pourra toujours utiliser plusieurs fois un même disque compact pour faire plusieurs cassettes numériques, car, insistons sur ce fait, ce qu'interdit le SCMS, c'est une seconde copie numérique (dite de 2^e génération) à partir de la première. Autrement dit, le droit de copie à usage privé se trouve sauvegardé. Par contre, la copie commerciale (et pirate) qui ne peut être obtenue rapidement en série qu'avec un enregistrement sur bande magnétique (donc de seconde génération) défilant à grande vitesse (et non à partir d'une cassette, qui serait trop fragile) sera impossible.

Sur ces nouvelles bases, tous les grands constructeurs de matériels haute-fidélité (Aiwa, Casio, Denon, JVC, Kenwood, Nakamichi, Sony, Technics) ont présenté au moins un modèle de magnétophone numérique. Sony a même proposé une gamme complète de trois appareils (platine de salon, baladeur et autoradio). Par rapport aux DAT commercialisés voilà trois ans, les prix ont sensiblement baissé, atteignant en moyenne 6 500 F, au lieu de 12 000 à 15 000 F en 1987.

Premiers venus sur le marché, les appareils de salon y sont encore rares mais leurs performances sont meilleures qu'elles ne l'étaient en 1987-1988. Ainsi, le dernier-né de Denon, le magnétophone DTR-2000 intégrant le SCMS, offre-t-il un maximum de facilités d'utilisation : recherche rapide des pla-

DU MAGNÉTOPHONE ANALOGIQUE

Le magnétophone à cassette numérique, que les Japonais ont appelé DAT — *Digital Audio Tape*, terme qui désigne en réalité aussi bien les appareils que les cassettes —, fut lancé en 1987, mais sa technique remonte à 1972, quand Denon introduisit le système PCM (*Pulsed Coded Modulator*, modulateur d'impulsions codées). Il s'agissait d'un dispositif permettant de convertir un signal audio analogique en signal numérique. La voie était ainsi ouverte au son magnétique numérique. Dès cette époque, les magnétophones professionnels de studio enregistraient en son numérique, permettant par la suite l'édition des disques compacts numériques (repérés par les lettres DDD sur le coffret).

Du fait de sa compacité (environ 1 cm d'épaisseur et moins de 7,5 cm de longueur), la cassette DAT contient peu de bande, mais celle-ci défile

beaucoup moins vite que dans la cassette classique pour magnétophone analogique (8,15 mm/s en vitesse standard contre 48 mm/s pour une cassette conventionnelle). Ce système numérique d'enregistrement magnétique fonctionne un peu comme celui d'un magnétoscope. Il s'agit en l'occurrence d'un enregistrement hélicoïdal par têtes rotatives disposées sur un tambour de 30 mm de diamètre (ou de 15 mm sur les modèles portables) (voir **dessin ci-contre**). Deux vitesses d'enregistrement sont parfois utilisées assurant une durée maximale de 120 min en vitesse normale et 240 min en vitesse lente. Le magnétophone DAT possède aussi certaines caractéristiques propres aux lecteurs de disques compacts pour lire des signaux annexes de guidage et de correction d'erreurs.

Le codage, de type informatique

ges enregistrées, fondus sonores, minuterie, télécommande, répétition automatique et, surtout, possibilité d'indexer les débuts de plages d'enregistrement, les sauts de plage, les fins de plage et les changements de numérotation des programmes. L'appareil est équipé d'un convertisseur numérique/analogique particulièrement perfectionné appelé LAMDA (Ladderform Multiple Bias Digital/Analog Converter) dont la réponse est parfaitement linéaire, grâce à une quantification de 20 bits au lieu de 16 habituellement et d'un suréchantillonnage octuple (**voir encadré ci-dessous**). Ce convertisseur élimine au mieux les erreurs pouvant se produire au passage du numérique à l'analogique. Malgré ses possibilités, le Denon DTR-2000 reste d'un prix relativement modéré : 6 300 F.

JVC vient de lancer le modèle XD-Z505 BK, aux performances assez voisines, avec un convertisseur numérique/analogique traitant le signal bit par bit et avec un suréchantillonnage x 64. Son prix moyen est de 5 990 F. Deux autres fabricants proposent des appareils DAT de qualité dotés du SCMS, mais seulement d'un convertisseur 16 bits : Technics avec le modèle SV-DA-10 (6 990 F) et Sony avec le DTC-55ES (6 500 F). Quoique datant déjà de plus d'un an (et ne comportant donc aucun dispositif SCMS), il faut encore mentionner le Nakamichi 1000 pour ses très hautes performances. Il est équipé d'un mécanisme spécifique FAST (Fast Access Stationary Tape Guide Transport) qui, à l'image des magnétoscopes, dote l'appareil de deux blocs de guidage assurant un meilleur alignement de la bande (61 500 F environ).

A côté des platines de salon, sont également apparus des modèles portables. La petite taille de la cassette DAT facilite la réalisation d'appareils compacts et légers avec une meilleure résistance aux chocs et aux vibrations qu'un lecteur de disque compact. Ainsi Casio en est déjà à sa troisième génération de modèles portables. Après les DA-1 et DA-2, voici maintenant le DA-7 (poids : 1 400 g). Dans les grandes lignes, l'appareil reprend les spécifications du DA-2 mais bénéficie du système SCMS. Son rapport signal/bruit atteint 90 dB, ce qui est remarquable pour un matériel miniaturisé. Son prix est de l'ordre de 8 900 F.

Réputé pour ses baladeurs, Aiwa se devait de sortir un DAT portable. C'est chose faite avec le petit HD-S1, conforme aux normes SCMS, et qui offre trois modes d'alimentation (batterie, secteur ou adaptateur voiture) ; il ne pèse que 610 g avec le bloc batterie et ses dimensions (95 x 38,1 x 146,4 mm) le font tenir dans le creux de la main. Prix : 6 990 F environ. Baptisé TCD-D3, le modèle Sony est actuellement en cours de lancement. Il adopte un tambour de tête de 15 mm de diamètre et une technologie de circuit imprimé à quatre couches et haute densité héritée du petit camescope de la même marque CCD TR 55. Il est pourvu d'un convertisseur numérique/analogique. Il pèse 630 g avec batterie pour des dimensions très réduites (85,2 x 40 x 120 mm). Prix : environ 6 000 F.

Le DAT est encore proposé en combiné autoradio. L'avantage de la cassette est ici déterminant puisqu'elle résiste mieux que le disque aux vibrations d'un véhicule. Kenwood propose une platine

(suite du texte page 160)

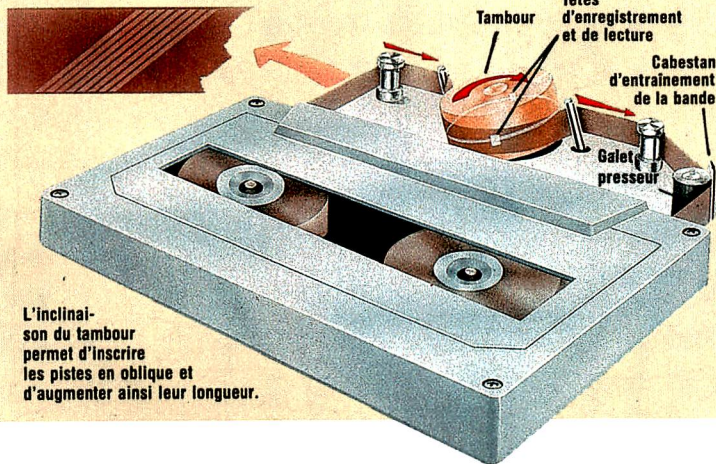
AU MAGNÉTOPHONE NUMÉRIQUE

binaire comme sur un disque compact, donc constitué de 0 et de 1 (les bits, ou unités d'information), commence par l'échantillonnage à la fré-

quence de 48 000 Hz du signal audio-analogique. Cela signifie que l'intensité de ce signal est mesurée 48 000 fois par seconde. Après quoi, chaque

mesure est traduite en code binaire (la quantification) de 16 bits (autre-ment dit, chaque mesure est représentée par un nombre de seize 0 et 1). Ainsi, une seconde de musique se traduit par $16 \times 48\,000 = 768\,000$ bits en monophonie et le double en stéréophonie. Nombre qu'il faut encore doubler si l'on ajoute les signaux de commande, de contrôle et de correction d'erreur sans lesquels l'enregistrement serait inutilisable. Finalement, cela représente un flot total d'informations de 3 millions de bits par seconde.

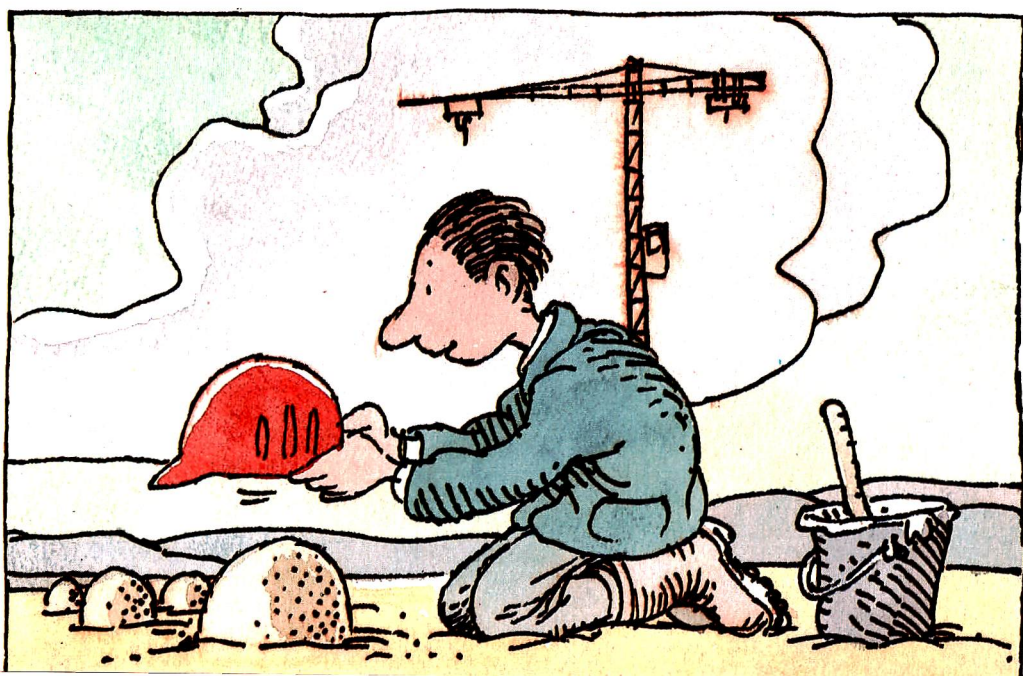
Sur les appareils DAT (de même que sur certains lecteurs de disques compacts), la précision de l'enregistrement est accrue et les risques d'erreurs de lecture sont diminués par l'utilisation de circuits capables d'accroître l'échantillonnage (suréchantillonnage) ou la quantification (18 ou 20 bits).



L'inclinaison du tambour permet d'inscrire les pistes en oblique et d'augmenter ainsi leur longueur.

BÂTIMENT ET TRAVAUX PUBLICS : À VOS CASQUES !

Si l'âge d'or du bâtiment et des travaux publics est bel et bien révolu, ce secteur ne tombe pas pour autant en ruines en France, bien au contraire ! Numéro 2 mondial derrière les Etats-Unis, il fournit de nombreux exemples de sa vigueur : Grande Arche de La Défense, tunnel sous la Manche ou pôle européen de Massy-Palaiseau... Des réalisations spectaculaires qui commencent seulement à dissiper une image de marque défavorable, l'une des causes de la grave pénurie de cadres confirmés dont souffre actuellement ce secteur.



Premier employeur de l'industrie, le bâtiment et les travaux publics font travailler plus d'un million et demi de personnes. Mais, sauf pour quelques grosses entreprises, ces deux types d'activités ne se mélangent guère. Technique, matériel et savoir-faire sont en effet fort différents, de même que les marchés et les perspectives. Sur le plan international, les grands travaux menés par les entreprises occidentales se font plus rares en raison des problèmes financiers des pays clients et de la montée en puissance des nouveaux concurrents asiatiques comme la Chine, la Corée et surtout le Japon. Dans ce contexte, l'ouverture de l'Europe de l'Est apparaît prometteuse aux entreprises de la Communauté économique européenne (CEE) : construction de structures d'accueil (bureaux, hôtels...), rénovation d'un parc immobilier passablement dégradé et insuffisant, sans oublier la priorité des priorités, la modernisation de l'infrastructure industrielle... L'exploitation de ces nouveaux marchés n'ira bien évidemment pas sans une concurrence acharnée, en particulier avec l'Allemagne qui lorgne plus que jamais dans cette direction depuis sa réunification.

En France, la construction d'ouvrages d'art importants (centrales nucléaires, barrages...) s'est achevée avec les trente dernières années. Elle est donc au point mort depuis le milieu des années 1980 même si d'autres grands chantiers ont pris la relève. Ces derniers sont par ailleurs moins nombreux et pour la plupart en cours d'achèvement, comme le tunnel sous la Manche ou le parc Eurodisneyland de Marne-la-Vallée... Aux dires des experts, c'est à présent le domaine des transports qui va compenser la baisse de commandes grâce aux améliorations constantes dont notre réseau routier fait l'objet.

En dehors des vastes projets destinés à réduire l'engorgement des principales villes de France (projet Laser à Paris) ou améliorer les axes de franchissement alpins, la construction de rocadés, les élargissements de chaussées et les déviations autour des agglomérations constituent autant de petits marchés régionaux. Ils font vivre et prospérer des dizaines d'entreprises locales de terrassement, dont le taux de croissance moyen a atteint 10 % entre 1983 et 1988. Parmi les débouchés à court et moyen termes figurent également la mise en place de nouvelles lignes de trains à grande vitesse (TGV Nord, puis Est) et leur interconnexion en Ile-de-France. Des aménagements fluviaux comme la liaison Rhin-Rhône sont aussi au programme, de même que la construction de réservoirs de stockage des eaux et la modernisation des réseaux d'adduction d'eau, à présent centenaires. « Avec les récents problèmes de sécheresse, l'urgence de ces travaux ne fait plus aucun doute » explique-t-on à la Fédération nationale des travaux publics.

La situation du bâtiment est-elle aussi encourageante ? Apparemment non, puisque la prévision de croissance sera quasi nulle en 1991. On est bien loin des 4,5 % enregistrés en 1988 ! 330 000 logements ont ainsi été mis en chantier en 1989 contre à peine 300 000 à la fin de cette année. Souvent surendettée, la clientèle de l'habitat individuel est aujourd'hui moins solvable. Heureusement, la construction de logement collectif reste stable et le secteur entretien et réhabilitation progresse. Progression confirmée par l'essor des petits constructeurs bâtissant une quinzaine de maisons « sur mesure » par an. « Les investissements des entreprises compensent en partie l'effondrement du logement social » constate-t-on à la Fédération nationale du bâtiment. Un exemple des nouveaux marchés qui prennent la relève : le pôle européen de Massy Palaiseau et ses 700 000 m² de logements, bureaux et équipements publics.

Malgré ces perspectives encourageantes, nul ne conteste le récent ralentissement de l'activité du B-TP (bâtiment et travaux publics). Celui-ci s'est soldé par une forte réduction de la création d'emplois et du recours à la sous-traitance et à l'intérim. Alors que plus d'un tiers du chiffre d'affaire global du bâtiment a été réalisé en Ile-de-France et dans la région Rhône-Alpes en 1988 (389 milliards de francs/Bipe), l'Ouest, la Basse Normandie, le Nord-Pas-de-Calais, la Lorraine, la Provence, la Côte d'Azur et la Corse connaissent de sérieux problèmes. L'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) estime que ces régions devraient perdre environ 10 000 emplois d'ici à 1992, ce qui ne ferait qu'accroître les disparités régionales...

Comme dans les autres branches de l'économie, les effectifs les moins qualifiés sont les plus durement touchés. Ceux de l'encadrement devraient en revanche croître très sensiblement dans les quatre prochaines années : l'INSEE prévoit l'embauche de 15 000 cadres, affectés en grande majorité à la production (60 %) et au domaine commercial (13 %). Dans certaines grosses entreprises, la croissance du recrutement à cet échelon dépasserait ainsi les 25 % par an ! Parmi eux, on comptera de nombreux citoyens de la CEE — phénomène nouveau qui témoigne de la volonté des grands groupes de B-TP français de s'implanter à l'étranger. Leur méthode : racheter des entreprises (espagnoles, italiennes, portugaises ou anglaises) et recruter sur place de jeunes ingénieurs qu'ils forment ensuite à "l'esprit maison" avant de leur confier un poste dans cette dernière.

Une pratique apparemment moins courante chez nos voisins européens... Est-ce à dire que les entreprises ne trouvent pas en France les profils dont elles ont besoin ? Difficile d'être aussi catégorique,

**On recherche
cadres
polyvalents**

LES PROJETS FOUS

Pour remédier à leur manque de place chronique, certains villes asiatiques envisagent des solutions dignes de romans d'anticipation. A proximité de Hong-Kong, il ne s'agit pas moins que de construire un aéroport entier sur une surface gagnée sur la mer. Situé à l'écart de la ville, ce projet aurait ainsi plus d'un avantage, notamment sur le plan de la sécurité et des nuisances. S'il donne pleinement satisfaction, il pourrait même être suivi par la construction de villes flottantes.

Devant le prix du m² devenu exorbitant au centre de Tokyo (de 30 000 à

1,5 million de francs !) des architectes très sérieux ont imaginé des immeubles de 80 m de haut sur 60 de diamètre, enterrés à 50 mètres en dessous de la surface du sol. Un bon moyen de se garantir contre d'éventuels tremblements de terre ! Mais la palme de la démesure revient incontestablement au projet de tour d'un kilomètre de haut. Formée de quatorze mini-villes circulaires entourant une plate-forme d'espaces verts, la tour mesurerait 400 mètres de diamètre à sa base. Elle devrait pouvoir accueillir 35 000 habitants et 130 000 employés de bureau.

car les cadres dotés d'une solide expérience et d'un fort potentiel existent bel et bien. « Notre problème est d'attirer et de retenir les ingénieurs de production. Comme dans d'autres secteurs, ces hommes de terrain sont souvent tentés par les perspectives offertes dans le domaine des montages financiers... » observe la Fédération nationale des travaux publics (FNTP). Malgré les 6 500 cadres embauchés l'an passé, toutes catégories et âges confondus, il y a une véritable pénurie de « cols blancs » de 30 à 40 ans ! Rien d'étonnant à ce que les cadres expérimentés en poste soient sollicités quotidiennement par des entreprises concurrentes...

Analysée aujourd'hui, cette pénurie résulte à la fois de la mauvaise image du B-TP (salaires et conditions de travail) et des vieilles habitudes en matière de recrutement...

De 1977 à 1987 ce dernier a été insuffisant pour compenser les départs en retraite ou vers d'autres horizons (maîtrise d'œuvre ou d'ouvrage) des cadres expérimentés. Par ailleurs, il s'est longtemps effectué dans le secteur ou par le biais de la promotion interne (selon des critères eux aussi très proches de ceux du recrutement). Une situation en grande partie due à la difficulté — bien moindre pour un administratif que pour un technicien — de passer de l'industrie au B-TP ; difficulté causée par la diversité et la spécificité

des postes. Une fonction générique technique peut recouvrir des réalités différentes d'une entreprise à l'autre. Ainsi un conducteur de travaux recruté à bac + 2 sera aussi bien chargé du contrôle et du suivi de la production (maîtrise d'œuvre) que de la gestion de cette dernière tout en assumant des fonctions de commandement sur le terrain...

Le vieillissement de l'encadrement rend nécessaire l'application de mesures d'urgence : « Nous mettons l'accent sur la formation continue, mais notre principale priorité est d'embaucher des jeunes ayant une bonne formation initiale » rappelle la Fédération nationale

du bâtiment (FNB). Cibles d'une politique de communication dynamique (forums entreprises, journées jeunes, campagnes d'image...), les moins de 25 ans de formation supérieure — recrutés majoritairement au niveau bac + 2 — dédaignent un peu moins le B-TP. Sans doute les titulaires de BTS et DUT sont-ils sensibles aux possibilités de promotion interne (au grade d'ingénieur maison) et aux points forts de cette filière... De l'aveu des jeunes diplômés, richesse des contacts humains, diversité des tâches, suivi d'un projet de la conception à l'achèvement feraient également partie des « valeurs sûres » propres à les motiver.

« A quelque échelon que ce soit, un professionnel qualifié sera toujours bien accueilli » affirme-t-on à la FNB. Et la FNTP de renchérir : « Une indemnité

LES BONNES ADRESSES

- La Fédération nationale du bâtiment possède un service d'information sur les carrières et les formations. Plus généralement, la profession dispose d'une centaine de centres et instituts de recherches appliquées répartis sur tout le territoire. Elle participe également à la mise en place de formations supérieures.

FNB, 33 av. Kléber, 75016 Paris, tél. : (1) 40 69 51 00.

- En collaboration avec le ministère du Travail et le Conservatoire national des arts et métiers, la Fédération nationale des travaux publics a décidé de mettre en place une nouvelle filière de formation d'ingénieurs de chantiers dès 1991. L'objectif visé est de réussir à former plusieurs centaines de jeunes ingénieurs chaque année afin de remédier à la pénurie actuelle.

FNTP, 3 rue de Berri, 75008 Paris, tél. : (1) 45 63 11 44.

CNAM, 292 rue St-Martin, 75141 Paris Cedex 03, tél. : (1) 40 27 20 00.

- La Fédération parisienne du bâtiment et des activités annexes regroupe les unions de Paris, des Hauts-de-Seine, de la Seine-St-Denis et du Val-de-Marne. Au service des adhérents des chambres syndicales, elle sert aussi de porte parole pour l'ensemble des professions du bâtiment.

FPBAA, 10 rue du Débarcadère, 75852 Paris Cedex 17, tél. : (1) 40 55 10 00.

- Groupement professionnel paritaire pour la formation continue dans les industries du bâtiment et des travaux publics : fonds d'assurance formation du secteur, le GFC-BTP définit et met en pratique la politique de formation continue de la profession en liaison

de chômage est versée aux salariés en cas d'intempéries. Quant à la sécurité sur les chantiers, elle est surveillée de près par nos clients, les entreprises parapubliques. » De quoi en finir une bonne fois pour toutes avec l'image négative d'un secteur où précarité d'emploi rimait avec insécurité du travail !

La formation initiale mise à part, les jeunes diplômés sont surtout jugés d'après leur capacité à exercer réellement la fonction choisie. C'est donc souvent l'expérience du terrain acquise au moyen des stages effectués en cours d'études qui départage les candidats. Entre autres qualités, ils doivent également faire preuve d'autonomie, d'initiative, de rapidité dans la prise de décisions et évidemment de débrouillardise face à certains terrains d'application comme l'Europe de l'Est par exemple. Une fois encore, la polyvalence est de plus en plus appréciée. La mobilité compte toujours mais elle est un peu moins déterminante aujourd'hui : l'expatriation se limite le plus souvent aujourd'hui aux pays limitrophes et n'excède guère les 3 ou 4 ans. Comme dans le cas des "seniors", les connaissances complémentaires (gestion, informatique...) prennent une importance de plus en plus forte.

Hormis les (rares) débouchés offerts par la fonction publique, le Centre d'information et de documentation pour la jeunesse (CIDJ) fait observer que certains métiers sont en perte de vitesse, notamment celui d'architecte et de dessinateur. En revanche, d'autres fonctions font l'objet d'une sérieuse demande. Il s'agit entre autres des hommes d'études de prix ou "mètres". Chargés de chiffrer les coûts prévisionnels des travaux et de répondre aux appels d'offres, ces technico-commerciaux sont le plus souvent des professionnels expérimentés, immédiatement

opérationnels. Par ailleurs, ils doivent avoir la plume (ou le clavier) facile, ne pas rechigner devant l'analyse de textes techniques ou législatifs, être précis, organisés et enfin, avoir le goût des contacts... A cette fonction correspondent plusieurs statuts : salarié (d'une entreprise) indépendant (rattaché à un cabinet) ou encore fonctionnaire. Selon le bagage du candidat, la profession de mètreur s'exerce à différents niveaux : CAP, BEP, bac professionnel, BT, BTS, diplôme national d'arts et techniques (DNAT) ou ingénieur d'estimation. Les mètreurs spécialisés (en menuiserie ou charpente) sont plus demandés que les "tous corps d'état". Plutôt par manque de volontaires que par blocage des mentalités, ce type de fonction est pour l'instant assez peu ouvert aux femmes...

Le rôle des ingénieurs, plus particulièrement, connaît une importance croissante en raison de la complexité grandissante des constructions. Recrutés à bac + 5, ils représentent ainsi 4 embauches sur 5 de cadres débutants et se voient proposer trois types de débuts de carrière : chantier (ingénieur de travaux avec un ou deux ans d'expérience), technico-commercial ou bureau d'étude. Ils sont un bon millier à être embauchés chaque année, mais les spécialistes estiment qu'ils devraient être deux fois plus nombreux pour compenser le manque de cadres. Les cadres de plus de 5 ans d'ancienneté représentent pour leur part la moitié des embauches.

Là aussi, la polyvalence est particulièrement appréciée, en marge des exigences traditionnelles (responsabilité d'un projet sur le plan technique et suivi de la réalisation étape par étape). Ainsi, il n'est pas rare qu'un directeur de travaux ayant la responsabilité de plusieurs chantiers doive, en plus, assumer

(suite du texte page 158)

avec 25 associations régionales de formation continue qui, elles, sont chargées de la mise en œuvre.

GFC-BTP : 6 rue Beaubourg, 75004 Paris, tél. : 42 71 25 01.

- Les Instituts nationaux des sciences appliquées recrutent au niveau Bac. Elles préparent à des spécialisations en génie civil et urbanisme : mastères d'informatique technique et CAO en bâtiment, aménagement et génie urbain.

INSA Toulouse, 156 av. de Rangueil, 31077 Toulouse Cedex.

INSA Rennes : 20 av. des Buttes de Coësmes, 35043 Rennes Cedex.

INSA Villeurbanne, 20 av. Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex.

- Des universités comme Lyon I forment à des MST en science des matériaux ; Metz, Paris IV et Toulouse III : technologie de construction ; Nantes :

travaux publics et maritimes. Paris XI propose un DESS de science et génie des matériaux et Toulouse, un DEA de génie civil.

- Le Groupement d'enseignement technique du bâtiment (Ecole des métiers) prépare des BT F4, BT Encadrement de chantier et Génie civil, BTS, dont celui d'adjoint technique d'entreprise du bâtiment.

15 rue St-Lambert, 75015 Paris, tél. : (1) 45 54 92 32.

- L'Ecole supérieure des arts appliqués Boule prépare au BT de Construction et aménagement d'ensembles (structure, agencement, menuiserie). Ecole Boule, 9 rue Pierre Bourdan, 75012 Paris, tél. : (1) 43 46 67 34.

- L'Association pour la formation professionnelle des adultes (AFPA) organise des stages en vue d'exercer certaines professions (technicien

mètreur...). Des cours de préparation à l'examen peuvent être suivis au Centre FPA de Colmar, service cours par correspondance, 1 rue de l'Industrie, 68000 Colmar, tél. : (16) 89 23 54 11.

Les adresses des centres AFPA vous seront communiquées par les antennes locales de l'ANPE.

- L'Ecole nationale des Ponts et chaussées (modules génie civil et bâtiment), 28 rue des Saints-Pères, 75007 Paris, tél. : (1) 42 60 34 13.

- L'Ecole spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie : 57 Bd St-Germain, 75240 Paris Cedex 05, tél. : (1) 46 34 21 99.

Consultez aussi les nombreuses fiches "métiers du bâtiment et travaux publics" du CIDJ, 101 Quai Branly, 75740 Paris Cedex 15, tél. : (1) 45 67 35 85.

Un moteur à cellules solaires

PHYSIQUE AMUSANTE

*En 1820, André Ampère venait
de fabriquer le premier moteur électrique ;
or il déclara le lendemain
à un ami qui venait admirer l'invention :
"Cet engin n'est qu'une pièce de laboratoire ;
le moteur électrique n'a pas d'avenir..."*

Pour un physicien de sa classe, c'était une condamnation un peu rapide, et pourtant parfaitement juste : le moteur qu'il avait construit fonctionnait comme une machine à vapeur, avec une bielle et un vilebrequin.

Seule différence, le piston était fait d'une tige de fer doux allant et venant à l'intérieur d'un électroaimant. Mais tous les inconvénients des machines alternatives subsistaient, en particulier l'inertie des pièces mobiles qui passent leur temps à accélérer et à s'arrêter. Et, bien entendu, la force de l'électroaimant était bien loin de celle de la vapeur dont la formidable pression masquait la perte d'énergie due aux incessants aller et retour des bielles et des pistons.

En fait, Ampère s'était heurté au difficile problème que posait la conversion d'une force attractive ou répulsive en mouvement continu. Au point de départ, il y a ce processus connu qu'un aimant peut attirer une pièce de fer ou de nickel ; le magnétisme peut donc fournir du travail. Le seul ennui, c'est que ce travail est effectué

quand le morceau de fer est collé à l'aimant. Et pour décoller le fer de l'aimant, il faut restituer exactement la même quantité de travail : le bilan énergétique est nul ; s'il ne l'était pas, le mouvement perpétuel serait possible.

Avec un électroaimant, c'est à dire un bobinage parcouru par un courant, les choses se passent différemment : quand on met le courant, le bobinage se comporte comme un aimant et attire donc une pièce de fer. Mais dès qu'on coupe le courant, le champ magnétique disparaît et la pièce retombe ; on rétablit le contact, le fer remonte, et on peut poursuivre le processus indéfiniment. Cette fois on a créé un mouvement alternatif, l'énergie nécessaire à l'entretien de ce mouvement étant évidemment apportée par l'électricité qui alimente la bobine.

C'est ce mouvement alternatif qu'Ampère avait converti en mouvement circulaire avec une bielle et une manivelle. Il était assez facile de lier un interrupteur à la bielle pour que le contact soit coupé dès que le fer était complètement ren-

tré à l'intérieur du bobinage, puis rétabli quand il était entièrement ressorti grâce à l'inertie du volant moteur.

Comme nous l'avons dit, on retrouvait là tous les inconvénients propres aux moteurs à pistons, d'où la très juste prophétie d'Ampère : ce type de moteur est resté une curiosité de laboratoire, bien que le principe continue à être utilisé pour certaines commandes de dispositifs électromécaniques qui réclament des mouvements linéaires dans un sens puis dans l'autre.

Pour exploiter efficacement les forces magnétiques, qui sont attractives ou répulsives, il faut envoyer dans le bobinage un courant alterné. En effet, avec un courant continu, on aura une force qui sera seulement attractive ou seulement répulsive. Dans le premier cas, le travail qu'on peut en tirer cessera quand les deux pièces qui s'attirent seront en contact puisqu'il n'y aura plus de mouvement possible. Dans le second, comme la force répulsive diminue avec le carré de la distance, le travail récupérable devient égal, puis inférieur aux inévitables forces de frottement, dès que la distance excède quelques cm. Il faut donc obligatoirement alterner attractions et répulsions pour en tirer un travail continu.

L'idée de génie, et on la doit au Belge Zénobe Gramme à qui elle vint en 1871 alors qu'il dégustait un cornet de frites à la moutarde dans un bas quartier d'Anvers, ce fut de faire se succéder attractions et répulsions non plus en ligne droite comme un piston, mais en rond sur un rotor. Le bobinage est monté au bout d'une tige perpendiculaire à un axe, et il tourne à la poursuite des pôles d'un aimant qui encadre le tout.

Tel est du moins le principe schématique auquel il manque le principal : le commutateur, qu'avait justement découvert Gramme en inventant la dynamo génératrice de courant — or une dynamo devient moteur si on lui envoie du courant. En effet, un bobinage mis au bout d'une tige va bien faire tourner l'axe pour se rapprocher (ou s'éloigner) d'un pôle de l'aimant, mais il va s'arrêter dès qu'il sera en face (ou trop loin).

C'est là qu'intervient le collecteur. Ce dernier est fait de deux ou plusieurs lames conductrices mon-

tées autour de l'axe ; des balais frottent sur ces lames et envoient le courant dans le bobinage. Mais quand l'axe tourne, les lames se déplacent aussi et vient le moment où elles ne sont plus en contact avec les balais : le courant est alors interrompu.

On a ainsi un interrupteur-inverseur automatiquement synchronisé avec la rotation de l'axe. En choisissant le nombre de lames et l'ordre des liaisons entre collecteur et bobinage (en pratique il y en a toujours au moins deux) on peut faire en sorte que le courant circule dans un sens quand la bobine s'approche d'un pôle et dans l'autre quand elle s'éloigne, avec une coupure quand elle est juste en face.

On exploite ainsi la force attractive, puis répulsive quand le courant est inversé, et le mouvement circulaire se trouve entretenu tant qu'on apporte à la machine de l'énergie électrique. Ce type de moteur, dit à courant continu, est maintenant d'usage universel. Il faut toutefois noter que ce courant continu est immédiatement transformé en courant alterné par le collecteur et les balais car, nous l'avons vu, le moteur ne peut tourner que si les champs magnétiques engendrés par le courant changent périodiquement de sens.

La suite logique consistait à se débarrasser du collecteur et des balais en alimentant directement le moteur en courant alternatif, ce qui donna les moteurs synchrones et asynchrones. Aujourd'hui, la plupart des moteurs alimentés à partir du réseau alternatif de l'E.D.F. appartiennent à ce type.

On peut enfin essayer une voie complètement originale, ce que nous allons faire, en intégrant l'alimentation au rotor lui-même et en s'arrangeant pour que le courant produit soit alterné et en phase avec la rotation. On réunit donc en un seul montage la source de courant, un commutateur qui le transforme en alternatif et le moteur lui-même.

Pour ce faire, il suffira de deux aimants, de deux cellules solaires et d'un bobinage : la solution est donc simple. Elle l'est d'autant plus que nous profiterons simultanément de deux caractéristiques des photocellules : d'une part elles donnent du courant continu en

présence de lumière, et d'autre part, si on leur envoie du courant, elles ne le laissent passer que dans un sens. Cette propriété d'agir en diode va permettre d'avoir d'emblée un courant alterné.

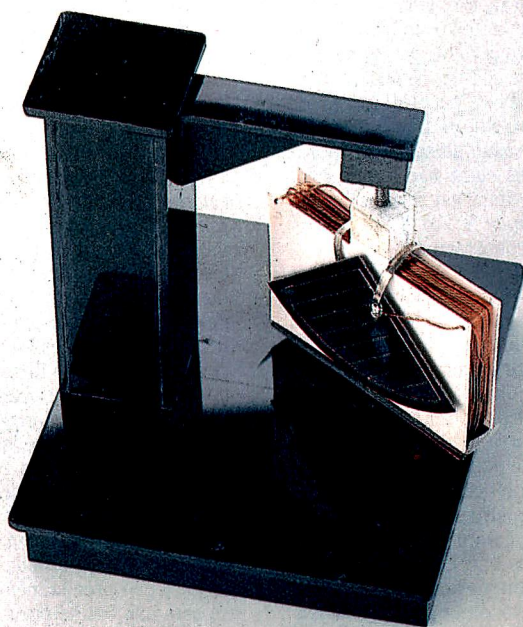
En effet, une cellule recevant de la lumière débite du courant ; dans l'ombre elle n'en donne pas, et on peut la faire traverser par un courant, mais dans un sens seulement ; dans l'autre elle se comporte comme un isolant. Sachant cela, il suffit de disposer deux cellules dos à dos en reliant les (+) aux (-) pour avoir un montage qui, si on le fait tourner devant une source lumineuse, donnera un courant alternatif dont la fréquence est celle de la rotation.

Ce montage en court-circuit est absolument prohibé s'il s'agit de sources de courant continu comme des piles ou des accus. Il est possible ici, car si la cellule éclairée joue le rôle de pile, celle qui est dans l'ombre et ne donne rien ne laisse pas non plus passer le courant puisqu'il arrive dans le mauvais sens. Le même phénomène se reproduit quand les rôles

sont inversés, c'est-à-dire quand l'ensemble des deux cellules dos à dos a tourné d'un demi tour.

On monte ensuite un bobinage autour des cellules. Ce dernier engendre un champ magnétique dès que le courant venant d'une cellule y circule. Enfin, on met un aimant à proximité de l'ensemble monté sur un axe, et on expose le tout perpendiculairement à la lumière. Un courant circule, le champ du bobinage réagit avec celui de l'aimant pour s'aligner avec lui. Cette force fait tourner l'ensemble bobine-cellules jusqu'à ce que celui-ci se trouve parallèle aux rayons lumineux.

Aucune des deux cellules n'étant plus directement exposée, aucun courant ne circule et le champ induit disparaît : l'ensemble continue à tourner sur sa lancée et la cellule qui était derrière, dans l'ombre, vient à la lumière. Le courant revient, mais en sens inverse et la réaction des champs magnétiques relance la rotation dans le même sens. Le processus se reproduit indéfiniment tant qu'il y a de la lumière.



Nous avons donc réalisé un moteur qui tourne de plus en plus vite et atteindrait des vitesses vertigineuses si la force motrice (bien modeste vu la faible intensité débitée par une cellule) n'était pas bien vite équilibrée par les forces de frottement. Notons que la fréquence du courant alterné débité par les cellules étant liée à leur rotation, ce moteur est autosynchrone (voir *Science & Vie* n° 762, 765 et 788) par construction.

Par contre il a l'inconvénient de ne pas toujours démarrer seul : si les cellules sont au départ parallèles à la lumière, aucun courant n'est débité et rien ne se passe ; il faut que l'une des deux soit éclairée de face pour que l'engin démarre. On pourrait obtenir le démarrage en toute position à condition de mettre trois cellules en triangle, mais la construction devient beaucoup plus complexe.

Ajoutons que ce modèle de démonstration ne saurait, en l'état, devenir un moteur puissant et pratique car le couple qu'il délivre est très faible. Ce dernier inconvénient nous a d'ailleurs conduit à choisir, afin de limiter les frottements au maximum, une suspension magnétique suggérée par l'un de nos lecteurs, M. R. Coussinet.

Le matériel à réunir pour la construction ne comporte qu'un élément un peu particulier, à savoir les cellules solaires. Le reste se trouve assez facilement, et de toute manière les adresses sont notées dans la liste suivante des composants :

- cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast, colles cyanocrilate et néoprène ; trichloréthylène.
- Crayon, gomme, papier abrasif ; polystyrène choc de 1 et 2 mm d'épaisseur : en vente, directement ou par correspondance, chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar Quinet, 75014 Paris ou chez Pierron, B.P. 609, 57206 Sarreguemines.
- 1 aimant ferrite Arelec de 9 x 12 x 13 mm.
- 2 aimants ferrite Arelec type couronne, diamètre extérieur 45, intérieur 22, épaisseur 10,5 mm (Arelec, 71 Bd de Reuilly, 75012 Paris).
- tige filetée acier de 3 mm ; longueur 15 mm.
- fil de cuivre émaillé 4/10 mm, 10 mètres.
- les 6 cellules "croissant" sont

disponibles chez Ecosolaire, 19 rue Pavée, 75004 Paris, qui les expédiera franco à tout lecteur qui en fera la demande en joignant un chèque de 80 F.

On commence la construction par la bobine ; celle-ci est constituée de deux joues en polystyrène de 1 mm d'épaisseur dont les cotes sont données *figure 1* et d'entretoises — *figures 2* et *3*. Ces entretoises, en polystyrène de 2 mm d'épaisseur, seront disposées et collées en laissant un débord de 3 mm destiné à recevoir l'enroulement de fil. Le bloc parallélépipédique formé par les pièces D1 à D4 servira à recevoir la tige filetée en acier. On ne le collera en place qu'après avoir terminé le bobinage.

En ce qui concerne les photopiles, nous avons essayé ce montage avec deux modèles en silicium monocristallin : soit deux quarts de cellules de rayon 38 mm — si l'on dispose de photopiles brisées ayant à peu près la même surface, ce sera une bonne occasion de les utiliser — soit deux fois trois cellules "croissant" montées en parallèle et débitant un courant équivalent aux quarts de cellules.

La *figure 4* montre comment les cellules seront disposées sur les flancs de la bobine. Elles seront reliées par un conducteur soudé. Il faut se rappeler que la face active de la cellule (bleuée) constitue l'électrode négative. Le verso, étamé, est l'électrode positive.

On utilisera, de préférence à un fil ordinaire, une languette découpée dans un petit morceau de cuivre de faible épaisseur. Notons au passage que le silicium a la fragilité du verre. En conséquence, on évitera en soudant d'appuyer trop fort ou en porte à faux. Le montage des trois croissants, en parallèle, se fera comme indiqué *figure 4*, aussi régulièrement que possible et d'une manière identique sur les deux faces.

Avant de les fixer sur les joues, à l'aide de deux petits morceaux d'adhésif-mousse double face, il va falloir bobiner soixante spires en fil émaillé de 0,4 mm. Deux petits trous percés avec une aiguille chauffée, en haut à droite et à gauche de chaque joue, permettront d'arrêter le fil. Il est important que le bobinage soit effectué le plus régulièrement possible.

Une fois terminé, on coupera les

deux extrémités à une longueur d'environ 30 mm. Les extrémités seront ensuite soigneusement dénudées au papier abrasif.

La *figure 7* montre et détaille le câblage (très simple) proprement dit. On veillera à bien le respecter, faute de quoi le système ne fonctionnerait pas. On commencera par relier, si possible avec une languette de cuivre de faible épaisseur, le (+) de la cellule (ou groupe de cellules) 1 au (-) de la cellule (ou groupe de cellules) 2 et le (+) de la 2 au (-) de la 1.

On fera cela en mettant les cellules à leur emplacement, afin que les liaisons soient justes suffisantes pour permettre leur fixation symétrique (adhésif mousse double face épais) sur les joues de la bobine. Il ne restera plus alors qu'à souder les deux fils en provenance de la bobine au deux (+) des deux photopiles.

On formera un bloc avec les pièces D1 à D4 qui seront collées superposées, et maintenues au moins quatre heures dans un étai ou un serre-joint.

Ce bloc sera percé en son centre d'un trou de 3 mm de diamètre. Celui-ci est destiné à recevoir un morceau de tige filetée de même diamètre et long de 15 mm dont l'une des extrémités aura été formée en cône pointu par limage. C'est ce pivot, collé (cyanocrylate) dans le bloc, qui servira ensuite d'axe suspendu par l'attraction de l'aimant (*figure 7*).

Cet aimant ferrite (9 x 12 x 13 mm) sera muni d'une cuvette de faible profondeur, faite avec une mèche de 5 mm montée dans une perceuse. Il faut faire attention, car la ferrite est une sorte de céramique très fragile. On veillera donc à travailler par usure avec le foret, en appuyant légèrement, plutôt que de chercher à percer vraiment. Heureusement, la cuvette est surtout destinée à centrer le pivot : une profondeur d'un demi-millimètre suffira.

Ce bloc équipé de son pivot sera maintenu en place (*figure 7*) par un petit morceau de ruban adhésif : son collage définitif ne sera effectué qu'après les essais.

On passe ensuite à la construction du support — *figure 8*. Celui-ci est constitué du socle (pièces D, E1, E2, F1, F2), de la colonne (pièces G1, G2, H1, H2 et I), de la po-

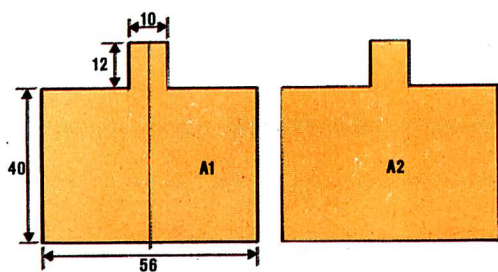


Figure 1. Les flancs du bobinage
(en PS de 1 mm d'épaisseur).

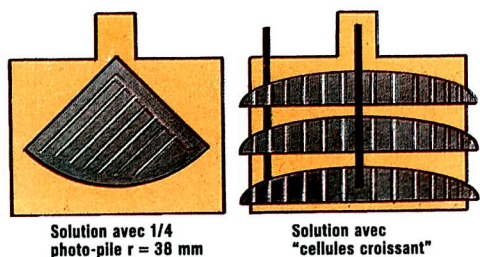
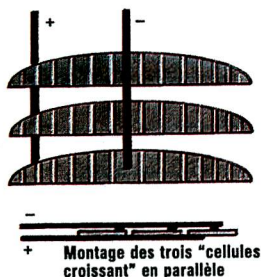


Figure 4. Les photos-piles.



Tige filetée en acier
 $d = 3 \text{ mm}$, $L = 15 \text{ mm}$

Bloc formé par
les pièces D1 à D4

Bobiner 60 spires
avec du fil
émailé 4/10.

(sens d'enroulement indifférent)

Maintenir provisoirement
avec un morceau
de ruban adhésif

Figure 6. Confection du bobinage.

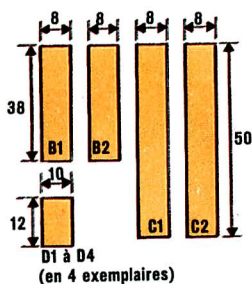


Figure 2. Les joues du
bobinage et le support
de la suspension
(en PS de 2 mm
d'épaisseur).

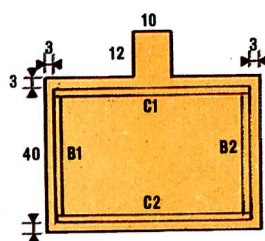


Figure 3. Vue du bobinage en plan et élévation.

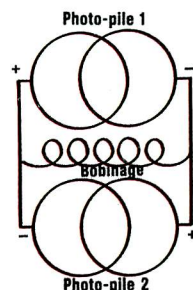
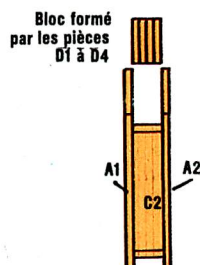


Figure 5.
Le câblage
anti-parallèle.

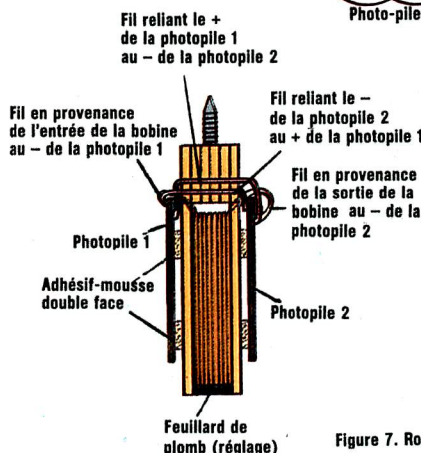


Figure 7. Rotor terminé.

Aimant ferrite ARELEC

13*9*12

Cuvette
(voir texte)

tence (pièces J et K) et de deux aimants ferrite Arelec (diamètre extérieur 45, intérieur 22, épaisseur 10,5 mm).

Après avoir découpé toutes les pièces, on confectionnera le socle

et on collera les deux aimants couronne (colle néoprène) en inversant leurs polarités — figure 9. L'un doit présenter vers le haut son pôle nord, l'autre son pôle sud. Inutile de se préoccuper de leur pola-

rité réelle ; il suffit qu'elles soient inversées.

Après avoir assemblé la colonne et son chapiteau, on la collera en place à son emplacement comme indiqué figure 8. La potence, avec

Emplacement de collage de la colonne

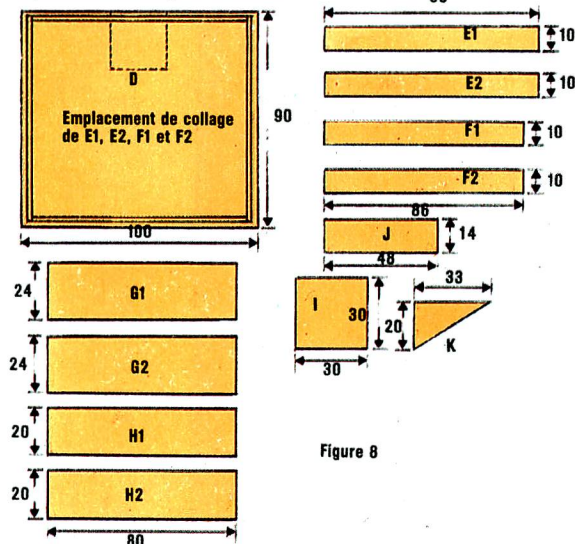


Figure 8

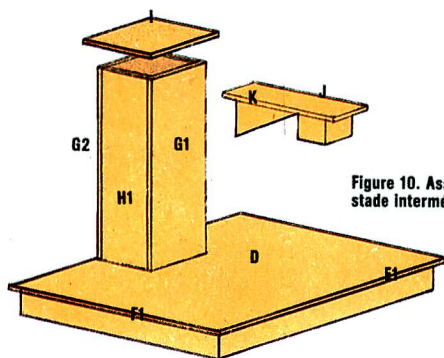


Figure 10. Assemblage stade Intermédiaire.

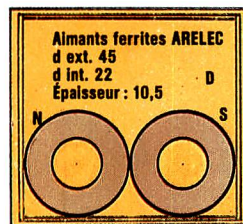


Figure 9. Disposition des aimants. (vue de dessous)

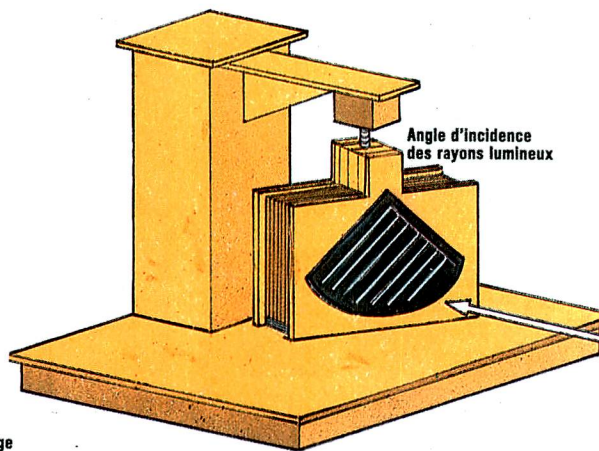


Figure 11. Vue générale.

son équerre et son aimant ferrite Arelec 9 x 12 x 13 mm (collé au néoprène), sera provisoirement collée (figure 10) par deux ou trois points de colle de telle façon que le rotor puisse facilement tourner.

On disposera ensuite le moteur devant une source lumineuse (lampe de 100 watts placée à une vingtaine de centimètres). Pour qu'il fonctionne, il faut que les rayons lumineux l'éclairent de face, c'est-à-dire qu'ils tombent perpendiculairement sur l'une des deux cellules.

Une petite impulsion sur le rotor, donnée dans le bon sens, suffira à le mettre en rotation; sinon, il suffira de l'inverser.

Il est à peu près certain que le rotor, tel que nous l'avons cons-

truit, recèlera un balourd qui le fera osciller sur son axe de rotation et provoquera un frottement sur le socle. Pour y remédier, on l'alourdira en disposant un petit morceau de plomb ou d'étain récupéré sur le bouchage d'une (bonne) bouteille de vin.

Si cela ne suffisait pas, il faudrait munir le rotor d'un second axe placé dans le prolongement du premier; une épingle, traversant un petit carré en polystyrène collé entre les joues de la bobine, fera l'affaire. Ce second axe viendra passer dans un trou percé dans le socle. Ce trou doit être à l'aplomb exact de la cuvette forée dans l'aimant de suspension, sinon la rotation serait gênée.

Les réglages terminés, il ne restera plus qu'à coller définitivement la po-

tence et à disposer le moteur à cellules au soleil. En tournant à longueur de journée, il montrera la transformation directe de la lumière en mouvement et mettra ainsi en évidence l'effet photo-électrique qui valut, en 1921, le prix Nobel à Einstein.

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier

RAPPEL

Les expériences les plus marquantes et les plus importantes de cette rubrique ont été regroupées dans l'ouvrage *la Physique amusante*. En vente à *Science & Vie*, 1 rue du Colonel Pierre-Avia, 75015 Paris. Prix : 75 F (85 F par envoi direct).

Le ciel en 1991

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Traditionnellement, c'est au 1er janvier qu'on prend de bonnes résolutions. Pour l'astronome amateur, ce peut être celle d'observer encore plus assidûment les merveilles que le ciel réserve et que nous présentons chaque mois dans ces colonnes. Alors, justement, quels sont les grands rendez-vous astronomiques de 1991 ?

Les éclipses. La Lune, le Soleil et la Terre vont produire cette année six éclipses, quatre de Lune et deux de Soleil. En France métropolitaine, seule l'éclipse de Lune par la pénombre du 30 janvier sera observable. Les autres seront visibles aux dates suivantes et depuis les zones indiquées :

Les 15 et 16 janvier, éclipse annulaire de Soleil de 20 h 51 TU le 15 jusqu'à 2 h 55 TU le 16. La phase annulaire maximale durera 7 mn

55 s. Elle sera visible du sud-ouest de l'Australie, de Tasmanie ou de Nouvelle-Zélande.

Le 27 juin, éclipse partielle de Lune par la pénombre. Début de l'éclipse à 1 h 46 TU, maximum à 3 h 14 TU et fin à 4 h 43 TU. Il faudra se trouver en Afrique de l'Ouest ou du Sud, au Portugal, au sud de l'Espagne, sur l'océan Atlantique ou en Amérique du Sud pour avoir une chance d'apercevoir le bord lunaire faiblement assombri par la pénombre.

Le 26 juillet, éclipse de Lune par la pénombre difficile à voir, même pour ceux qui seront bien placés, en Asie ou en Afrique de l'Est. L'éclipse se déroulera de 16 h 47 TU à 19 h 27 TU.

Mention spéciale pour l'éclipse totale de Soleil du 11 juillet, visible depuis Hawaï, le Mexique et l'Amé-

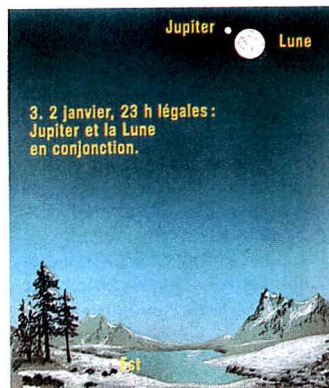
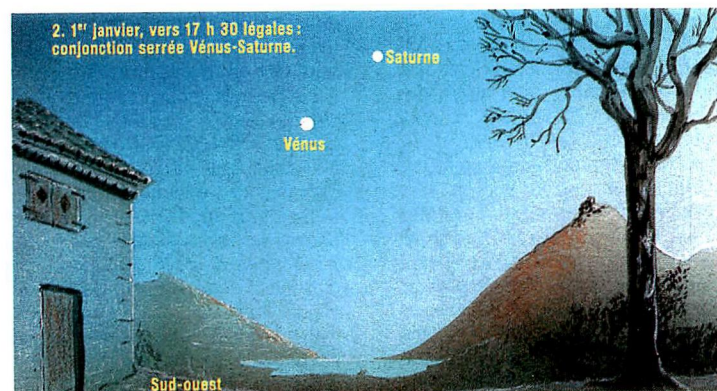
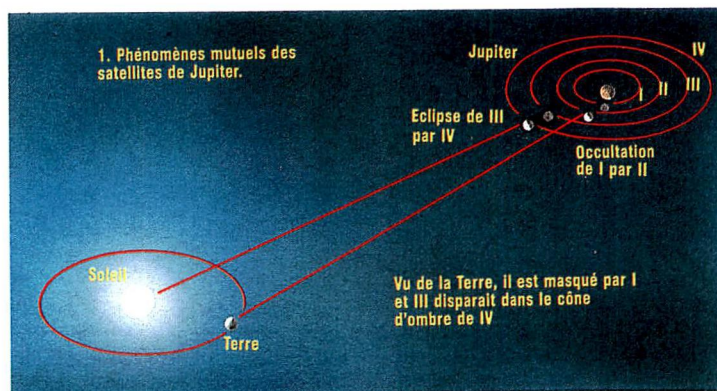
rique centrale. Sa durée maximum de 6 mn 55 s en fait l'une des plus longues de ce siècle et, en tout état de cause, peu de chances pour quiconque d'observer une éclipse totale de Soleil de durée supérieure : il faudra attendre pour cela 2150. Un spectacle fantastique qui mérite un effort pour aller l'observer.

Enfin, le 21 décembre, très faible éclipse de Lune par la pénombre, si faible qu'elle ne sera pratiquement pas discernable.

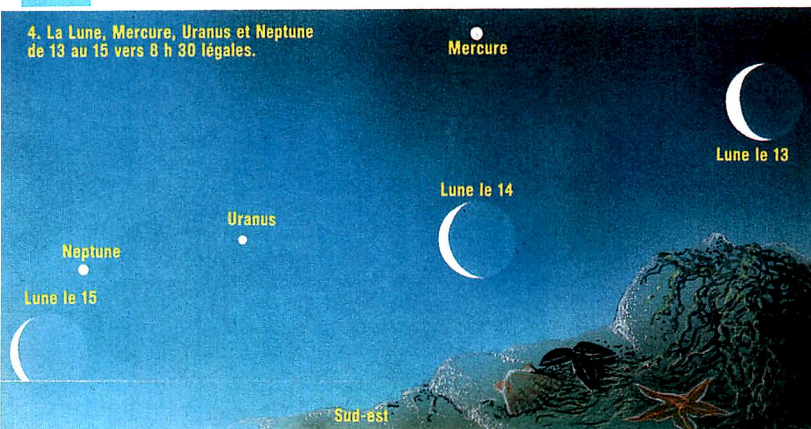
La Lune. L'observation du relief lunaire offre toujours des heures de découvertes passionnantes. Il n'est pas inutile de rappeler que les meilleures conditions d'observation sont atteintes lorsqu'un astre est au plus haut dans le ciel ; ce qui est le cas quand sa déclinaison est maximale. En 1991, cela se produira pour le premier quartier en février, mars et avril, pour les fins croissants du matin en avril, mai et juin et pour ceux du soir en juillet et en août. Les dernier quartiers les mieux "placés" auront lieu en septembre et octobre. Quant à la pleine lune, elle trônera haut dans le ciel en janvier, novembre et décembre.

Parmi les occultations, on remarquera celle de l'amas des Pléiades dans la soirée du 21 février puis, le 4 avril, celle, très belle, d'Antares, de magnitude 1,1, par une Lune gibbeuse à quelques jours du dernier quartier. Notons également l'occultation de Saturne le 12 mars, de Mars le 22 du même mois et de Mercure le 11 août. Ces occultations auront lieu en plein jour en France et seront donc difficiles à suivre, mais nos lecteurs lointains auront plus de chance !

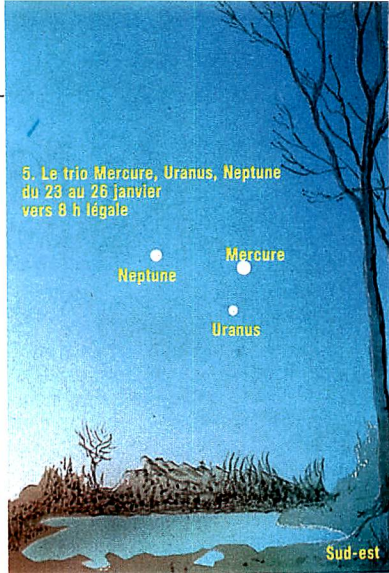
Les planètes. Mercure est la pla-



4. La Lune, Mercure, Uranus et Neptune de 13 au 15 vers 8 h 30 légales.



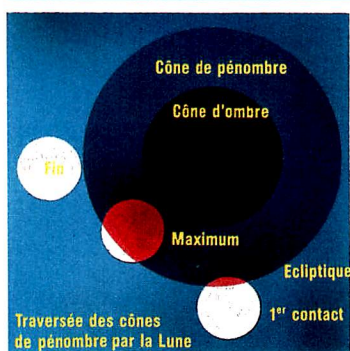
5. Le trio Mercure, Uranus, Neptune du 23 au 26 janvier vers 8 h légale



nète la plus proche du Soleil, ce qui la rend difficile à observer. Pour la repérer plus facilement, il faut opérer les jours où elle s'en écarte au maximum : on dit qu'elle est alors en élongation. Mais toutes les élongations ne sont pas favorables car on doit tenir compte de la hauteur de la planète sur l'horizon. En effet, si elle est trop basse, l'absorption atmosphérique gênera considérablement le repérage. En 1991, les élongations les plus favorables auront lieu dans le ciel du matin, les dix premiers jours de janvier et de septembre ; dans le ciel du soir, tous à vos jumelles les derniers jours de mars.

Vénus, la populaire Etoile du Berger, sera visible le soir à l'Ouest, jusqu'à la mi-août. Inobservable lors de sa conjonction inférieure avec le Soleil du 22 août, nous la retrouverons dans le ciel du matin à la fin de la première quinzaine de septembre. Vénus, qui présentait un petit disque presque parfait à la fin de 90, verra peu à peu son diamètre apparent augmenter jusqu'à 57 secondes d'arc fin août. Elle sera en dernier quartier début juin, époque de son plus grand écartement du Soleil, puis deviendra un mince croissant. Après sa conjonction, le mince croissant aura changé de côté et nous le verrons s'élargir progressivement jusqu'au premier quartier de fin octobre-début novembre !

La planète rouge, Mars, qui était en opposition très favorable en novembre 90, s'éloigne peu à peu de la Terre. Elle est observable dans d'assez bonnes conditions en janvier, avec un diamètre apparent de



6. Eclipse de Lune le 30 janvier



plus de 10 secondes d'arc, mais ensuite celui-ci décroît rapidement, tandis que sa magnitude, qui était de -0,8 au début de l'année, passe à +2 au cours de l'été. Facile à repérer de par sa couleur rougeâtre entre les Pléiades et Aldébaran au cours du premier trimestre, on pourra la suivre dans les Gémeaux, le Cancer puis le Lion au fil des mois suivants. Elle deviendra inobservable au cours de l'été et ce, jusqu'au début de l'année suivante.

Jupiter, la planète géante, sera bien visible toute la nuit durant les deux premiers mois de l'année, en raison de son opposition de fin janvier. Elle se trouve dans le Cancer jusqu'au 17 juillet puis passera dans le Lion. Le 10 septembre, elle croquera Régulus à moins de 21 minutes d'arc. Mars rejoindra la zone

de Jupiter de la mi-mai à la mi-août. Jupiter sera observable jusqu'à la fin juillet dans le ciel du soir puis disparaîtra à nos regards pour passer derrière le Soleil le 17 août. Nous la retrouverons dans le ciel du matin dès le début septembre et les conditions d'observation s'amélioreront jusqu'à la fin de l'année.

Saturne est inobservable en janvier en raison de sa conjonction avec le Soleil. C'est à partir de la mi-février que nous pourrons recommencer à contempler la planète aux anneaux, le matin. Les conditions seront meilleures au fil des mois pour devenir optimales au courant de l'été, où la planète sera visible toute la nuit, l'opposition ayant lieu le 27 juillet. Toutefois, la déclinaison de Saturne étant toujours aux alentours de -20° , la pla-

nète se trouve assez basse sur l'horizon. Saturne restera visible jusqu'à la fin de l'année et évoluera dans le Capricorne.

Depuis le dernier passage du Soleil dans le plan des anneaux en 1980, c'est la face nord de ceux-ci que nous observons et ce, jusqu'en 1995. Leur ouverture maximale a été atteinte en 1988, c'est-à-dire que, à cette époque, la valeur du diamètre apparent du petit axe était maximale. Depuis, cette valeur décroît jusqu'à ce que, en 1995, elle soit nulle lorsque la Terre passera exactement dans le plan des anneaux; ceux-ci seront alors invisibles. La valeur maximale fut de 18,56 secondes d'arc et, cette année, elle sera en moyenne de 13 secondes, ce qui offre encore un spectacle saisissant.

C'est dans le Sagittaire, entre Pi et Sigma, que nous retrouverons Uranus et Neptune. Leurs périodes d'observation sont quasiment identiques à celle de Neptune, dont elles sont peu éloignées. Elles se rapprochent progressivement et Uranus a presque rattrapé Neptune, mais il faut attendre 1993 pour voir la conjonction des deux planètes lointaines. On notera que, en février, juin et décembre, Uranus sera à moins d'un demi-degré des étoiles Nu 1 et Nu 2 du Sagittaire, tandis que Neptune passera à quelques minutes d'arc seulement de Omicron Sgr, de magnitude 3,9, les 20 janvier, 26 juillet et 22 novembre.

Les satellites de Jupiter. Les phénomènes des satellites de Jupiter sont un peu le fil rouge des observations d'amateur. Pas de nuit, lorsque la planète est visible, qui n'ait son phénomène ! Impossible de les décrire dans ce cadre et on se reportera aux éphémérides pour en connaître la liste. Signalons cependant un aspect assez rare : le 2 janvier, de 20 h 43 à 21 h 53 TU, Jupiter se présentera "sans satellite". En effet, Io sera devant le disque planétaire, Europe et Ganymède derrière, tandis que Callisto sera éclipé par le cône d'ombre. Entre 1950 et 2020, on ne compte qu'une douzaine de situations semblables !

Mais 1991 sera aussi une année exceptionnelle avec les satellites de Jupiter puisque nous assisterons à des phénomènes mutuels. Cela arrive tous les six ans envi-

ron, lorsque le Soleil et la Terre passent dans le plan de l'orbite des quatre satellites galiléens. Il peut se produire des éclipses, c'est-à-dire qu'un satellite disparaît dans le cône d'ombre d'un autre, ou des occultations, lorsqu'un satellite disparaît derrière le disque d'un autre (*figure 1*). Ces phénomènes seront observables en France métropolitaine, essentiellement de janvier à juin. La pleine période sera janvier avec 25 phénomènes; de février à avril, il y en aura encore un peu plus d'une demi-douzaine par mois; puis cinq en mai et trois en juin.

Les satellites de Jupiter ont des magnitudes comprises entre 4,6 et 5,6, c'est-à-dire qu'ils sont facilement observables, même avec une simple paire de jumelles. Il en est de même pour leurs phénomènes mutuels. Cependant, l'observation sera plus facile avec une lunette ou un télescope.

Lors d'une occultation, quand un satellite disparaît derrière un autre, on assiste à une baisse de luminosité de l'ensemble. Cette

disparition peut être partielle ou totale, selon que le satellite occulté disparaît en partie ou en totalité.

Lorsqu'il s'agit d'une éclipse, la chute de luminosité est due au passage d'un satellite dans le cône d'ombre d'un autre. L'éclipse est partielle si le disque du satellite ne passe pas entièrement dans le cône d'ombre ou bien annulaire si l'ombre "tombe" entièrement sur le disque du satellite. Dans ce dernier cas, il subsiste une couronne de lumière, indiscernable depuis la Terre, mais qui se traduit par une baisse de lumière moins importante que dans le cas d'une éclipse totale. On note que, durant la campagne 91 des phénomènes mutuels des satellites de Jupiter, il n'y aura pas d'éclipse totale.

Nous indiquerons chaque mois la liste détaillée de ces phénomènes. Soyez vigilants, car certains phénomènes mutuels ne se traduisent que par une faible baisse de lumière et ne durent que quelques minutes ! Le spectacle vaut toutefois un effort, la prochaine saison n'aura lieu qu'en 1997.

PHÉNOMÈNES MUTUELS DES SATELLITES DE JUPITER EN JANVIER 91

Date	Heure TU	Phénomène	Type	Durée	%
1 janv.	6 : 30	2o1	P	2396	45
1 janv.	22 : 53	2e3	P	944	10
2 janv.	1 : 40	2o3	A	1186	59
5 janv.	0 : 19	2o1	P	1172	36
7 janv.	19 : 51	2o1	P	160	1
8 janv.	5 : 56	2o1	P	1760	66
9 janv.	3 : 03	2e3	P	1291	27
9 janv.	5 : 26	2o3	A	1487	59
11 janv.	19 : 00	2e1	A	1800	73
12 janv.	1 : 53	2e1	A	1445	66
12 janv.	3 : 05	2o1	P	838	43
14 janv.	22 : 30	2o1	P	600	8
15 janv.	5 : 41	2o1	A	1885	86
15 janv.	6 : 40	2e1	P	1630	70
18 janv.	18 : 17	2e1	P	1890	57
19 janv.	4 : 59	2e1	A	959	64
19 janv.	5 : 33	2o1	P	706	51
22 janv.	1 : 47	2o1	P	1778	22
22 janv.	5 : 00	2o1	P	3150	62
22 janv.	5 : 47	2e1	P	2212	40
22 janv.	18 : 23	2e1	A	848	62
22 janv.	18 : 43	2o1	P	665	56
23 janv.	20 : 23	2e3	P	3545	2
29 janv.	21 : 00	2o1	P	602	66
29 janv.	21 : 03	2o1	A	704	60
5 fév.	23 : 13	2e1	P	553	77
5 fév.	23 : 36	2e1	A	615	58

Colonne 1 : date

Colonne 2 : heure du maximum du phénomène en TU, ajouter 1 h pour obtenir l'heure légale.

Colonne 3 : phénomène. Les chiffres 1, 2, 3, 4 représentent respectivement les satellites Io, Europe, Ganymède et Callisto, o signifie occultation et e éclipse. Par exemple, le 2 janvier, 2o3 signifie : le satellite 2 (Europe) occulte le 3 (Ganymède).

Colonne 4 : P = Partiel, A = Annulaire.

Colonne 5 : durée du phénomène en secondes. Pour obtenir l'heure de début, soustraire la demi-durée à l'heure du maximum, mais commencer l'observation au moins 5 minutes avant.

Colonne 6 : grandeur de l'occultation ou de l'éclipse en %. Attention, pour une très petite éclipse ou occultation, comme par exemple celle du 7 janvier, la diminution d'éclat sera à peine perceptible.

Le ciel en janvier. La visibilité des planètes ayant été exposée au début de cet article, nous n'y reviendrons pas.

Bien entendu, c'est Jupiter et ses satellites qui sont les vedettes du mois. On se reportera au tableau 1 pour observer les phénomènes mutuels. La légende du tableau donne tous les renseignements complémentaires à ce genre d'observations.

Le mois de janvier nous offre dès le 1^{er}, vers 17 h 30 légales, une belle conjonction entre Vénus et Saturne (*figure 2*). Le lendemain, c'est la Lune qui sera en conjonction avec Jupiter, à admirer en première partie de nuit (*figure 3*).

Deux jours avant la nouvelle lune, soit le 13, notre satellite en mince croissant sera à proximité de Mercure. Observation délicate, quelques minutes avant le lever du Soleil. Le lendemain, un croissant lunaire encore plus fin voisinerait avec Uranus, à peu près à la même heure que la veille (*figure 4*).

Le 15, éclipse annulaire de soleil, invisible en France. C'est dans la lueur de l'aurore du 23 qu'il faudra rechercher Mercure en conjonction avec Uranus, un demi-degré seulement les séparant (*figure 5*). Le 25, vers 19 heures légales, conjonction de la Lune et de Mars. Les deux astres seront à deux degrés l'un de l'autre et à près de 60° au-dessus de l'horizon sud-est. Le lendemain, vers 8 h, rassemblement de Mercure, Uranus et Neptune. A observer aux jumelles, juste avant le lever du Soleil.

Le mois de janvier se termine avec une éclipse partielle de Lune par la pénombre, au matin du 30 (*figure 6*). Voici les heures du phénomène : entrée dans la pénombre à 5 h légales ; maximum de l'éclipse à 6 h 59 ; fin de l'éclipse à 8 h 57. Le Soleil se levant à 8 h 26, il gênera l'observation de la fin de l'éclipse. Début février, on assistera le 5 à une belle conjonction de Mercure et de Saturne, un peu avant le lever du Soleil.

Bonne année astronomique à tous !

Yves Delaye

La Maison de l'astronomie organise des cours d'initiation à l'observation. Demandez la documentation gratuite "cours et ateliers" en écrivant à la Maison de l'astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris, ou en téléphonant au 42 77 99 55.

Le Rubik's cube

INFORMATIQUE AMUSANTE

Au début des années 80, venu tout droit de Hongrie et inventé par Enno Rubik, arrivait en France le Rubik's cube. Ce casse-tête, d'ailleurs plus difficile qu'hongrois, se composait d'un cube dont chaque face comportait 9 carrés de base. Par rotation ou translation de groupes d'entre eux il était simple et rapide de détruire la belle organisation de chaque face mais... beaucoup plus délicat de revenir à la situation de départ. Ce mois-ci, nous vous proposerons donc d'adapter le Rubik's cube à l'informatique. Notre programme remplacera le cube en affichant chacune de ses faces sur l'écran et permettra, par l'intermédiaire du clavier, de déplacer les carrés de base. De plus, nous avons muni ce programme d'une option complémentaire que nous avons baptisée PLAY BACK. Après qu'une série de déplacements a été effectuée, si cette option est demandée, tous vos coups seront visualisés les uns après les autres, en marche arrière, jusqu'au retour à la disposition de départ du cube, soit chaque face d'une couleur unique. De même, la fonction CONTINUER ? restituera l'état du cube après le dernier coup joué afin de pouvoir poursuivre le jeu. Ces quelques précisions apportées, passons à l'écriture du programme.

En premier lieu nous demanderons à l'Amstrad de fonctionner en mode 0, ceci afin de disposer d'une palette de couleurs suffisante pour différencier chacune des faces du cube ; puis nous redéfinirons les symboles graphiques nécessaires à la représentation des carrés de base. Ensuite nous créerons une série de tableaux de mémorisation à l'aide de l'instruction DIM ; A, B, C, D, E et F auront pour mission de mémoriser l'état de chaque face avant et après un coup. De même T\$ et S\$ mémoriseront respectivement "numéro de tranche" et "direction" de chaque coup ; enfin P mémorisera trois carrés adjacents de manière à pouvoir effectuer, sur l'écran, la translation ou la rotation adéquate.

Vient ensuite la page de présen-

tation. Nous initialiserons nos tableaux de mémorisation de manière à présenter les faces du cube en position de départ. Son affichage, chaque face déployée, sera assuré par une première sous-routine et une vue en perspective ne prenant pas en compte les couleurs, et prendra place en haut et à droite de l'écran. Sur cette dernière sera indiqué le numéro de chaque tranche (de 1 à 6) ceci afin de remémorer au joueur leur disposition tout au long de la partie.

Ensuite vient le début du jeu. La machine demandera qu'on lui indique sur quelle tranche doit être effectué le mouvement, puis fera préciser sa direction ; gauche ou droite pour les tranches 1 à 3, haut ou bas pour celles de 4 à 6. A chaque fois l'ordinateur contrôlera la cohérence du coup ; il est en effet impossible de déplacer, par exemple, la tranche 1 vers le haut. Ces indications fournies, le programme s'aiguillera vers une série de sous-routines de déplacement. Les deux premières concernent les translations et donc les mouvements effectués sur les tranches 2 et 5 ; la troisième concerne les rotations des faces supérieures et inférieures, donc les tranches 1 et 3 et enfin, la dernière, les faces latérales du cube, donc les tranches 4 et 6.

• La sous-routine de translation : ici deux cas sont à distinguer, la translation à droite ou la translation à gauche. Notre sous-routine comportera donc deux parties fonctionnant sur le même principe mais dont l'ordre de permutation sera inverse. Dans les deux cas, P mémorisera le dernier triplet sur lequel portera le coup puis les déplacements seront effectués vers celui-ci et les valeurs contenues dans P seront utilisées pour modifier le premier triplet. Nous pratiquerons de même pour les translations verticales.

• Les sous-routines de rotation de face : ici encore P prendra la valeur du dernier triplet concerné et nous effectuerons des permutations circulaires sur le tableau de mémorisation de la face concernée. Précisons ici que nous aurons

toutefois recours en parallèle à la sous-routine de translation; ceci afin de conserver la cohérence du cube. Un élément placé sur un bord, par exemple sera toujours constitué des deux mêmes couleurs. Lors de son déplacement sur une face il faudra donc le répercuter sur la face contiguë.

• La sous-routine concernant le mode PLAY BACK: nous utilise-

rons ici les tableaux T\$ et S\$. En effet, ces derniers ayant mémorisé les mouvements de chaque coup en les lisant à l'envers et en inversant les directions, nous serons en mesure de revenir à la situation de départ en faisant défiler la partie en marche arrière.

L'instruction MODE détermine le nombre de caractères par ligne d'écran, et influe sur la palette de

couleurs. SYMBOL AFTER libère une zone de la grille de caractères standards pour pouvoir les modifier. A cette instruction sera associée SYMBOLE, qui sera utilisée pour définir chaque nouveau graphique. Le premier nombre indiquera le numéro de symbole à utiliser pour l'appeler par CHR\$(X), les 8 suivants la position des points. BORDER, PAPER et PEN

```

10 MODE 0:BORDER 1:PAPER 0:CLS
20 CLEAR
30 LET COUP=1
40 REM *****
50 REM *
60 REM *   REDEFINITION DES SYMBOLES   *
70 REM *   GRAPHIQUES.                 *
80 REM *
90 REM *****
100 SYMBOL AFTER 127
110 SYMBOL 128,0,124,254,254,254,254,254,254
120 SYMBOL 129,254,254,254,254,254,254,124,0
130 REM *****
140 REM *
150 REM *   CREATION DES TABLEAUX DE   *
160 REM *   MEMO. DE L'ETAT DES FACES. *
170 REM *
180 REM *****
190 DIM A(3,3)
200 DIM B(3,3)
210 DIM C(3,3)
220 DIM D(3,3)
230 DIM E(3,3)
240 DIM F(3,3)
250 DIM P(3)
260 REM *****
270 REM *
280 REM *   CREATION DES TABLEAUX DE   *
290 REM *   MEMO. DES COUPS DU JOUEUR. *
300 REM *
310 REM *****
320 DIM T$(300)
330 DIM S$(300)
340 REM *****
350 REM *
360 REM *   INITIALISATION DES TABLEAUX. *
370 REM *
380 REM *****
390 FOR X=1 TO 3
400 FOR Y=1 TO 3
410 LET A(X,Y)=1
420 LET B(X,Y)=3
430 LET C(X,Y)=6
440 LET D(X,Y)=7
450 LET E(X,Y)=12
460 LET F(X,Y)=4
470 NEXT Y
480 NEXT X
490 REM *****
500 REM *
510 REM *   AFFICHAGE DE L'ECRAN DE JEU. *
520 REM *
530 REM *****
540 GOSUB 1250
550 PEN 1
560 PLOT 450,350,12
570 DRAW 570,350
580 DRAW 570,230
590 DRAW 450,230
600 DRAW 450,350
610 DRAW 500,390
620 DRAW 610,390
630 DRAW 610,280
640 DRAW 570,230
650 PLOT 570,350
660 DRAW 610,390
670 FOR I=1 TO 2
680 PLOT 450+(40*I),230
690 DRAW 450+(40*I),350
700 DRAW 500+(37*I),390
710 PLOT 450,230+(40*I)
720 DRAW 570,230+(40*I)
730 DRAW 610,280+(37*I)
740 PLOT 450+(20*I),350+(14*I)
750 DRAW 570+(14*I),350+(14*I)
760 DRAW 570+(14*I),230+(20*I)
770 NEXT I
780 FOR I=1 TO 3
790 LOCATE 12,(3*I)+2:PRINT I
800 NEXT I
810 LOCATE 15,13:PRINT "4 5 6"
820 LOCATE 17,19:PRINT CHR$(240):LOCATE 17,21:PRINT "H"
830 LOCATE 14,22:PRINT CHR$(242):" G+D " :CHR$(243)
840 LOCATE 17,23:PRINT "B":LOCATE 17,25:PRINT CHR$(241)
850 REM *****
860 REM *
870 REM *   CHOIX DU COUP A JOUER.      *
880 REM *
890 REM *****
900 PEN 1:LOCATE 1,1:PRINT "TRANCHE? "
910 LET T$=INKEY$:IF T$="P" OR T$="p" THEN GOSUB 2510:GOTO 900
920 IF T$<>"1" AND T$<>"2" AND T$<>"3" AND T$<>"4" AND T$<>"5" AND T$<>"6" THEN GOTO 910
930 LOCATE 1,1:PRINT "DIRECTION?"
940 LOCATE 1,3
950 IF T$="1" OR T$="2" OR T$="3" THEN PRINT "(G O U D)":LET D=0
960 IF T$="4" OR T$="5" OR T$="6" THEN PRINT "(H O U B)":LET D=1
970 LET D$=UPPER$(INKEY$):IF D$="" THEN GOTO 970
980 IF D=0 AND D$<>"G" AND D$<>"D" THEN GOTO 970
990 IF D=1 AND D$<>"H" AND D$<>"B" THEN GOTO 970
1000 LOCATE 1,3:PRINT " "
1010 LOCATE 1,1:PRINT " "
1020 LET T$(COUP)=T$
1030 LET S$(COUP)=D$
1040 LET COUP=COUP+1
1050 REM *****
1060 REM *
1070 REM *   AIGUILLAGE DU PROGRAMME VERS *
1080 REM *   LA SOUS ROUTINE CONCERNEE.  *
1090 REM *
1100 REM *****
1110 IF T$="2" THEN LET TR=2:GOSUB 1560
1120 IF T$="5" THEN LET TR=2:GOSUB 1790
1130 IF T$="1" THEN LET TR=1:GOSUB 2020
1140 IF T$="3" THEN LET TR=3:GOSUB 2130
1150 IF T$="4" THEN LET TR=1:GOSUB 2240
1160 IF T$="6" THEN LET TR=3:GOSUB 2350
1170 GOSUB 1250
1180 GOTO 900
1190 REM *****
1200 REM *
1210 REM *   SOUS-ROUTINE D'AFFICHAGE      *
1220 REM *   DU CUBE.                     *
1230 REM *
1240 REM *****
1250 PAPER 5
1260 FOR H=1 TO 3
1270 FOR V=1 TO 3
1280 PEN A(H,V)
1290 LOCATE H+6,(2*V)+6:PRINT CHR$(128)
1300 LOCATE H+6,(2*V)+7:PRINT CHR$(129)
1310 PEN B(H,V)
1320 LOCATE H,(2*V)+12:PRINT CHR$(128)
1330 LOCATE H,(2*V)+13:PRINT CHR$(129)
1340 PEN C(H,V)
1350 LOCATE H+3,(2*V)+12:PRINT CHR$(128)
1360 LOCATE H+3,(2*V)+13:PRINT CHR$(129)
1370 PEN D(H,V)
1380 LOCATE H+6,(2*V)+12:PRINT CHR$(128)
1390 LOCATE H+6,(2*V)+13:PRINT CHR$(129)
1400 PEN E(H,V)

```


fixent respectivement la couleur des bords de l'écran, du fond et des caractères. LOCATE X, Y adresse le curseur en ligne-colonne sur l'écran. Ses équivalents les plus courants sont HTAB-VTAB, PRINT AT. Les valeurs prises par X varient de 1 à 21 et celles de Y, de 1 à 25.

L'utilisation de ce programme est très simple. Après l'avoir entièrement frappé et demandé RUN, le

cube s'affichera sur l'écran. Puis TRANCHE ? sera demandé. Il suffira, en s'aidant le la représentation du cube en perspective, de taper le numéro de la tranche sur laquelle on souhaite agir. Dès lors, DIRECTION ?, suivi de ("D ou G") ou de ("H ou B") en fonction de la tranche choisie, sera demandé. Une fois la réponse fournie, la représentation du cube sera modifiée conformé-

ment à la demande de mouvement. Pour accéder au mode PLAY BACK il suffira de taper "P" au lieu d'un numéro de tranche. La partie défilera en marche arrière jusqu'à la situation de départ. Là on répondra à la question CONTINUER ? par oui ou par non selon que l'on désire reprendre la partie au dernier coup joué ou, inversement, repartir sur de nouvelles bases.

Henri-Pierre Penel

```

1410 LOCATE H+9, (2*V)+12:PRINT CHR$(128)
1420 LOCATE H+9, (2*V)+13:PRINT CHR$(129)
1430 PEN F(H,V)
1440 LOCATE H+6, (2*V)+18:PRINT CHR$(128)
1450 LOCATE H+6, (2*V)+19:PRINT CHR$(129)
1460 NEXT V
1470 NEXT H
1480 PAPER 0
1490 RETURN
1500 REM *****
1510 REM *
1520 REM *   SOUS ROUTINE DE TRANSLATION   *
1530 REM *   HORIZONTALE DES CARRES.      *
1540 REM *
1550 REM *****
1560 IF D$="D" THEN GOTO 1640
1570 FOR I=1 TO 3
1580 LET P(I)=C(I,TR)
1590 LET C(I,TR)=D(I,TR)
1600 LET D(I,TR)=E(I,TR)
1610 LET E(I,TR)=B(I,TR)
1620 LET B(I,TR)=P(I)
1630 NEXT I
1640 IF D$="G" THEN GOTO 1720
1650 FOR I=1 TO 3
1660 LET P(I)=C(I,TR)
1670 LET C(I,TR)=B(I,TR)
1680 LET B(I,TR)=E(I,TR)
1690 LET E(I,TR)=D(I,TR)
1700 LET D(I,TR)=P(I)
1710 NEXT I
1720 RETURN
1730 REM *****
1740 REM *
1750 REM *   SOUS ROUTINE DE TRANSLATION   *
1760 REM *   VERTICALE DES CARRES.       *
1770 REM *
1780 REM *****
1790 IF D$="B" THEN GOTO 1870
1800 FOR I=1 TO 3
1810 LET P(I)=D(TR,I)
1820 LET D(TR,I)=F(TR,I)
1830 LET F(TR,I)=B(4-TR,I)
1840 LET B(4-TR,I)=A(TR,I)
1850 LET A(TR,I)=P(I)
1860 NEXT I
1870 IF D$="H" THEN GOTO 1950
1880 FOR I=1 TO 3
1890 LET P(I)=D(TR,I)
1900 LET D(TR,I)=A(TR,I)
1910 LET A(TR,I)=B(4-TR,I)
1920 LET B(4-TR,I)=F(TR,I)
1930 LET F(TR,I)=P(I)
1940 NEXT I
1950 RETURN
1960 REM *****
1970 REM *
1980 REM *   SOUS ROUTINES DE ROTATION   *
1990 REM *   DES FACES.                  *
2000 REM *
2010 REM *****
2020 GOSUB 1560
2030 FOR I=1 TO 3
2040 LET P(I)=A(I,3)
2050 NEXT I
2060 IF D$="D" THEN GOTO 2090
2070 LET A(2,3)=A(3,2):LET A(3,2)=A(2,1):LET A(2,1)
)=A(1,2):LET A(1,2)=P(2)
2080 LET A(1,3)=A(3,3):LET A(3,3)=A(3,1):LET A(3,1)
)=A(1,1):LET A(1,1)=P(1)
2090 IF D$="G" THEN GOTO 2120
2100 LET A(2,3)=A(1,2):LET A(1,2)=A(2,1):LET A(2,1)
)=A(3,2):LET A(3,2)=P(2)

```

```

2110 LET A(1,3)=A(1,1):LET A(1,1)=A(3,1):LET A(3,1)
)=A(3,3):LET A(3,3)=P(1)
2120 RETURN
2130 GOSUB 1560
2140 FOR I=1 TO 3
2150 LET P(I)=F(I,3)
2160 NEXT I
2170 IF D$="D" THEN GOTO 2200
2180 LET F(2,3)=F(3,2):LET F(3,2)=F(2,1):LET F(2,1)
)=F(1,2):LET F(1,2)=P(2)
2190 LET F(1,3)=F(3,3):LET F(3,3)=F(3,1):LET F(3,1)
)=F(1,1):LET F(1,1)=P(1)
2200 IF D$="G" THEN GOTO 2230
2210 LET F(2,3)=F(1,2):LET F(1,2)=F(2,1):LET F(2,1)
)=F(3,2):LET F(3,2)=P(2)
2220 LET F(1,3)=F(1,1):LET F(1,1)=F(3,1):LET F(3,1)
)=F(3,3):LET F(3,3)=P(1)
2230 RETURN
2240 GOSUB 1790
2250 FOR I=1 TO 3
2260 LET P(I)=C(I,3)
2270 NEXT I
2280 IF D$="H" THEN GOTO 2310
2290 LET C(2,3)=C(3,2):LET C(3,2)=C(2,1):LET C(2,1)
)=C(1,2):LET C(1,2)=P(2)
2300 LET C(1,3)=C(3,3):LET C(3,3)=C(3,1):LET C(3,1)
)=C(1,1):LET C(1,1)=P(1)
2310 IF D$="B" THEN GOTO 2340
2320 LET C(2,3)=C(1,2):LET C(1,2)=C(2,1):LET C(2,1)
)=C(3,2):LET C(3,2)=P(2)
2330 LET C(1,3)=C(1,1):LET C(1,1)=C(3,1):LET C(3,1)
)=C(3,3):LET C(3,3)=P(1)
2340 RETURN
2350 GOSUB 1790
2360 FOR I=1 TO 3
2370 LET P(I)=E(I,3)
2380 NEXT I
2390 IF D$="H" THEN GOTO 2420
2400 LET E(2,3)=E(3,2):LET E(3,2)=E(2,1):LET E(2,1)
)=E(1,2):LET E(1,2)=P(2)
2410 LET E(1,3)=E(3,3):LET E(3,3)=E(3,1):LET E(3,1)
)=E(1,1):LET E(1,1)=P(1)
2420 IF D$="B" THEN GOTO 2450
2430 LET E(2,3)=E(1,2):LET E(1,2)=E(2,1):LET E(2,1)
)=E(3,2):LET E(3,2)=P(2)
2440 LET E(1,3)=E(1,1):LET E(1,1)=E(3,1):LET E(3,1)
)=E(3,3):LET E(3,3)=P(1)
2450 RETURN
2460 REM *****
2470 REM *
2480 REM *   SOUS ROUTINE "PLAY BACK".   *
2490 REM *
2500 REM *****
2510 LET PBACK=COUP
2520 FOR B=PBACK TO 2 STEP -1
2530 LET PBACK=PBACK-1
2540 LET T$=T$(PBACK)
2550 IF S$(PBACK)="G" THEN LET D$="D"
2560 IF S$(PBACK)="D" THEN LET D$="G"
2570 IF S$(PBACK)="H" THEN LET D$="B"
2580 IF S$(PBACK)="B" THEN LET D$="H"
2590 IF T$="2" THEN LET TR=2:GOSUB 1560
2600 IF T$="5" THEN LET TR=2:GOSUB 1790
2610 IF T$="1" THEN LET TR=1:GOSUB 2020
2620 IF T$="3" THEN LET TR=3:GOSUB 2130
2630 IF T$="4" THEN LET TR=1:GOSUB 2240
2640 IF T$="6" THEN LET TR=3:GOSUB 2350
2650 LOCATE 1,1:PEN 1:PRINT "COUP No.":PBACK
2660 GOSUB 1250
2670 LOCATE 1,1:PRINT CHR$(7):FOR T=1 TO 2000:NEXT
T
2680 NEXT B
2690 LET D$="":LET T$="":LET COUP=1
2700 RETURN

```

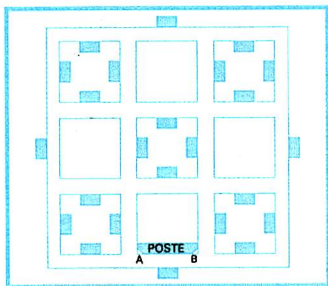

Les 4 dernières questions du championnat

JEUX MATHÉMATIQUES

Comme nous l'écrivions dans le numéro précédent de *Science & Vie*, le V^e Championnat international de mathématiques démarre ce 3 décembre à 10 heures, au cours de la première du magazine télé Tangente diffusé sur FR3. Nous avons publié l'énoncé des 4 premiers problèmes et les conditions de participation au concours. (Vous pouvez obtenir ces informations sur Minitel 3615 Jeulogic.) Voici les 4 problèmes suivants et... Bonne chance !

Le facteur X (n° 5)

Le facteur X doit distribuer le courrier à chacune des 24 maisons du quartier de l'orange dont le plan est fourni ci-contre. X part de A



pour arriver à B. Quelle est la longueur du trajet minimum (chaque bloc fait 200 m de long et la largeur des rues est négligeable) ?

Quel punch ! (n° 8)

M. Boissansoif, expert en boissons antillaises, est capable d'analyser sans erreur, rien qu'en les goûtant, la composition de différents cocktails. Son ami Yves Rogne lui a préparé un "planteur" qui est théoriquement un mélange d'une mesure de sirop de canne, de 2 mesures de rhum et de 3 mesures de jus d'orange. Mais Yves s'est trompé dans les proportions.

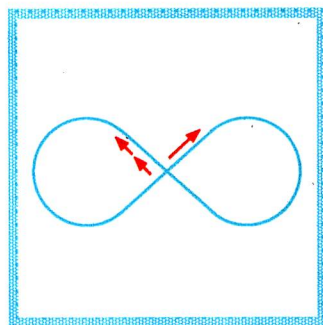
Appelé à donner son avis sur le breuvage, l'expert en boit un plein verre ; il déclare alors que la quantité de jus d'orange est bonne mais qu'il manque du sucre ; il rajoute

un verre plein de sirop de canne. Il boit un verre plein du nouveau mélange, et trouvant qu'il n'est pas assez alcoolisé, rajoute un verre plein de rhum. Il boit à nouveau un verre de mélange, et pour augmenter le fruité, rajoute un verre plein de jus d'orange. Le nouveau mélange est alors parfait. Yves Rogne avait préparé 60 cl de mélange.

Donnez au 1/10^e de cl près, la capacité du verre qui a servi à verser et à déguster.

Le lièvre et la tortue (n° 6)

La piste du champiodrome a la forme suivante : deux arcs formant les trois-quarts d'un cercle, raccordés par les deux diagonales d'un carré, ces deux diagonales se coupant en un carrefour. Au même instant, une tortue et un lièvre partent du carrefour, empruntant deux diagonales différentes menant à deux arcs de cercles différents (sur le dessin, une flèche pour la tortue, deux flèches pour le lièvre).



Les deux animaux courent à une vitesse constante, et la tortue met 363 secondes pour parcourir la distance parcourue par le lièvre en une seconde. Après 1 991 rencontres (dépassesments ou croisements au carrefour) hormis le départ, le lièvre abandonne.

Combien de fois avait-il croisé la tortue au carrefour ?

Le pantalon d'Achille (n° 7)

Achille achète une veste, un pantalon et une chemise. Neuf chiffres, tous différents, ont été utilisés pour écrire les trois prix correspondants, qui sont des nombres entiers de francs. La veste vaut le double de la chemise. Le montant total de la dépense s'élève à 1 991 F. Quel est le prix du pantalon d'Achille ?

Gilles Cohen

5^e Championnat international de France

NE RIEN ÉCRIRE
DANS CETTE ZONE

BULLETIN-RÉPONSE INDIVIDUEL NON-SCOLAIRES

à retourner avant le 4 février 1991 à : FFJM, 31 av. des Gobelins, 75013 Paris

CATÉGORIE : Cocher impérativement ☐ GP ☐ HC

Nom, prénom, adresse :

Code postal : Ville :

N° FFJM*** (à n'inscrire que si vous avez déjà adhéré pour 90-91, ou si vous adhérez à l'aide de ce bulletin. Inscrivez ! si l'inscription est en cours)

RÉPONSES		
Votre ou vos solutions		
1	Combien d'éléments ?
2	Combien d'avions ?
3	Combien d'écus ?
4	Combien de régions ?
5	Longueur du trajet ?
6	Combien de croisements ?
7	Prix du pantalon ?
8	Capacité du verre ?

L'adhésion à la FFJM est facultative pour participer aux éliminatoires du championnat, mais sera exigée à partir des demi-finales. L'adhésion vaut inscription au championnat en catégorie HC. Si vous souhaitez adhérer, cochez la case ci-dessous.

☐ Je demande ** à (ré)adhérer à la FFJM et je joins un chèque de 70 F (GP) ou 80 F (HC).

Un extracteur de synchro

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Souvent, il est pratique de disposer d'un moniteur vidéo associé à un magnétoscope. Cela permet, par exemple, de caler une cassette sans avoir à interrompre la réception d'une émission. Qui plus est, de nombreuses familles possèdent, hormis leur équipement vidéo traditionnel, un micro-ordinateur muni d'un moniteur. Pourquoi donc ne pas utiliser ce dernier à cet usage ? Cependant un problème se pose : en effet, le signal vidéo disponible à la sortie d'un magnétoscope est dit composite ; c'est-à-dire que luminance, chrominance et signal de synchronisation sont mélangés. Or, les moniteurs utilisés en micro-informatique, pour pouvoir fonctionner, doivent recevoir ces signaux indépendamment les uns des autres. Le but de notre montage sera donc de séparer le signal

de synchro du signal vidéo. Notons que nous ne nous attacherons pas, sur ce montage, au traitement de la chrominance, son extraction nécessitant une électronique beaucoup plus complexe. Le résultat obtenu sur le moniteur sera donc noir et blanc, mais cela suffit largement pour repérer une séquence sur une cassette.

Pour notre part, nous avons étudié ce montage pour le moniteur d'un micro-ordinateur Amstrad de la série CPC. Ce dernier étant en mesure de délivrer une tension continue de 5 volts, nous l'utiliserons en tant que source d'alimentation. Cependant, si un autre type de moniteur est utilisé, rien ne s'oppose à employer une simple pile de 4,5 volts pour lampe de poche en tant que source d'alimentation.

Passons maintenant à l'étude de

notre réalisation et en premier lieu examinons l'allure d'un signal vidéo composite. En fait, sur ce dernier, les informations nécessaires à la formation de l'image, donc la vidéo pure, sont portées par sa partie positive. Les impulsions de synchronisation, au contraire, en composent la partie négative. Pour que le tour soit joué, il suffira que notre montage ne prenne en compte que la partie négative du signal pour l'envoyer vers l'entrée synchro du moniteur, et applique le reste à l'entrée vidéo, ou luminance. Précisons que, les tops synchro ne perturbant pas la luminance, c'est directement l'ensemble du signal d'origine que nous appliquerons à cette entrée ; ceci permettant de simplifier le montage. Dans le cas d'un moniteur couleur, nous appliquerons également ce signal aux entrées normalement destinées aux composantes rouges, vertes et bleues.

Le cœur de notre dispositif sera donc un comparateur réalisé à l'aide de deux transistors. Ce type de câblage est identique à celui d'un amplificateur différentiel. Le signal vidéo composite sera donc appliqué à la base de l'un des transistors, après avoir augmenté sa tension moyenne à l'aide de deux résistances. La base du second transistor sera reliée à un potentiomètre. Celui-ci nous permettra d'ajuster le niveau de synchronisation général. Un jeu de transistors auxiliaires sera enfin utilisé pour remettre nos signaux en forme et, pour la luminance, l'adapter en impédance.

En effet, si, sur un moniteur monochrome, seule l'entrée luminance est utilisée, sur un écran couleur, par contre, nous devons piloter simultanément les trois entrées, rouge, vert et bleu. Cela conduirait à une forte atténuation du signal, si un transistor ne venait pas remédier à ce manque d'adaptation d'impédance.

Étant donné le faible nombre de composants utilisés pour cet extracteur, son câblage ne doit pas poser de problème particulier. Seul celui des fiches nécessitera un certain soin. Notons à ce propos que si certains magnétoscopes sont équipés d'une fiche type RCA pour la sortie vidéo, d'autre n'en comportent pas, l'ensemble des entrées et sorties est regroupé sur une

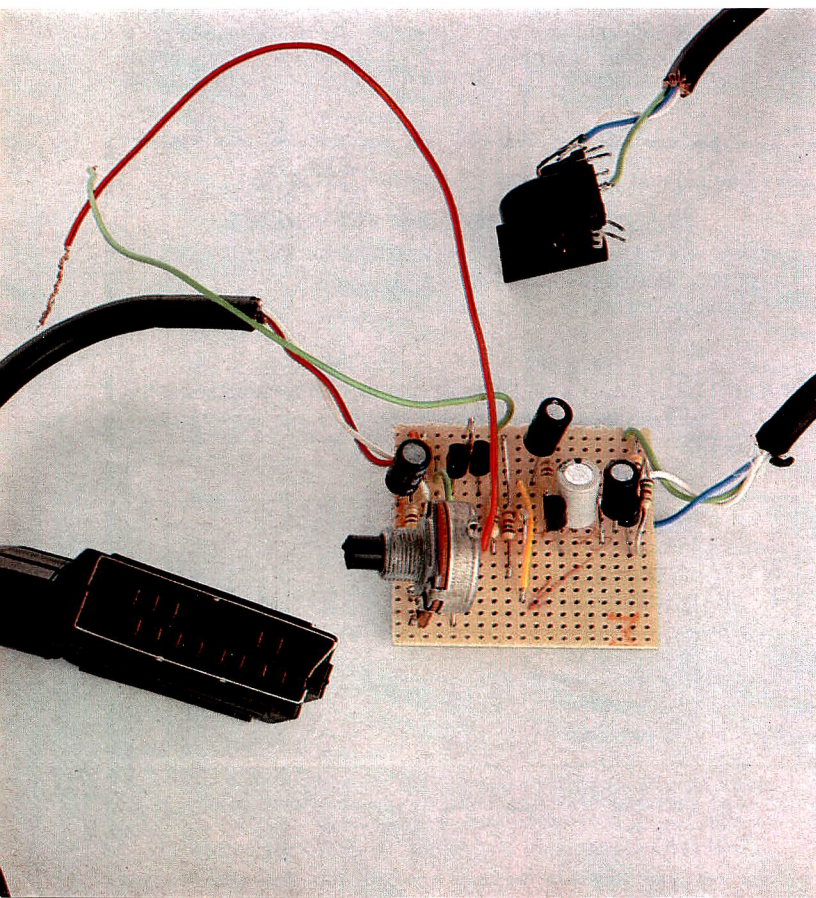
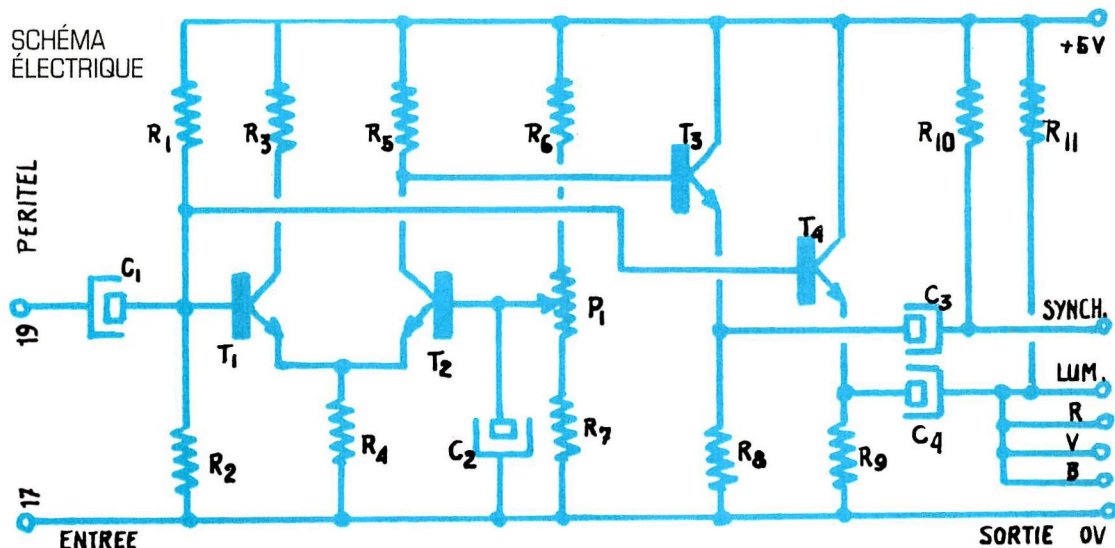


SCHÉMA ÉLECTRIQUE



fiche péritel. Pour les fiches RCA, les contacts centraux portent le signal ; c'est donc lui que nous connecterons au condensateur d'entrée du montage. Le contact périphérique sera, lui, relié au 0 volt.

Pour la fiche péritel, le numéro de chaque connexion est précisé

NOMENCLATURE

$R_1=R_2=R_3=R_6=R_8=R_9=4,7$
k Ω (jaune, violet, rouge, or)
 $R_4=R_7=R_{10}=R_{11}=1,5$ k Ω (brun,
vert, rouge, or)
 $C_1=C_3=22$ μ F - 12 V
 $C_2=C_4=47$ μ F - 12 V
 $T_1=T_2=T_3=T_4=2N\ 3904$
 $P_1=2,2$ k Ω

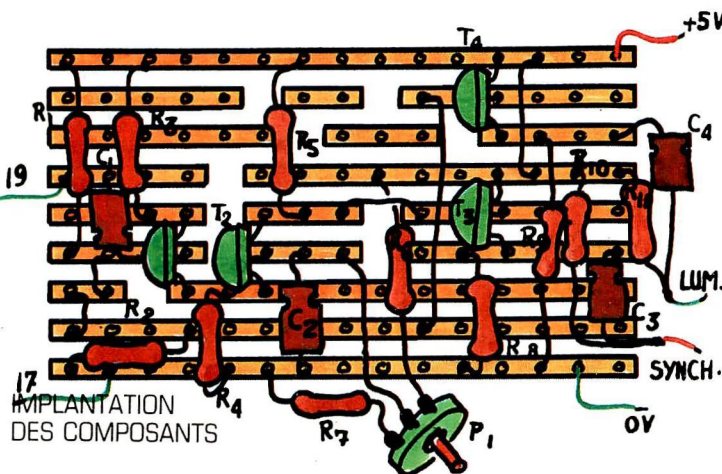
sur le montage. Afin de vous éviter bien des déboires, rappelons que la soudure des fils sur ses cosses doit être effectuée avant que ces dernières ne soient introduites dans le corps en plastique sous peine de devoir reprendre son assemblage à zéro et, qui plus est, à grand peine.

Il faudra donc tenir compte de cela lors de l'achat des composants. Côté moniteurs, de nombreux modèles de fiches les équipent. C'est pour cette raison que, si côté entrée du montage, nous précisons les deux types de câblage, côté sortie, nous nous contenterons d'indiquer le type d'entrée moniteur auquel doit être connecté chaque fil. Notons que, sur le schéma, nous n'avons porté qu'un fil marqué LUM. (luminance), afin d'éviter d'en surcharger le tracé.

Dans le cas d'un moniteur couleur, il faudra lui relier en parallèle les entrées des composants couleurs.

Une fois entièrement câblé, le montage sera mis sous tension puis connecté, d'une part, au magnétoscope et, d'autre part, au moniteur. Il faudra agir doucement sur le potentiomètre de réglage du montage, de manière à stabiliser l'image et, éventuellement, agir sur le réglage de stabilité du moniteur. Une fois l'image stabilisée, les réglages de lumière et contraste permettront de l'ajuster au goût de chacun. Il est possible d'avoir à réajuster le potentiomètre en cas d'images très sombres ou, au contraire, très blanches. Cependant, si le réglage de départ a été effectué correctement, cette opération ne doit pas être nécessaire.

Henri-Pierre Penel ▲



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.

LIVRES

Alain Buquet

L'expertise des écritures

Presse du CNRS, 299 p., 140 F.

Non, nous n'avons pas changé d'opinion et nous n'allons ni défendre ni accepter la graphologie. Sur ce sujet, l'auteur nous fait du reste l'honneur de se référer à *Science & Vie*.

Il écrit : « La graphologie consiste à brosser le portrait psychologique d'une personne à partir d'un manuscrit. Cette méthode dépend directement de la personnalité du graphologue. » Jouerait-on au jeu de l'arroseur arrosé, est-ce la personnalité du psychologue que l'on pourrait pressentir dans son interprétation des tests, dans le jugement qu'il porte sur autrui ?

Alain Buquet dit encore : « L'écriture manuscrite est circonstanciée, c'est-à-dire qu'elle dépend de très nombreuses considérations (âge, état de santé, organe et instrument scripteur, circonstances d'exécution...). » Ce qui revient à dire qu'aucun modèle systématique, aucun recueil de règles d'interprétations (encore moins s'ils figurent dans le logiciel figé d'un ordinateur !), ne sauraient autoriser à porter un jugement sur la personnalité d'un individu.

Encore une citation, elle est d'importance : « L'écriture est un réflexe acquis ; en aucun cas elle ne pourra donc servir à tester des comportements conscients. »

Nous nous sommes entretenus avec l'auteur. Il nous a dit que, de son point de vue, la graphologie n'était ni une science exacte, pas même une science humaine. Plutôt un art. Or l'art est bien le domaine du sentiment et du subjectif, opposés à la raison, à la froide logique et aux règles absolues. Art divinatoire serait encore plus exact : ça marche ou ça ne marche pas, on tombe en plein dans le mille ou on

va s'égarer dans de lointaines galaxies. Autant jouer à pile ou face.

Mais n'allez surtout pas croire qu'Alain Buquet est un polémiste. Loin de là. C'est un pur scientifique qui n'avance des choses que prouvées, étayées, démontrées, bétonnées. Il est ingénieur du Conservatoire national des arts et métiers, docteur ès-sciences physiques, expert agréé par la première juridiction française, la Cour de cassation, dont le Premier président a préfacé son livre, publié, rappelons-le, aux éditions du CNRS.

Ce que nous dit ce monsieur sur l'expertise de l'écriture, c'est que cette dernière peut être définie par rapport à des éléments déterminés, mesurables, comme le trait et les espaces. Et c'est sur ces données mesurables que travaille l'expert en écritures, pour déceler les rapprochements, détecter les faux, se prononcer sur les documents contestés. Il travaille sur les écritures manuelles mais aussi techniques, depuis la sténographie, la sténotypie et les machines, jusqu'aux imprimantes. Il travaille sur les encres. Il travaille sur les instruments scripteurs depuis le roseau et les plumes d'oiseau jusqu'au stylo à encre effaçable. Il travaille sur les papiers, les différentes méthodes utilisées pour les fabriquer et les moyens de les découvrir, grâce au microscope et aux rayons UV.

Tout cela est passionnant, quasiment ignoré et se lit de façon fort agréable. On aurait presque envie de se faire faussaire tant toutes les techniques de l'"art" nous sont clairement expliquées et que les pièges dans lesquels il ne faut pas tomber précisément décrits.

Gérard Morice

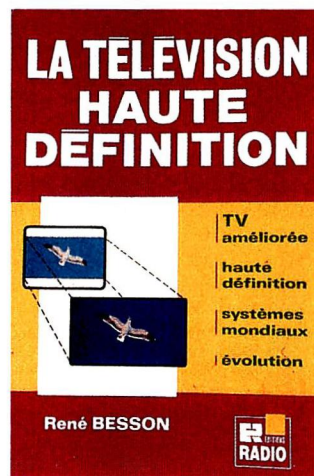
René Besson

La télévision

haute définition

Ed. Radio, 160 p., 150 F.

Dans moins de quatre ans, la télévision entrera dans l'ère de la haute définition. La disparition des systèmes actuels, SECAM, PAL ou NTSC, est déjà en cours. En technicien, et en dix chapitres, René Besson fait le point sur cette évolution, les problèmes qu'elle pose et les conflits qu'elle engendre : les bases de la télévision, les techniques modernes, le téléviseur, le



tube trichrome, les améliorations apportées aux téléviseurs actuels, le D2-MAC Paquets (nouveau standard de télévision), la télévision haute définition, les systèmes HD-MAC européen, japonais Hi-Vision, et ceux en étude aux Etats-Unis.

Roger Bellone

Littératures

Les grands atlas Universalis, 436 p., ill. n. & coul., 580 F (prix de lancement), puis 630 F dans le commerce.

Titanesque entreprise que celle dont les éditions Universalis viennent de nous livrer le produit : un atlas qui dirait tout sur les littératures. Comme la littérature n'est pas notre objet, nous n'en parlerions pas, si ce "mégatlas" ne traitait aussi de science, de communication, d'ethnologie, d'anthropologie, de linguistique, etc.

Les thèmes traités sont les formes littéraires, la littérature de la voix, les espaces de l'écrit, les figu-

res de l'écriture, la lecture et ses publics, enfin, les commerces de la littérature. Comme tous les ouvrages de ce genre, qui sont à la fois très ambitieux, à prétentions totalitaires et rédigés dans des temps records (au XVIII^e siècle, il nous semble, un Diderot y eût consacré bien des années, avec toute une équipe), celui-ci comporte du meilleur et du douteux, parfois du pire.

Le meilleur est constitué par les informations purement historiques, sans parti pris interprétatif. C'est, en effet, une excellente idée que d'avoir consacré une grande section aux traditions orales, qui ont joué un si grand rôle dans les premiers siècles des grandes cultures. C'est ainsi qu'Homère tout entier fut d'abord transmis par des bardes qui savaient par cœur les milliers de vers de l'*Odyssée*. La tradition orale n'est certes pas morte en Afrique, ni en Asie, par exemple, et voilà une belle occasion de rappeler que ce n'est pas parce qu'on ne pratique pas le langage écrit, ni les livres, qu'on est "inculte", notion tout à fait réductionniste et moderne.

Autre exemple de valeurs qui nous semblent solides : c'est le texte sur les littératures arabes, qui rappelle le rôle déterminant de l'exégèse coranique et de la philologie dans l'expansion de la langue arabe (car, on tendrait parfois à l'oublier, l'arabe s'est imposé à des peuples qui ne parlaient pas arabe autrefois, comme dans le Sud-Est asiatique, grâce au Coran).

On ne peut évidemment pas tout citer, mais enfin, nous voulons dire qu'on trouve là des notions proprement encyclopédiques, qui font référence, et qui sont suffisamment claires pour être comprises de tout le monde, et suffisamment compétentes pour justifier l'ambition encyclopédique.

On trouve également des données assez frappantes ; en 1988, dans les prêts de livres au public en France, ce sont les romans qui venaient en tête, avec quelque 40 % du total, et les sciences qui faisaient figure de parents pauvres, avec 1,5 %.

Tout aussi frappant est le fait que les plus gros emprunteurs sont les cadres supérieurs (18,5 %) et les plus faibles, les agriculteurs (avec 0,01 %). Sans doute faudrait-il tempérer ces chiffres par des

données sur l'accessibilité des bibliothèques de prêt dans les campagnes. On voit évidemment assez mal un agriculteur parcourir vingt kilomètres à cinq heures du soir pour aller emprunter un livre, même s'il en a envie.

Il est un tableau qui ne nous a pas vraiment convaincu, c'est la double page sur l'alphabétisation dans le monde. On y voit que les États-Unis, l'Europe et l'URSS bénéficieraient de taux d'alphabétisation de 90 à 100 %. Or, ces taux ne correspondent pas du tout aux chiffres que nous avons eu à maintes reprises l'occasion de citer dans ces pages. Nous serions fort surpris que, dans certaines républiques soviétiques et dans certains États américains, le taux en question avoisine les 100 %. Des études faites en France indiquent qu'on doit compter avec des taux d'alphabétisme concernant presque 20 % de la population. Peut-être l'Universalis elle-même bien fait d'y regarder à deux fois.

Le moins bon, qui atteint parfois le pire ou le cocasse, réside dans des considérations "modernes", telles que les développements inspirés de Julia Kristeva sur l'"inter-textualité", la "métatextualité" et l'"hypertextualité", qui nous rappellent furieusement les évolutions verbales de Vadius et de Trissotin dans *les Précieuses ridicules*. Pour éclairer la lanterne du lecteur, sachez qu'on appelle "inter-textualité" (quand on l'appelle, car il vaut mieux que cette notion fasse comme le chien de Jean de Nivelle et ne vienne pas) le fait qu'un texte comporte des éléments d'un autre. Or, c'est l'évidence la plus banale, tout texte comporte des expériences, des idées, des mots et des structures linguistiques empruntés à d'autres.

On trouve également des provocations "à la mode", telles que celles-ci, sur l'avenir des littératures : « Depuis Dada, le passé doit être dynamité si l'on veut que l'histoire connaisse une phase d'innocence radicale. » Voudrait-on dire qu'il faut supprimer Homère, Tacite, Stendhal, Balzac, Rimbaud, Nietzsche, tout ce qui a été écrit au cours des siècles précédents pour arriver à l'"innocence" ? Quelle innocence ? L'inculture et la bêtise ? Qu'obtiendra-t-on avec des troglodytes et des ilotes qui arrive-

raient à peine à bégayer des passagers de Dallas ?

Nous ne ferons pas compliment aux autorités de l'Universalis, qui tient toujours, apparemment, sa petite couche d'idées faussement révolutionnaires, la même couche qui lui fit tort dans la première édition de son Encyclopédie. Aller dire aux gens, en somme, que l'objet de l'ouvrage même dans lequel figurent ces propos et qu'on vend 630 F est à détruire, c'est véritablement mépriser son public. Mais admettons qu'il s'agisse là d'une bavure.

Evidemment, le papier est beau, les illustrations superbes, l'impression parfaite et il faut un lutrin pour lire cette somme. Comme on l'a dit, on se rabattra sur le "solide" et l'on négligera les soupes à la grimace qui gâchent ce beau menu.

G.M.

Edward Goldsmith, Nicholas Hildyard, Peter Bunyard, Patrick McCully

5 000 jours pour sauver la planète

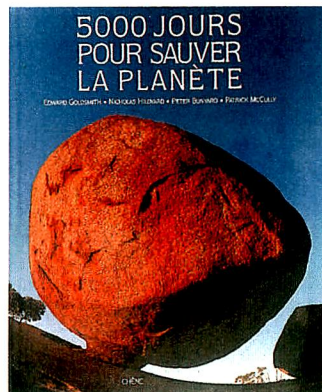
Ed. du Chêne, 288 p., 250 F.

Edward Goldsmith, Nicholas Hildyard

Rapport sur la planète Terre

Stock, 480 p., 298 F.

Le premier ouvrage est un inventaire des dégradations de la Terre que proposent Edward Goldsmith et son équipe, de la revue britannique *The Ecologist*, une des meilleures sur l'environnement. Tous les milieux (forêts, déserts, océans, récifs coralliens, etc.) sont passés en revue. La vie, qui avait noué avec l'eau, l'air et les minéraux, des liens d'équilibre, cette vie est malade.



Nos sociétés industrielles se sont emparées de la Terre et de ses ressources sans respecter cet équilibre. Les avertissements prodigués depuis des années semblent inopérants : l'Afrique a perdu près de la moitié de ses forêts tropicales. Un programme démentiel consistant à détourner des fleuves pour irriguer les régions voisines, a signé l'arrêt de mort de la mer d'Aral en URSS (elle a rétréci de plus de moitié en vingt ans). Dans nos pays, la terre est gavée d'engrais qui polluent les nappes d'eau souterraines.

Peut-on encore enrayer le mécanisme destructeur que nous avons déclenché ? Oui, concluent les auteurs, mais uniquement grâce à des actions individuelles et à condition d'agir très vite.

L'ouvrage est une encyclopédie de l'écologie, les schémas sont vraiment explicatifs, les photos sont somptueuses et le texte, riche en anecdotes, est d'un très bon niveau scientifique, tout en restant plaisant. Le prix, enfin, est très raisonnable.

Le second ouvrage, moins luxueux, est un complément du précédent, car il fournit l'explication détaillée de 400 mots clés en matière d'environnement, parmi lesquels la chimie et le nucléaire occupent une place de choix. Du cap de La Hague à la dioxine, en passant par Minamata et Tchernobyl, il recense tous les événements qui ont marqué l'ère industrielle.

Jacqueline Denis-Lempereur

Gabriel Gohau

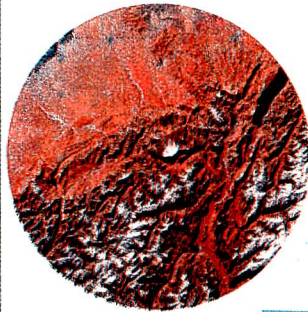
Une histoire de la géologie

Le Seuil, 288 p., 37 F.

Pour reprendre les termes mêmes de l'auteur, c'est « une histoire de l'histoire de la Terre » qu'il nous propose, c'est-à-dire qu'il s'attache à l'évolution de la géologie plutôt qu'à celle de la minéralogie. Il met ainsi l'accent sur « les débats philosophiques » qui ont permis de reconstituer l'histoire et la formation de notre globe. Le livre débute donc par les mythologies pour aller aux discours scientifiques, en passant par les cosmologies religieuses et les légendes. Et c'est un véritable récit, des plus passionnants, que nous propose l'auteur, débutant avec le premier

Gabriel Gohau

Une histoire de la géologie



étonnement du profane découvrant la présence de coquillages dans les sols du sommet des montagnes, pour parvenir aux analyses qui ont conduit à l'élaboration de la tectonique des plaques.

Roger Bellone

Anne Bacus

Pour maîtriser les tests de recrutement

Marabout, 158 p., 28 F.

L'auteur, pourtant docteur en psychologie, n'y va pas par quatre chemins. Hormis les psychologues qui les fabriquent ou les font passer et les candidats embauchés grâce à eux, il n'y a pas grand monde pour défendre les tests de recrutement, constate-t-elle. Mais ils sont là, ils sont utilisés. Il s'agit donc de les passer le plus positivement possible. En faisant face aux deux difficultés qu'ils créent chez les candidats. La première d'ordre affectif. La seconde d'ordre intellectuel. Et pour cela, une seule solution : la préparation, c'est-à-dire l'information et l'entraînement. Tel est l'objectif clairement défini de ce petit livre.

Certes, d'autres ouvrages disent et font la même chose. Ils ont actuellement tendance à fleurir, mais on n'enfoncera jamais assez le clou. Certes, c'est un manuel de plus, mais il n'y en aura jamais assez. A ce rythme, les psychologues vont devoir changer leurs batteries de tests : ils ne seront plus valables. Chacun s'y sera préparé et saura comment y répondre.

Alors, les demandeurs d'emploi cesseront d'être persécutés ; le lé-

gislateur aura peut-être le temps de mettre un peu d'ordre, d'efficacité, de morale, et d'introduire le respect de la personne humaine dans ce qui n'est actuellement qu'un fatras confus et qui ne peut s'appuyer sur aucune donnée scientifique ni rationnelle.

Gérard Morice

André Boucherle

Histoires et légendes du médicament

Editions de santé, 19 rue Louis-le-Grand, 75002 Paris, 285 p., 120 F.

On peut craindre que ce petit livre sans prétention, écrit avec une bonne documentation et une plume alerte, ne connaisse pas la gloire des grands tirages. Et pourtant, il se lit d'une traite et l'on y apprend bien des choses : que l'aspirine est connue depuis Hippocrate ; que l'origine des sulfamides fut la recherche sur les colorants et que leur découvreur, l'Allemand Domagk, fut contraint par la Gestapo de renoncer à son prix Nobel ; que le dopage sportif est apparu au début du siècle...

G.M.

Claude Nuridsany,
Marie Perennou,

Masques et Simulacres le mimétisme dans la nature

Du May, 160 p., 390 F.

Maurice Pomarède

La couleur des oiseaux et ses mystères

Armand Colin, 160 p., 260 F.

Fascinés par les beautés de la nature, les biologistes cherchent à les comprendre et à percer le secret de leur genèse et de leur devenir. « Hélas, font observer Claude Nuridsany et Marie Perennou dans *Masques et Simulacres*, nous ne disposons [pour cela] que d'une clé à notre troussseau, une clé usagée qui n'ouvre pas toutes les serrures. Elle se nomme théorie de l'évolution et fut forgée par Charles Darwin voici bientôt un siècle et demi. »

Deux livres illustrent à merveille comment cette évolution des espèces est à l'origine des plus fastueux spectacles de la nature : *Masques et Simulacres*, le mimétisme

dans la nature, déjà cité ci-dessus, et la *Couleur des oiseaux et ses mystères* de Maurice Pomarède.

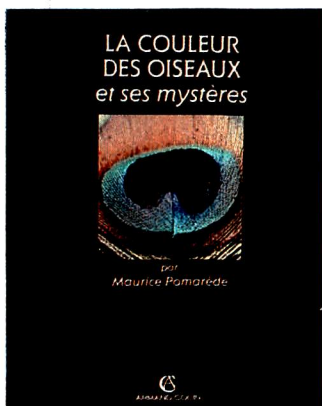
Le mimétisme d'abord. Serait-il l'un des grands moteurs de la vie animale et végétale ? Claude Nuridsany et Marie Perennou posent la question d'une façon magistrale, par le biais de la photo et d'une approche poétique dont ils sont des maîtres incontestés. Ils s'appuient pour cela sur quatre formes de mimétisme :

- la course vers l'invisible, utilisant le camouflage pour se cacher tel le caméléon à la robe changeante ;
- l'intimidation et la diversion, attitudes de défense face à un agresseur qu'il faut obliger à renoncer. C'est par exemple le chat qui dresse sa fourrure pour paraître plus gros qu'il n'est, ou le lézard qui, pour pouvoir fuir, mutile sa queue et l'abandonne à son assaillant ;
- les signaux d'alarme et fausses alertes destinés à prévenir. Tels ces papillons portant des couleurs vives pour éloigner les oiseaux, ou bien les criquets pèlerins en migration dans le désert dont la parure multicolore leur permet de se repérer et de se grouper ;
- le déguisement des plantes pour se cacher (plantes-cailloux, par exemple) ou pour attirer les insectes qui leur serviront de nourriture (plantes carnivores) ou assureront leur fécondation en transportant le pollen (orchidées).

Près de 120 photos illustrent ces comportements du monde vivant procédant de la tromperie et du simulacre. Le livre n'en est pas pour autant un simple miroir. « La seule contemplation des jeux subtils de la nature ne saurait combler notre besoin de comprendre. Nous cherchons désespérément, écri-

vent les auteurs, quelles clés nous permettraient d'entrevoir la genèse et le devenir de ces processus alambiqués, de ces ruses éprouvées qui maîtrisent tous les registres de l'illusion visuelle. » Ils la trouvent, nous l'avons vu, dans la théorie de l'évolution. Mais comme scientifiques (tous deux sont biologistes), ils savent ses limites et rappellent qu'« elle ne séduira pas tous les lecteurs comme elle ne fait pas l'unanimité parmi les biologistes ».

Pour Maurice Pomarède, également biologiste (et ornithologue), les choses semblent a priori plus claires : « L'acquisition par les oiseaux de couleurs voyantes et de plumages somptueux est l'aboutis-



sement d'une longue évolution... Les oiseaux peuvent user de la couleur comme d'un langage et leurs parades nuptiales peuvent être d'une grande richesse... L'enrichissement du plumage des oiseaux, à la fois parure et langage, est l'une des plus belles réussites de la sexualité. » En fait, il est parfois saisi du même doute que Claude Nuridsany et Marie Perennou : « Seule l'adaptation à de nouvelles conditions climatiques semble expliquer la présence d'oiseaux de couleurs vives aux confins du désert australien ou en haute montagne. »

C'est que les problèmes posés sont extraordinairement complexes. Et cette complexité est affirmée d'emblée dès l'avant-propos, car « l'acquisition de riches couleurs suppose la mise au point de chaînes de réactions chimiques et d'un système de contrôle veillant à leur déroulement de manière à

adapter la couleur à chaque région du plumage, à chaque plume ou presque. » De ce fait, l'auteur est conduit à rappeler des notions de physique et de génétique (optique, théorie des couleurs, pigments caroténoïdes, mélanines et autres, lois de Mendel, etc.). Elles interviennent progressivement, en liaison avec les divers chapitres : la *Couleur chez les oiseaux*, *Couleur et mode de vie*, *Couleur et Sexualité*, *Hérédité de la couleur*, *Variétés de couleurs chez les oiseaux d'élevage*. Ce dernier chapitre est peut-être l'un des plus importants, car cet élevage a permis une étude suivie des mutations ayant donné naissance à des variétés nouvelles, renseignant sur les principales étapes de la mélanisation et leurs contrôles, montrant comment a pu naître la couleur.

Cet excellent ouvrage, qui éclaire d'un jour nouveau un domaine peu connu de l'ornithologie, est largement illustré de schémas très clairs et de photos en couleurs et s'achève par un glossaire.

Roger Bellone

Alain Pons, Jean-Baptiste Diamond, Jacques Delpech **Camargue sauvage**

Glénat, 154 p., 280 F.

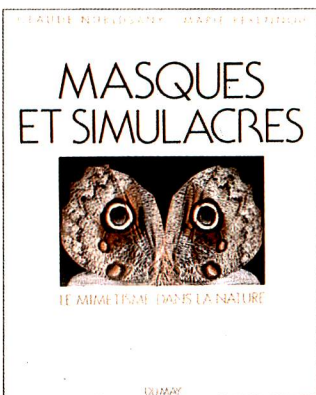
Jadis pays de forêt, la Camargue ne compte plus aujourd'hui que des arbres disséminés. Plus de la moitié de son territoire a été progressivement occupée par l'agriculture et l'industrie.

L'été, elle est envahie par des centaines de milliers de touristes. Le combat acharné d'un petit nombre d'hommes a cependant permis de sauver quelques espaces sauvages, notamment par la création de la Réserve nationale de Camargue et du Parc naturel régional de Camargue.

C'est cette Camargue sauvage, avec ses fleurs, ses insectes, ses chevaux et, surtout, ses oiseaux admirables, que nous montrent les auteurs...

Le livre est principalement un album de photos en couleurs. Prises par des spécialistes de la chasse photographique, ces images sont des chefs-d'œuvre du genre. Elles montrent essentiellement la vie de cet univers animal secret.

Roger Bellone



NIAGARA

AVEC **NRJ**



JANVIER :

11 TROYES
12 AUXERRE
13 NEVERS
16 LE MANS
17 REIMS
18 BOULOGNE/MER
19 LE HAVRE
22 ROUEN
23 LILLE
24 HAZEBROUCK

25 SOISSONS
27 NIORT
28 MAYENNE
29 BORDEAUX
30 TOULOUSE
31 MONTPELLIER

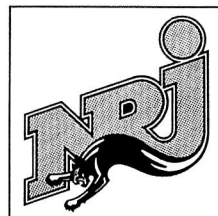
FEVRIER :

2 NICE
4 LYON
8 AVIGNON
11 VOIRON

12 ANNECY
14 BESANCON
15 DIJON
16 MULHOUSE
18 STRASBOURG
20 GENEVE
22 BRUXELLES

MARS :

7 LORIENT
8 BREST
9 NANTES



5 FEVRIER PARIS-ZENITH

Sciences humaines

28 F le numéro, 3 av. de la Fontaine
Ste-Marguerite, 89000 Auxerre.

Après des débuts un peu chaotiques et quelque peu artisanaux, notre confrère *Sciences humaines* vient de prendre, avec son n° 1 de la nouvelle série, une forme "professionnelle". Nous le recommandons donc une fois de plus et avec encore plus de force à ceux de nos lecteurs qui déplorent que nous ne consacrons pas assez d'articles à ces sciences.

Il y a peu, dans la presse française, de revues de sciences humaines pour grand public. Ces sciences ne sont traitées que dans des publications spécialisées, et dans un style qui en interdit l'accès à ceux qui ne sont pas du sérail et qui ne maîtrisent ni le langage, ni les concepts, ni la méthodologie des initiés, mais qui voudraient quand même savoir, par exemple, quelle différence il y a entre anthropologie et ethnologie, à quoi servent l'une et l'autre, ce qu'est (ou plutôt, fut) le structuralisme, et pourquoi des auteurs

tels que Braudel, Dumézil, Foucault, Barthes, Derrida, Baudrillard, Debord, Lyotard exercent une si grande influence sur la pensée contemporaine.

C'est à quoi s'emploie *Sciences humaines*, avec une bonne volonté évidente (les directeurs sont des "échappés" du monde académique, ils ne sont donc pas les plus mal placés pour cela). Les sujets sont bien choisis et le langage est généralement accessible à ceux qui veulent bien consentir à un minimum d'effort. Au sommaire du n° 1, on trouvera, outre un dossier sur Edgar Morin émaillé de pensées scintillantes sur l'écologie, la "vulgarisation" et la supériorité du roman sur l'histoire conceptuelle (enfin, quelqu'un qui le dit !), une description de l'Ecole des annales, une autre de l'INED, des notes d'actualité qui font regretter qu'on n'ait pas plus de cinquante grandes pages. C'est quand même pas mal pour entrer dans l'histoire des idées qui font notre époque. La revue sera disponible en kiosque à partir du 15 de chaque mois. G.M.

Alexander Kohn

Par hasard ou par erreur ?

Eshel, 23 rue St-Ferdinand, 75017
Paris, 221 p., 135 F.

Consacré à l'étude de la chance et de la malchance dans les grandes découvertes scientifiques, ce livre traduit de l'anglais comporte du meilleur et du moins bon. Il rappelle ainsi certains faits très peu connus du public et même de beaucoup d'initiés, et en rapporte d'autres qui sont mieux connus et qu'il commente de façon un peu trop succincte. Et, travers classiques des Américains, il ignore totalement les Français.

On apprendra, en revanche, le nom barbituriques vient de ce que le premier d'entre eux fut découvert le jour de la Sainte-Barbe !

Contrairement à ce que le titre donnerait à supposer, ce n'est pas une réflexion sur les parts du hasard et de l'intuition dans la découverte et l'invention, mais bien plutôt un compendium d'anecdotes plus ou moins bien agencées par quelqu'un qui est de la partie. G.M. ▲

Développez votre mémoire...



... avec la méthode
CHEST

Savez-vous qu'il est possible d'acquérir très vite une mémoire souple, fidèle et infaillible ? Pour exploiter les immenses possibilités de votre mémoire, il faut appliquer une bonne Méthode, et tout devient facile : apprendre les langues étrangères, retenir les numéros de téléphone, les références, les noms propres, les textes, les formules... et même les nombres les plus compliqués, toutes ces choses utiles, indispensables pour quiconque veut passer un examen, améliorer ses relations sociales, familiales, réussir vraiment sa vie professionnelle. Une telle Méthode existe ! c'est la METHODE CHEST, diffusée depuis 1955 dans le monde entier. Claire, pratique, agréable à lire (l'auteur possède un grand sens de l'humour !), elle est basée sur l'intelligence, donc accessible à tous, de l'adolescent au retraité. Pour en savoir plus et tirer, vous aussi, le meilleur parti possible des surprenantes capacités de votre mémoire, découpez et remplissez le bon ci-dessous.

INSTITUT PSYCHOLOGIQUE MODERNE

445, boulevard Gambetta - 59200 TOURCOING

GRATUIT ET SANS ENGAGEMENT

à retourner à I.P.M. - 445, boulevard Gambetta - 59200 Tourcoing

Nom Prénom

Date de naissance

Adresse

Code postal Ville

Il est entendu qu'aucun démarcheur ne me rendra visite.

OUI ! Je désire, moi aussi, développer les possibilités de ma Mémoire, et recevoir la superbe brochure couleurs "Votre Mémoire ? Une Question de Méthode", qui me montrera comment y arriver rapidement. Je joins à ma demande 2 timbres à 2,30 F ou 2 coupons-réponse internationaux.

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

VIDEO

L'intelligence artificielle dans un camescope



Si, à première vue, le camescope PV EM 100E 8 mm que vient de lancer Pentax (prix : 9 900 F) se caractérise par sa forme horizontale semblable à celle d'une paire de jumelles, c'est par son équipement électronique qu'il se distingue essentiellement. Celui-ci introduit en effet dans le système de mise au point automatique une dose d'in-

telligence artificielle.

Ainsi, un programme informatique de traitement des informations fournies par l'exploration des points nets et flous de l'image de visée, permet de déterminer la mise au point pour le sujet principal. L'algorithme utilisé a été conçu pour balayer le champ comme le fait l'œil en allant du centre vers la périphérie et en se fixant sur le sujet principal reconnu comme tel par la présence de divers éléments (position, surface relative occupée, mouvement...). C'est ce système qui permet aussi la compensation automatique de l'exposition s'il y a contre-jour. La balance des blancs automatique fait intervenir 64 zones distinctes permettant une correction de couleur très précise.

PHOTO

La mise au point automatique en macro avec soufflet

L'arrivée des montures spéciales, très complexes, destinées aux reflex à exposition et mise au point automatiques (autofocus) a sérieusement compliqué la vie des fabricants d'accessoires, notamment de ceux qui produisent des systèmes pour la chasse photographique et des soufflets de photomacrographie. C'est le cas de Novoflex, qui commence aujourd'hui à commercialiser des accessoires adaptés à cette mise au point automatique avec deux soufflets destinés, l'un aux boîtiers Minolta Af, l'autre

aux boîtiers Canon EOS. Intégrés entre l'objectif et le boîtier, ces soufflets permettent de varier le rapport de reproduction à l'aide d'un système de rails. Des contacts électriques conservent les automatismes d'exposition. Les objectifs Canon EOS intégrant le moteur de mise au point, celle-ci est maintenue avec le soufflet. Observons encore que pour les boîtiers Nikon et Pentax, qui ont conservé la baïonnette d'origine, l'utilisation des soufflets classiques Novoflex ne pose aucun problème.

VIDEO

Un lecteur de vidéodisque à télécommande

Le Laserdisc CDV 400, dernier des vidéodisques de Philips, regroupe les perfectionnements les plus récents apportés par la technologie : lecture par trois rayons laser assurant un meilleur suivi de la piste, filtrage numérique à quadruple échantillonnage avec double convertisseur numérique-analogique 16 bits et clavier numérique facilitant le choix des séquences à lire.

Il peut jouer aussi bien les disques compacts audio de 8 et 12 cm, que les disques vidéo avec son numérique de 12, 20 et 30 cm ou que les disques Laservision avec son analogique. Doté de la fonction *edit*, l'appareil permet, lors d'un enregistrement sur vidéocassette, de prendre en compte la durée de cette cassette afin de lui adapter le nombre et la durée des pages à copier. Certaines fonctions spécifi-

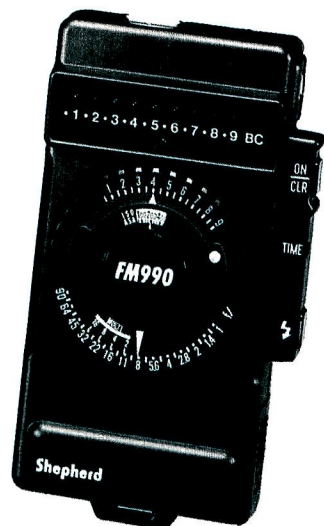


ques aux disques actifs sont assurées : arrêt sur image, recherche image par image, 10 vitesses de défilement... Les différentes fonctions s'affichent sur l'écran de télévision et peuvent être obtenues par télécommande. Prix : 4 000 F.

PHOTO

Un flashmètre à diodes

Une exposition exacte des photos au flash n'est obtenue à coup sûr qu'avec un flashmètre, instrument mesurant l'intensité d'un éclair. La firme Shepherd vient de lancer un modèle, le FM-990, qui, grâce au recours à des circuits intégrés, reste d'un prix abordable (1 700 F) tout en donnant des mesures précises au demi-diaphragme près. Conçu pour des sensibilités de 6 à 6 400 ISO et quatre vitesses d'obturation (1/60, 1/125, 1/250 et 1/500 s), il peut travailler en flashes multiples (jusqu'à 16 éclairs)



et en lumière ambiante, incidente ou réfléchie. Les diaphragmes utiles entre 1:1 et 1:90 sont indiqués par diodes, avec affichage par demi-diaphragme. Doté d'un signal de surexposition, il fonctionne avec une pile de 9 V (coupure automatique en cas de non-utilisation).

“La vie dans la rue”, thème d'un concours de photographies organisé par le Musée français de la photographie, jusqu'au 15 mars 1991. Divers prix, dont un vase de Sèvres offert par le ministre de la Culture, seront attribués (Musée français de la photo, 78 rue de Paris, 91570 Bièvres).



VIDEO

Effets spéciaux sur un mini-camescope

Saba, filiale de Thomson, ne commercialisait jusqu'à présent que des caméscopes VHS-C réalisés par JVC. Face au succès du 8 mm en vidéo, Saba a choisi de diversifier ses produits en lançant le Pro-8, un caméscope 8 mm fabriqué par Hitachi. Très compact, pesant 750 g avec sa batterie, il offre cependant de larges possibilités dans le domaine des trucages et du montage : obturateur à 6 vitesses (de 1/50 à 1/10 000 s), fondu au noir, intervalomètre (1 s d'enregistrement toutes les 30 s, 60 s, 2 ou 5 min), insertion d'image et de son, deux pages de titres. Le son est monophonique mais de qualité FM. Le capteur d'image sépare 320 000 points. La mise au point peut être automatique ou manuelle, tandis que l'exposition et la balance des blancs restent toujours automatiques. Prix : 8 990 F.

PHOTO

Changement de couleurs pour les films Konica

Avec l'arrivée de cinq films polychromes, la gamme des émulsions Konica a reçu des améliorations sensibles portant sur le pouvoir de résolution et sur le rendu chromatique (notamment — selon une tendance générale actuellement — avec des couleurs plus vives). Ces films comprennent quatre négatifs Konica Color et un inversible pour diapositives Konica Chrome R100. Ce dernier, d'une sensibilité de 100 ISO, convient à la photo courante. En ce qui concerne les négatifs, les

Konica Color SR 200 et Super SR 100 (respectivement 200 et 100 ISO), sont également destinés aux prises de vues ordinaires, leur tolérance de pose étant très étendue, en particulier en surexposition. Le Konica Color SR 400, de 400 ISO, convient dans les faibles lumières et tolère bien une sous-exposition légère. Le Konica SR 200 Professionnel, de par sa capacité à restituer les hautes et basses lumières, est un film conçu pour les photographes exigeants.

AUDIOVISUEL

Un appareil de photo-vidéo enregistrant le son

Si Canon reste la seule firme ayant commercialisé en Europe un appareil de photo magnétique grand public, les autres constructeurs japonais n'en continuent pas moins de présenter des prototypes ou des modèles professionnels. Ainsi Pentax a-t-il conçu l'EIC-70, un appareil capable de mémoriser 25 images au standard vidéo Hi-band avec, pour chacune, un commentaire de 20 s sur piste audio (ou de 10 s en haute qualité). Pour le reste, le Pentax EIC-70 offre des caractéristiques classiques : zoom 2,8-5,6 de 8 à 24 mm, capteur de 360 000 points-image et flash intégré. L'obturateur électronique couvre une plage de 8 s à 1/1 000 de s. La mise au point automatique à infrarouge se fait jusqu'à 60 cm du sujet et la balance des blancs est automatique et débrayable. Enfin, un écran à cristaux liquides indique soit la date, soit l'heure de prise de vue.

PHOTO

Des compacts 24 × 36 privilégiant la finesse d'image

Depuis environ sept ans le Contax T, appareil photo de moins de 300 g produit par Kyocera au Japon, est considéré comme l'un des meilleurs 24 × 36 compacts pour la définition de ses images. Il est vrai que son prix approche les 6 000 F ! Aujourd'hui, il est remplacé par deux modèles, les Contax T2 et T3 Super. Le premier est équipé d'un Sonnar Carl Zeiss 2,8/38 mm à 5 lentilles, alors que le T3 possède un Tessar Carl Zeiss 2,8/35 mm à 4 lentilles. La réputation de ces deux types d'objectifs n'est plus à faire. La conception des deux boîtiers est assez différente.

Le T2, en titane et fibres de verre, comporte un obturateur automatique (1-1/500 s), la mise au point automatique ou à réglage manuel et l'affichage programmé de la sensibilité de 25 à 5 000 ISO. Sur le T3, les vitesses s'échelonnent de 1 s au 1/630 s et les sensibilités vont de 64 à 1 600 ISO. Le boîtier est étanche à l'eau (tests réalisés par jets d'eau tombant de 500 m à raison de 10 litres par minute durant 5 minutes).

Les deux appareils possèdent un flash électronique, l'entraînement motorisé du film, une alimentation par pile au lithium et pèsent moins de 300 g.



IMAGERIE

Vers une résolution élevée pour la photo numérique

Alors que, dans le domaine de la photo électronique, la plupart des constructeurs japonais s'orientaient vers des systèmes sur disquette, Fuji, avec le concours de Toshiba, a mis au point un système de photo par mémorisation numérique de l'image sur carte à puce. Un premier prototype avait été conçu voilà trois ans. Aujourd'hui, Fuji présente deux prototypes plus perfectionnés sous la référence Fujix IM-8H (pour le grand public) et HC-1 à haute résolution (pour les professionnels).

L'appareil Fujix DS-H1 comprend un capteur à transfert de charges (DTC) de 390 000 points-image (permettant d'obtenir une résolution horizontale de 400 points par ligne), un zoom 3 x (équivalent à 40-120 mm en 24 × 36), un obturateur électronique (de 1/4 à 1/800 s) et un flash intégré (nombre guide : 9). La carte à puce pour l'IM-84 a une capacité de 8 mégabits (8,56 × 5,4 × 0,22 cm pour 25 g). Elle permet de stocker entre 5 et 20 vues, suivant le taux de compression du signal. Un lecteur (DP-H1) autorise la lecture sur écran, et un modem numérique (IT-H1) transmet les images par téléphone sans perte de qualité.

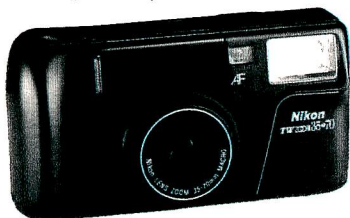
Le Fujix HC-1 est une caméra numérique dotée de trois capteurs de 2/3 de pouce comportant chacun près de 800 000 points-image et permettant d'obtenir une résolution verticale de 900 points par ligne et une résolution horizontale de 800 points par ligne. L'objectif est un zoom 4 x (équivalent à un 30-120 mm en 24 × 36) et l'obturateur électronique donne les vitesses de 1/15 à 1/250 s. Principalement destiné au stockage sur support informatique de documents (de 24 × 36 à 206 × 276 mm), le Fujix HC-1 est utilisé en banc titre. Une imprimante vidéo (Fujix VP-H1) permet des tirages papier à partir des cartes à puce.

PHOTO

Mise au point à la carte sur un compact 24 × 36

Dernier né des 24 x 36 de poche de Nikon, le TW Zoom 35-70 possède quatre fonctions de mise au point :

- mode universel : 3 rayons infrarouges explorent le champ à photographier, un calculateur déterminant la distance du sujet ;
- mode ponctuel : un seul faisceau, au centre du champ, permet à l'opérateur de choisir le sujet sur lequel la mise au point se fera automatiquement ;



- mémorisation de la mise au point, en maintenant le déclencheur enfoncé à mi-course et ce, dans les deux modes précédents ;
- mise au point sur l'infini pouvant être programmée par le photographe.

Par ailleurs, le fonctionnement du Nikon TW Zoom est largement automatisé : affichage de sensibilité de 64 à 1 600 ISO, variation de focale, exposition, flash, chargement et rebobinage. Le zoom 4-7,6 de 35-70 mm, constitué de 6 lentilles, est de bonne qualité (nous avons essayé l'appareil). Il permet une mise au point à 0,65 m. Une pile au lithium de 6 V assure une autonomie d'environ 20 films de 36 poses, dont 50 % au flash.

Grâce à un nouveau support, dont nous avons déjà parlé, il est possible de réaliser des œuvres "visibles" par tous. L'Art Graphique Tactile s'expose du 4 au 15 janvier, sauf dimanche, au palais de l'Unesco (accompagnement prévu pour les personnes aveugles), 7 place Fontenoy, 75007 Paris.



VIDEO

Un caméscope adapté au montage

La gamme des caméscopes autorisant certains effets spéciaux ne cesse de s'élargir. C'est ainsi que JVC vient de présenter le GR-65E, un modèle pour cassette VHS-C permettant l'insertion d'image, l'animation et le doublage du son. Aservi à un magnétoscope de salon, il est utilisable pour le montage de séquences. Enfin, il possède un générateur numérique avec trois

pages de titres en couleurs (huit teintes disponibles) avec la possibilité d'inverser la couleur de l'image et du titre.

Parmi les autres caractéristiques, mentionnons un zoom deux vitesses et un capteur séparant 420 000 points d'image. Il dispose aussi d'un obturateur à quatre vitesses (1/30, 1/125, 1/500 et 1/1 000 s).

VIDEO

La télévision dans votre voiture

Le téléviseur de poche avec écran plat à cristaux liquides tend à devenir un appareil banal, même en Europe. Philips, qui après les Japonais avait déjà proposé divers modèles, vient de lancer le mini-téléviseur 4 LC 1000, pesant moins de 500 g, doté d'un écran de 10 cm de diagonale, séparant 112 086 points par image et capable de capter les émissions PAL ou SECAM (69 chaînes mémorisables). Dans quelques semaines, ce téléviseur pourra en outre être monté dans une automobile grâce à un kit spécial.

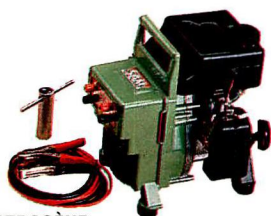
L'appareil peut encore être branché à un caméscope ou à magnétoscope. Six piles de type LR 6 lui offrent deux heures d'autonomie, mais une batterie rechargeable est disponible en option. Livré avec un



écouteur, un adaptateur secteur/chargeur de batterie et un adaptateur d'antenne extérieure, son prix est d'environ 6 000 F.



1
DES JUMELLES POUR VOIR LA NUIT
52 000 F,
chez Optilas S.A.,
C.E. 1422
91019 Evry Cedex



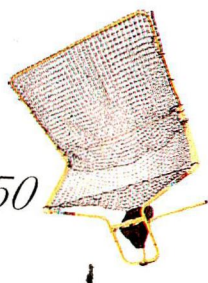
2
UN GROUPE ÉLECTROGÈNE PORTABLE

4 500 F, quincailleries et grandes surfaces bricolage

3
LENTILLES DE CONTACT À USAGE SOUPLE
480 F la trousse pour 3 mois de port, chez les opticiens



4
TENNIS À DOMICILE
2 965 F,
Winball France S.A.,
114 rue St-Georges,
69005 Lyon



1 La paire de jumelles Phébé permet de voir de nuit comme en plein jour. Elle possède à cet effet un intensificateur de lumière (dispositif multipliant électroniquement la lumière résiduelle réfléchi par les sujets, provenant de la lune ou des lueurs d'une ville). Cette jumelle assure un grossissement 2,5 x, un champ de 11°, et une mise au point de 20 m à l'infini. La jumelle Phébé pèse environ 2,250 kg et peut s'utiliser sur un trépied. Elle fonctionne avec deux piles de 1,5 V qui lui fournissent une autonomie de 20 heures.

2 Le groupe électrogène "GE 2" de Sam Outillage ne pèse que 6 kg (contre 35 à 70 kg pour la plupart des engins de ce type). Équipé d'un moteur deux temps de moins de 50 cm³, sa puissance atteint 200 W en 12 V, ce qui est largement suffisant pour l'alimentation d'une caravane, d'un bateau de plaisance ou pour la recharge d'une batterie de voiture.

3 Les Seequence sont des lentilles de contact d'un type nouveau proposées par la firme Bausch and Lomb. On peut, soit les porter nuit et jour pendant deux semaines, puis les jeter ; auquel cas, il faut les mettre à tremper la septième nuit pour les nettoyer. Mais on peut aussi les porter comme des lentilles normales, c'est-à-dire en les ôtant tous les soirs pour les mettre à tremper dans leur solution de nettoyage ; auquel cas, une même paire peut durer sensiblement plus longtemps (jusqu'aux premiers signes d'inconfort). Enfin, entre ces deux limites, on peut moduler les conditions d'utilisation à sa convenance. Elles sont en plastique très pur, hydrophile (38,6 % d'eau), résistant aux dépôts protéiques, à la déshydratation et à des milieux

agressifs (pH et températures extrêmes) ; ces lentilles très fines (0,035 mm d'épaisseur centrale) assurent une bonne transmission de l'oxygène, nécessaire pour le port prolongé. Les Seequence conviennent aux myopes (jusqu'à -9 dioptries), aux hypermétropes (jusqu'à +4 dioptries) et à certains presbytes.

4 Winball est le premier modèle de canon à balles de tennis utilisable chez soi. Véritable ball-trap de salon, il vous permettra de vous exercer à renvoyer correctement des balles d'où qu'elles viennent. Doté d'un moteur électrique et d'un lanceur pivotant, il tire, en effet, des balles dures ou en mousse dans toutes les directions (et non plus toujours dans la même, comme ses prédécesseurs). A vous de les réceptionner, donc, mais aussi de les renvoyer dans le filet de l'appareil. De là, elles tombent dans un panier, d'où elles sont acheminées vers le lanceur. Et ainsi de suite. Le Winball est démontable et tient dans le coffre d'une voiture. Dimensions ouvert : 1,90 m de haut pour 1,50 de large et 0,80 de profondeur.

5 Conçu en Angleterre par Sciences of Cambridge, disponible en France sous la référence "Microscope-microloupe Lensman", voici un microscope miniaturisé d'utilisation véritablement pratique. Ayant approximativement la forme d'une roue de 10 cm de large et de 2,7 cm d'épaisseur, pesant 250 g, il est doté d'un oculaire confortable avec œilleton en caoutchouc. Son système optique a été optimisé par ordinateur pour des grossissements de 80 et 200 fois (résolution de 4 micromètres) et comporte 9 lentilles en verre. Un prisme "plie" le faisceau lumineux afin de le contenir dans l'espace limité de l'instrument. Ce microscope de poche permet l'examen par réflexion ou par transparence, peut être monté sur un appareil photo ou sur un caméscope et peut se fixer sur pied. Il convient autant pour l'observation dans des laboratoires que dans la nature (botanique, géologie, etc.).

5

UN MICROSCOPE DE POCHE

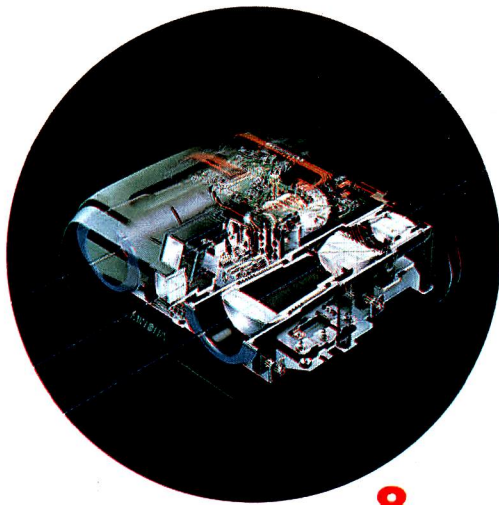
1 490 F,
chez C2S Distribution,
Le Brulay,
44580 Fresnay-en-Retz



6 Fabriqué dans un matériau contenant des tissus de verre et des silicones résistant à la cuisson (et à la congélation), le moule à gâteaux Flexipan va dans le four, ce qui est le moins que l'on puisse attendre de ce type d'ustensile. Aucune matière grasse n'est nécessaire : il suffit d'y verser la pâte. C'est déjà plus intéressant, quoique pas vraiment original. Pour démouler votre gâteau, et c'est là la nouveauté, Flexipan se déforme comme une écorce d'orange. Convient également au four à microondes.

7 Les conférenciers disposent maintenant d'un pointeur à laser (marque Optilas) pour désigner à distance un détail ou une inscription sur un tableau ou sur une projection. De la taille d'un crayon (155 x 11 mm), cet instrument émet un rayon lumineux produit par une diode laser (670 nanomètres et 5 mW). Alimenté par des piles, il s'éteint automatiquement après trois minutes d'inutilisation.

8 Pour l'utilisateur des nouvelles jumelles de Minolta, il suffit de viser le sujet et d'appuyer sur une touche pour obtenir une vision nette. L'image de l'objet visé se forme sur un capteur DTC (dispositif à transfert de charges, aujourd'hui courant dans les appareils photo autofocus) relié à un microprocesseur qui commande un micromoteur électrique. Les cellules du capteur émettent un courant électrique qui entraîne le micromoteur, lequel déplace un groupe de lentilles. Ce mouvement persiste jusqu'à ce que le capteur reçoive une image avec le plus grand écart de luminosité possible entre les points les plus clairs et les plus sombres de l'image. Là, les cellules n'émettent plus de courant. La mise au point est bonne, on peut prendre la photo. La netteté est obtenue de 2 m à l'infini avec le modèle 8 x 22 et depuis 2,80 m avec le modèle 10 x 25. Poids respectifs : 530 et 540 g.



8

PREMIÈRES JUMELLES AUTOFOCUS

Environ 2 500 F,
grandes surfaces
et magasins spécialisés

7

LA BAGUETTE LASER

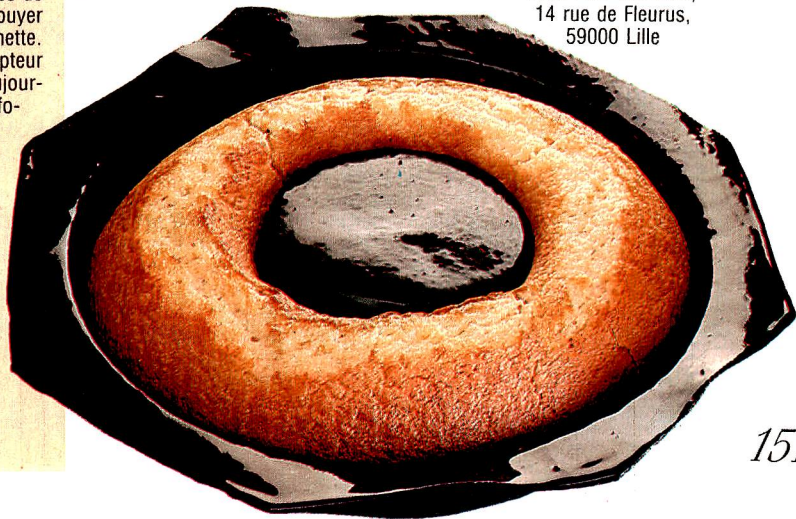
2 600 F environ,
chez Optilas,
c.e. n° 1422
91019 Evry Cedex



6

UN MOULE À GÂTEAUX SOUPLE

150 à 200 F,
chez Fred Gentholtz,
14 rue de Fleurus,
59000 Lille





9

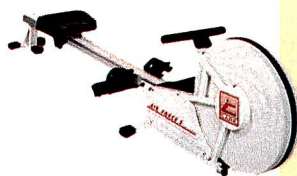
UNE IMPRIMANTE DANS VOTRE TIROIR

3 900 F,
revendeurs Canon et
magasins de bureautique

10

L'AVIRON EN CHAMBRE

4 990 F,
magasins
d'articles de sport



11

LA CARAFE QUI FILTRE L'EAU

170 ou 240 F la verseuse,
130 F les 3 cartouches,
magasins d'électroménager



LES OBJETS DU MOIS

9 Machines imposantes à l'origine, les imprimantes gagnent en compacité, au point de pouvoir se ranger dans un tiroir de bureau ou d'être utilisables en automobile. Ainsi en est-il de l'imprimante Canon BJ-10e, sans fil, alimentée par batterie rechargeable, pesant moins de 2 kg et mesurant 31 x 26 x 5 cm. Le système d'impression est dit "à bulles d'encre" : la tête de l'imprimante est dotée de 64 buses de 50 micromètres de diamètre chacune et munies d'une électrode chauffant le liquide afin de produire une gouttelette qui gonfle et, en éclatant, projette l'encre sur le papier. L'appareil est rapide et silencieux (45 dB), et la qualité d'impression approche celle des imprimantes à laser. Il est doté de huit polices de caractères et son bac contient jusqu'à 30 feuilles vierges.

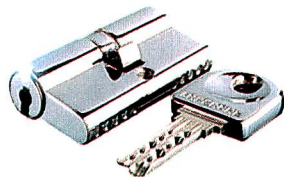
10 Afin de reconstituer le même type d'effort que celui nécessaire pour ramer sur l'eau, Air Force remplace l'élément liquide par l'air de la pièce où vous vous entraînez. L'appareil comporte à cet effet une roue à pales inclinées réglables, protégée par une feuille d'acier perforée. En tirant vers vous la poignée de l'appareil, reliée à la roue par un câble, vous entraînez celle-ci, qui, pour tourner, doit vaincre la résistance de l'air sur les pales. Cette résistance augmente à mesure que vous tirez plus vite et plus fort ; et cette augmentation est aussi progressive et souple que dans l'eau.

11 La carafe Brita permet de filtrer l'eau puisée à un robinet pas très sûr, à la fontaine ou dans le ruisseau lors d'une randonnée. L'eau est versée dans son couvercle en entonnoir muni d'une cartouche filtrante contenant du charbon actif imprégné de sels d'argent et un échangeur d'ions (billes de résine chargées en ions d'hydrogène). Au passage du filtre, l'eau est débarrassée de la plupart des substances nocives qu'elle contiendrait, telles que le calcaire, le

12

SERRURE INTERNE ET CLÉ INVERSIBLE

160 F le Loqueteau, chez Europ Innov,
B.P. 21, 78540 Vernouillet
230 F le Diam,
chez les serruriers spécialisés



plomb, le cuivre (à 95 %), le cadmium (à 80 %) et le chlore. Les sels d'argent de la cartouche éliminent les bactéries. Une cartouche dure de 3 à 4 semaines en usage quotidien (un indicateur permet de connaître son état de saturation). Attention : la carafe n'élimine pas les nitrates.

12

Vous vous êtes bouclé à double tour chez vous, derrière votre porte dotée d'une serrure multipoints, mais vous ne vous estimez pas suffisamment à l'abri d'un habile crocheteur. Europ Innov vous propose son Loqueteau Additionnel 50. Son intérêt ? Il est incrochetable, tout simplement parce qu'il est invisible de l'extérieur. Attention de ne pas perdre la clé ! La société Laperche, quant à elle, propose Diam, un cylindre de sécurité s'installant sur toute serrure à panneton DIN (norme européenne). Sa particularité ? Une clé réversible : à l'endroit comme à l'envers, elle pénètre dans la serrure. Utile dans le noir ou si vous ne trouvez pas vos lunettes. Chaque clé possède un numéro exclusif, et toute fabrication de clé supplémentaire ne peut s'effectuer qu'à l'aide d'une carte personnalisée à code magnétique. Diam est vendu avec trois exemplaires de clé.

13

Une tendinite ou une elongation peut se traiter par le froid. A cet effet, la société First a créé Dynamic Ice, un sachet isotherme contenant une substance spéciale à base de glycol-éthylène que l'on garde dans le freezer ou au congélateur (jusqu'à -18°C). Avant de l'appliquer sur une zone douloureuse, on glisse le sachet dans une pochette en tissu s'adaptant à la partie du corps à traiter : coude, genou, cuisse, etc. Ce tissu laisse passer le froid mais permet

Les textes des Echos de la vie pratique ont été réalisés par Roger Bellone, Pierre Courbier, Lionel Dersot, Laurent Douek, Habib Eljari et Christine Mercier.



14

**DES RASOIRS ÉLECTRIQUES
ÉTANCHES À L'EAU**

190 à 899 F, selon le modèle,
grands magasins et boutiques
d'objets de toilette

d'éviter la brûlure normalement occasionnée par le contact direct avec des corps aux températures inférieures à zéro. L'ensemble bande réfrigérante-pochette conserve une température négative pendant plus de quatre heures.

14 Panasonic vient de lancer une gamme de rasoirs électriques (6 modèles ES) utilisables aussi bien à sec qu'avec de l'eau et de la mousse. Ils peuvent également être rincés sous le robinet sans aucun risque, l'énergie électrique étant fournie par la batterie rechargeable ou par piles de 6 V. Nous avons testé le modèle ES 327 BK (temps de recharge 1 heure, indicateur de charge à cristaux liquides, grille acier/titane, poids 190 g, prix 899 F). Son efficacité est indéniable et un rasage très fin est obtenu en 3 ou 4 minutes. Le modèle le moins cher (ES-865H, 399 francs), possède les mêmes caractéristiques (sauf le moteur tournant à 8 500 tours/minute au lieu de 9 500 tours/minute). Il existe également un modèle féminin (ES-201, 105 grammes, 190 francs) assurant environ 7 épilations par charge.

15 Voici le Kangourou, bicyclette sans pédales, dotée d'une petite roue à l'avant et d'une plus grande à l'arrière, dont l'axe est décentré d'une dizaine de centimètres. Pour faire avancer le Kangourou, on balance son torse d'arrière en avant. Ce mouvement linéaire est transformé en mouvement rotatif par l'axe de la grande roue arrière, grâce, justement, au léger décentrage de son axe. Cette curieuse façon de faire du vélo deviendra-t-elle un nouveau sport ? En tout cas, elle a déjà enregistré deux records de vitesse : 39 km/h sur 100 m départ lancé, et 17,5 km/h de moyenne sur 25 km. En aluminium et tôle zinguée, le Kangourou pèse 15 kg.



13

LA DOULEUR SURGELÉE

900 à 1 000 F, chez First,
"Le Louisiana",
rue Roumanille, 83600 Fréjus



15

LE VÉLO SANS PÉDALES

2 000 F,
grandes surfaces
et magasins de cycles

POUR CEUX QUI VONT REFAIRE LE MONDE...

ABONNEZ-VOUS A **SCIENCE & VIE JUNIOR**

Chaque mois, **SCIENCE & VIE JUNIOR** vous fait vivre en direct et en couleur les dernières nouvelles de la planète. Avec **SCIENCE & VIE JUNIOR**, vous explorez les avancées des sciences et des techniques, vous participez à la grande aventure scientifique et vous en découvrez les exploits les plus ahurissants.

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner avec votre règlement
à **SCIENCE & VIE JUNIOR**

1, rue du Colonel Pierre Avia
75503 PARIS CEDEX 15

OUI

☐ C.E.N.
rcochez SVPI

Je m'abonne pour
1 an - 11 N°s à
**SCIENCE & VIE
JUNIOR**
200 F au lieu de
244 F*

OUI

☐ C.E.N.
rcochez SVPI

Je m'abonne pour
1 an - 11 N°s
+ 4 HORS SÉRIE à
**SCIENCE & VIE
JUNIOR**
289 F au lieu de
364 F*

*Prix de vente au numéro.

- Ci-joint mon règlement par chèque à l'ordre de **SCIENCE & VIE JUNIOR-BRED**.

NOM _____

PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____

VILLE _____

DATE DE NAISSANCE _____

SIGNATURE* _____

OFFRE VALABLE JUSQU'AU 28 FÉVRIER 1991 ET RÉSERVÉE À LA FRANCE MÉTROPOLITAINE
(*Signature des parents pour les mineurs).

JANV

LES TROUBLANTS TROUS BLEUS

(suite de la page 70)

tes des gouffres creusés par les eaux de ruissellement s'effondrent à la suite de l'érosion par les eaux de pluies. Les courants de communication les remplissent d'eau salée.

On s'avise aujourd'hui que les trous bleus sont des chambres de conservation des témoignages d'activités géologiques et peut-être aussi humaines des millénaires passés. Pour l'océanographe et archéologue Nicholas C. Flemming, il n'est pas exclu que des hommes aient autrefois habité les cavernes englouties. Il s'en est expliqué en 1982, aux Journées d'études de Monaco sur la plongée scientifique. En Australie, en Floride, en France (Villefranche-sur-Mer, grotte de Sormiou, près de Marseille), en Italie (Palinuro), des grottes englouties similaires ont été explorées à des profondeurs variant entre 20 et 50 m. On y a trouvé des preuves abondantes d'occupation au paléo- et au néolithique : ossements humains et animaux, coquillages, foyers, graines, pollens. Les couches de sédiments et d'éboulis qui renferment ces vestiges ont été préservées. En est-il de même aux Bahamas ? Les calculs des terres émergées d'après le calendrier cité plus haut ont établi qu'avant la montée des eaux, Andros représentait la partie culminante d'une île trois fois plus étendue que la Belgique ; il est possible qu'elle ait été habitée. On peut espérer que les couches sédimentaires soient restées intactes.

L'évolution récente des techniques et équipements de plongée doit permettre d'avancer beaucoup l'inventaire des trous bleus. Les plongées ont d'ailleurs repris à Andros et Grand Bahama, et l'on envisage de réamorcer l'exploration de Benjamin's Hole, cité plus haut, d'une autre cavité marine, Virgin Atlantic Blue Hole, et d'une grande cavité terrestre, Black Hole. Robert J. Palmer, expert en hydrologie et géomorphologie, a dépassé à Andros les 90 m de profondeur (ce qui dit bien la profondeur des trous en question) avec le mélange oxygène-hélium ; comme il est aussi bon photographe, il a rapporté des documents exceptionnels (couronnés par un prix Rolex).

En attendant d'autres progrès, on espère beaucoup des Rov, petits engins téléguidés à peine plus gros qu'un poste de télévision. Équipés de plusieurs moteurs pour la propulsion horizontale et verticale, en plus d'une caméra TV couleurs et d'un système d'éclairage, ils peuvent expédier en surface des images vidéo de fonds pour le moment inaccessibles à l'homme. C'est grâce à eux qu'on a pu photographier, par exemple, l'épave du *Titanic*.

Les trous bleus en apprennent donc bien plus sur le passé que les fables qu'ils ont inspirées.

Jean-Albert Foëx



Votre célibat : un choix ou le fait du hasard ?

Il y a forcément quelque part un être qui répond à votre idéal.

Pour que son chemin et le vôtre se croisent il faut rencontrer des personnes qui recherchent quelqu'un comme vous, mais dont la sensibilité profonde correspond à la vôtre. C'est cette aventure que vous pouvez connaître : découvrir des personnes dont le caractère, défini par une véritable étude psychologique, s'harmonise avec le vôtre.

La science vous passionne, un progrès dans un domaine aussi essentiel ne peut pas vous laisser indifférent.

"3000 COUPLES RACONTENT"

Un document passionnant. Des témoignages qui répondent à vos questions : "Les tests sont-ils utiles et exacts ? Et les taux de réussite ? Et l'Amour avec un grand A ?" (envoyé sur demande).

Pour recevoir une documentation complète, faites 3615 Code Ion sur votre Minitel ou retournez le coupon ci-dessous

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, sous pli neutre et cacheté, votre livret d'information en couleurs.

M., Mme, Mlle

Prénom Age

Adresse

■ PARIS (75009) 94, rue Saint-Lazare. Tél. : (1) 45.26.70.85.

■ TOULOUSE (31300) 16, rue Nungesser-et-Coli.

Tél. : 61.59.48.58.

■ BRUXELLES (1040) rue Belliard 205 BP 15.

Tél. : (02) 230.99.98.

■ GENEVE (1206) 4, route de Florissant.

Tél. : (022) 46.84.88.

SV 36



Ion International

Institut de Psychologie Appliquée fondé en 1950

Image Bank



LA CRÉATION
D'IMAGES CONCRÈTE
VOTRE IMAGINATION



GSE MPE 100S Regie Audio Vidéo



La MPE-100S n'a pas de limites. Grâce à elle, le passionné de vidéo entrera dans le monde de la post-production : montage vidéo, synchronisation et mixage du son, tirages, correction de l'image...

Avec le système de montage VITC la précision de la MPE-100S est de l'ordre de + ou moins 2 images.

Les caméscopes et magnétoscopes de formats différents s'adaptent sur la MPE-100S (VHS-8-SVHS-HI 8).

PRIX : **7990 F TTC***



A retourner après avoir complété
UNIVERSAL ELECTRONIQUE
23-29, rue Stephenson - 75018 PARIS

NOM

ADRESSE

Veuillez me faire parvenir :

☐ documentation sur vos produits

☐ liste des revendeurs

* prix de vente TTC maximum constaté au 30/11/1990

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 :

- o Examens européens de langues
- o Chambre de Commerce Etrangères
- o 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 5111
35, rue Collange - 92303 Levallois.

Tél. : (1) 42.70.81.88

SATELLITES EN LAISSE

(suite de la page 82)

télécommunications car l'ionosphère sert de couche réfléchissante pour les ondes courtes de la radio. Mais ce pouvoir réflecteur varie beaucoup avec la densité et le mouvement des ions, le champ électrique en altitude, les interactions dans les zones de transition de l'atmosphère, ou entre l'atmosphère et l'activité solaire, etc.

Une mesure solide de toutes ces données apportera donc beaucoup aux spécialistes des transmissions à longue distance. Elles permettront aussi d'affiner le modèle global de l'atmosphère, avec sa chimie corpusculaire et sa dynamique propre, et d'étudier des phénomènes comme le trou dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique.

Dans le même temps, ce type d'expérience pourrait aussi servir à connaître les conditions aérodynamiques de ces hautes couches où l'air est très raréfié. La navette spatiale ne fait que traverser très vite ces zones où l'on envisage de faire voler un jour des véhicules aérospatiaux. Le TSS au bout de son fil restera, lui, assez longtemps pour étudier la résistance, la traînée et la portance à très haute vitesse dans ces régions.

Il a même été prévu un ascenseur spatial pour relier la navette au TSS ; roulant accroché sur le filin, il permettra d'emporter des objets de l'un à l'autre. Cette boîte rectangulaire de 70 kg (65 x 65 x 105 cm), qui se promènera comme un téléphérique à 2 m/s, pourra aussi, s'arrêtant à un endroit donné, fournir un environnement à micropesanteur variable. L'ascenseur spatial inspectera le câble chaque fois qu'il roulera dessus et, en cas de défaut, il pourra faire une réparation d'urgence.

Chaque mouvement de l'ascenseur déplace le centre de gravité de l'ensemble, un peu comme un rameur s'agitant dans une barque. L'orbite est donc modifiée, mais de fort peu ici car la masse de l'ascenseur est petite par rapport à celles de la navette et du satellite. Mais si l'on met en jeu des masses nettement plus importantes, le décalage orbital prend une ampleur telle qu'il permet de faire du filin une véritable fronde à lancer des satellites.

Ce processus de transfert permettrait de récupérer au profit du satellite l'énergie normalement perdue par la navette lors de sa rentrée dans l'atmosphère. Le principe est le suivant : la navette est mise en orbite, puis le satellite est sorti des soutes par le mât de charge et on déroule le filin. Il n'y a aucun effort à fournir pour cela : comme nous l'avons dit, la différence entre force centrifuge et gravitation tend à écarter le satellite de la navette et assure la tension du fil. Plus on laisse le fil se dérouler, et plus le satellite s'éloigne vers l'espace. En même temps, la navette descend car le centre de gravité

des deux ne bouge pas, aucune force extérieure n'agissant sur l'ensemble. A mesure qu'il s'éloigne, le satellite tourne plus vite qu'il ne devrait, et la navette moins vite ; seul le centre gravité de l'ensemble tourne à la vitesse qui correspond à son altitude.

Quand on décroche le fil, le satellite est emporté sur une orbite encore plus haute à cause de l'énergie cinétique qu'il a acquise au bout du fil — au détriment de l'énergie cinétique de la navette qui s'est trouvée ralentie sans avoir à consommer le moindre carburant dans des rétrofusées. Il y a donc transfert d'énergie de l'un à l'autre. Le satellite, lancé comme une balle de fronde, monte sur une orbite haute en perdant de la vitesse et il se stabilise quand la force centrifuge due à cette vitesse devient égale à l'attraction gravifique à cette altitude.

La navette descend puisque sa vitesse est trop faible pour son orbite et elle se retrouve dans les hautes couches de l'atmosphère d'où il ne lui reste plus qu'à planer jusqu'à la Terre. Si les calculs sont bien faits — et en général ils sont réussis pour ce qui concerne les manœuvres spatiales — la navette revient au sol sans avoir dépensé d'énergie dans les habituelles séquences de freinage.

Qui plus est, le fil qui sert déjà de générateur électrique, et maintenant de propulseur spatial pour économiser le carburant, pourrait aussi jouer le

rôle de super-antenne pour les grandes ondes, les seules qui aillent sans peine d'un bout à l'autre de la Terre. Il s'agit en fait d'utiliser les interactions entre les électrons de l'ionosphère, le champ magnétique terrestre et le conducteur représenté par le câble.

Autres applications : les réservoirs de la navette ou les corps de fusées interplanétaires qui traînent en orbite autour de la Terre pourraient être regroupés et attachés pour former des radeaux. Deux radeaux seraient ensuite reliés par un câble et constitueraient un ensemble captif, qui pourrait servir de base satellisée ou de matériel expérimental pour tester diverses combinaisons de masses et de longueurs.

L'exploration des planètes pourrait également se faire avec des engins captifs : à partir d'un satellite principal en orbite autour de Mars ou de Vénus, on ferait descendre au bout d'un fil des sondes plus petites qui pourraient raser le sol ou étudier l'atmosphère. Ces observations faites de près seraient beaucoup plus riches en informations que les clichés ou les sondages menés de loin par le gros satellite.

Les prochains essais de satellite captif ouvrent donc des perspectives complètement nouvelles à l'astronautique. Jusqu'ici l'exploration spatiale se faisait en solitaire ; elle se fera maintenant en couple, avec tous les avantages que l'on peut attendre d'une telle association.

Renaud de La Taille

L'EUROPE A L'HORIZON **ECOLE INTERNATIONALE AÉRONAUTIQUE**

**VOULEZ-VOUS DEVENIR
PILOTE DE LIGNE ?**

**L'E.I.A. PEUT VOUS AIDER
A PRÉPARER VOTRE ENTRÉE
DANS LE MARCHÉ EUROPÉEN**

**STAGE PILOTE PROFESSIONNEL AVION,
QUALIFICATION DE VOL AUX INSTRUMENTS,
QUALIFICATION MULTIMOTEUR AUX ETATS-
UNIS.** (cours théoriques, (100 heures) formation
pratique, (200 heures de vol) tests en vol, documentation,
logement (6 mois).



COUT TOTAL POUR UN DEBUTANT : 85000 FF (coût basé sur 5,20 FF pour 1 dollar U.S.)

Cette formation est finançable par prêt étudiant

(EX : Prêt BNP 100.000 FF - franchise 1 an - remboursement sur 4 ans : 2660.07 FF mensuel)

E.I.A. 13, RUE DE MONTHYON 75009 PARIS
TEL. : (1) 48 24 08 46

DE VENEZ 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**

Nom FT7

Prénom

Adresse

C.P. Ville

BÂTIMENT ET TRAVAUX PUBLICS : À VOS CASQUES

(suite de la page 125)

une fonction commerciale. Les ingénieurs d'affaires ont ainsi des responsabilités multiples selon le secteur auquel ils appartiennent. Chargés de négocier des contrats à l'export, ces "monteurs d'affaires" proposent un projet (le plus souvent immobilier) à des investisseurs. Un poste où l'on rencontre aussi bien des jeunes ingénieurs que des cadres confirmés et où les connaissances en droit, informatique ou relations humaines peuvent faire la différence.

La demande en compétences complémentaires, qui rejoint la recherche de profils polyvalents, correspond aux exigences imposées par les nouveaux marchés. De la conception à l'assemblage, la construction devient aujourd'hui plus complexe (emploi de composites ciment/verre pour isoler les façades par exemple) et est soumise à des critères de qualité particulièrement sévères. L'habitat et les locaux d'entreprise deviennent en effet "intelligents" : le premier à cause de la domotique et le second en raison du développement des techniques de communication. Parallèlement, les ouvrages d'art sont toujours plus ambitieux (chaussées superposées et viaduc de l'A 40 entre Mâcon et Genève...) et entraînent dans leur sillage des entreprises hyperspécialisées qui relèvent tous les jours de nouveaux défis : réparation d'ouvrages en béton ou assemblage, vérification et entretien de structures de grande hauteur (grâce à des "pros" de l'escalade). Qui a dit que le B-TP était poussiéreux ?

Hervé Lhuissier



Pourquoi emprunter les cheveux des autres... n'allez pas chercher ailleurs ce que vous possédez déjà

la chirurgie esthétique
vous fera retrouver par une technique
simple - efficace et indolore
votre **VRAIE** chevelure
poussant naturellement souple et vivante,
s'éclaircissant au soleil et s'argentant avec
l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

**CLINIQUE DU ROND-POINT
DES CHAMPS-ÉLYSÉES**
(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)

61, AV. F.-D. ROSSVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM
ADRESSE

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

P. 1/2 : A. Fatras/Syga — P.F. Puech — DR — Napo — G. Kalt/Zefa — Boston
Globe — J. Everingham/Entrevu : p. 4 : F. Corne : p. 17 : R. Sabatier : p. 18 : E.
Malemarche — C. Valls/Jerrican : p. 19 : R. Sabatier : p. 20/21 : I. Correia — CNRI :
p. 22/23 : I. Python : p. 24/25 : J.C. Rémy/CNRI : p. 26/27 : Th. Bougot : p. 29 : M.
Dehoky : p. 30/31 : CNRI — A. Meyer/Doc Science : p. 34/35 : P.F. Puech —
Lauros-Giraudon : p. 37 : P.F. Puech : p. 38/39 : P. Koch/Rapho — B.O. Holmberg/
Gamma : p. 40/41 : A. Labrousse — D. Richard/Syga : p. 42/43 : B. Thomson/
Gamma — J. Everingham/Entrevu — P. Aventurier/Gamma : p. 44/45 : Scorselletti-
E. Vandeville/Gamma — J. Azel/Contact Press : p. 46/47 : F. Demulder/Gamma — Ph.
Morvan/Sipa : p. 48/49 : E. Carle/Zefa — Linton/Liaison Gamma : p. 50/51 : L.
Delahaye-Allred/Sipa : p. 52/53 : Napo : p. 54/55 : K. Hackenberg/Zefa : p. 56/57 :
C. Witt-Deguilleume : p. 58/59 : Coly/Jerrican — R. Moore/Cosmos — C. Witt-
Deguilleume : p. 60/61 : B. Chanson — Burlet/Sipa : p. 62/63 : G. LacZ/Sunset :
p. 65 : C. Viouard/Gamma — Poincet/Syga : p. 66/67 : P. Boursseiller-A. Fatras/
Syga : p. 69 : DR — H. Schmied/Zefa : p. 70 : A.F. Couloumy : p. 72/73 : Boston
Globe : p. 74/75 : Geosphere Project -IGN : p. 76/77 : Los Angeles Times — Boston
Globe : p. 79 : Genesis Space Photo Lib. : p. 80/81 : Hergé/Castelman — I. Correia :
p. 82 : Genesis Space phot. lib. : p. 87 : Doc. New Scientist : p. 89 : G. LacZ/Sunset
— Varin-Visage/Jacana : p. 91 : Y. Levy/Cosmos : p. 92 : E. Malemarche : p. 94/95 :
DR — I. Python : p. 96/97/98/99/100/101 : P. Jobert : p. 102/103 : photo Patrick —
C. Lacroix — Maquette Courat-Gaillard/SECA Chambéry : p. 104 : DR : p. 105/106/
107/108/109/110/111 : dessins N. Papanillades — photos DR : p. 112/113 : Napo :
p. 114/115 : G. Delpit : p. 117 : Napo : p. 119/120 : DR : p. 121 : J. Huar : p. 122 :
R. Sabatier : p. 127 : M. Toscas/Gal 27 : p. 129/130/131/132 : M. Roux-Sagel :
p. 138 : M. Toscas : p. 140/141/142/143 : R. Bellone : p. 146/147/148/149 : DR :
p. 150/151/152/153 : DR — E. Malemarche.

QUEL JOUR COMMENCE L'ANNÉE ?

(suite de la page 19)

mort. Tous les auteurs anciens, ou presque, et en particulier Suétone, s'accordaient sur ce point : Virgile était mort le 11 avant les calendes d'octobre sous le consulat de Cn. Sestius et de Q. Lucretius, c'est-à-dire le 21 septembre en 19 avant J.-C. Sachant qu'il était dans sa 52^e année lors de son décès (soit à l'âge de 51 ans), on en déduisait qu'il était né en 70 avant J.-C., et plus précisément aux ides d'octobre (le 15 octobre). Mais Virgile était né en calendrier préjulien ; à quel jour du calendrier julien correspondaient exactement les ides d'octobre ? Comme on le sait, avant la réforme de Jules César, les Pontifes, chargés du calendrier luni-solaire, réglaient les interactions de jours pour maintenir celui-ci en accord avec les saisons, du moins officiellement. En réalité, les interactions servaient plus à des fins politiques qu'astronomiques, les Pontifes ajoutant ou supprimant des jours à leur bon plaisir. La question que se posèrent certains était donc la suivante : en raison de la répartition hasardeuse des jours intercalaires, le 15 octobre préjulien avait-il la même signification que le 15 octobre julien ?

Ce n'était pas absolument sûr. D'autant plus que personne ne pouvait affirmer catégoriquement, en raison du manque de documents, que le 15 octobre était bien la date de naissance de Virgile : c'était peut-être le 14 ou le 20. Mais après tout, cela avait-il une grande importance de se tromper de quelques jours ? Toujours est-il que le 15 octobre 70 avant J.-C. fut retenu comme date officielle, et elle l'est aujourd'hui encore. Restait à calculer l'année du bimillénaire. On fit tout simplement l'opération $2000 - 70 = 1930$, en oubliant que 70 avant J.-C. correspondait algébriquement à l'année -69 . En négligeant ce détail, on commettait un an d'erreur. L'année du bimillénaire de Virgile aurait dû être 1931 ($2000 - 69$).

Certains essayèrent bien, après coup, de justifier la date de 1930 en contestant l'année de 70 avant J.-C. comme année de naissance du poète. Mais même en admettant cette possibilité, il n'en restait pas moins que l'on s'était lourdement trompé dans une simple opération !

Apparemment, les remarques exprimées ça et là laissèrent indifférente la communauté internationale puisqu'en 1935, on récidiva en célébrant le bimillénaire d'Horace, et ce malgré une double contestation de Alexander Pogo, de la Carnegie Institution de Washington. En effet, Pogo fit remarquer très justement que l'on avait perdu de vue deux points essentiels : le premier était bien sûr que Horace, étant né en 65 avant J.-C., son bimillénaire avait lieu en 1936 et non en 1935, ce à cause de l'année zéro (65 avant J.-C. = -64).

(suite du texte page 160)

Payot
Sous la direction de Thierry Gaudin



2100

récit du prochain siècle

12 milliards d'humains
La révolution de l'intelligence
Le siècle de la femme
Les cités marines
Les sauvages urbains...









**La synthèse des connaissances
actuelles sur notre futur.**

**Un texte dense à partir
du travail de 700 chercheurs.**

L'homme aborde le
vingt-et-unième siècle avec
les pouvoirs d'un démiurge
et les instincts d'un primate.
Que va-t-il en résulter ?
Les sciences et les techniques apportent
chacune des éléments de réponse.
Il a fallu plusieurs années de travail,
la constitution d'une équipe
pluridisciplinaire, les contributions
de chercheurs de tous horizons
pour aboutir à
2100 récit du prochain siècle,
qui présente une vision globale et
cohérente de l'évolution du monde
tout au long du prochain siècle.





**Un ouvrage de 600 pages
tout en couleurs 195 F.**


Payot

P.Y.G.

LE MAGNÉTOPHONE NUMÉRIQUE EN QUESTION

(suite de la page 121)

DAT, KDT-99R, qui fait simplement office de lecteur car elle n'est pas pourvue de la fonction enregistrement. Prix : 14 900 F. Il en est de même du modèle proposé par JVC, le KS-D1. Prix : 9 990 F. Le premier-né de l'année 1991 est un Sony DTX-10. C'est un autoradio avec tuner AM/FM et platine cassette DAT. Un changeur de disques compacts (optionnel) peut lui être ajouté, procurant deux sources numériques différentes. Le DTX-10 coûte environ 8 500 F.

Si l'accord sur le SCMS et une relative baisse des prix permettent aujourd'hui la relance du DAT, son succès dépendra pour beaucoup de la multiplication des cassettes d'édition, encore rares aujourd'hui. A priori, il ne devrait plus y avoir de difficultés sur ce point, puisque le SCMS est le résultat d'un accord entre les éditeurs et les fabricants d'appareils. En fait, il faut encore que le SCMS soit accepté aux plans nationaux. Et, aux Etats-Unis notamment, l'opposition au DAT, même doté du SCMS, reste forte chez les consommateurs, les auteurs et les petits éditeurs. Au point que le Congrès retarde de mois en mois le vote de la loi sur le DAT.

Christophe Perrier

QUEL JOUR COMMENCE L'ANNÉE ?

(suite de la page 159)

L'autre point concernait le sens que l'on donnait à un anniversaire : avait-on le droit de célébrer en calendrier grégorien un événement survenu en calendrier julien ? Si l'on pensait que non, il fallait donc fêter le bimillénaire le 8 décembre julien en 1936, ce qui correspondait au 21 décembre grégorien (la différence entre les deux calendriers étant alors de 13 jours).

Au lieu de compter les années, on peut choisir arbitrairement une date origine et énumérer sans autre artifice les jours ultérieurs. C'est ce qu'a imaginé au XVI^e siècle Scaliger. Il a choisi comme date origine de ce cycle artificiel, nommé "période julienne", le 1^{er} janvier de l'année - 4712. Les astronomes, pour la datation de la plupart des phénomènes, ainsi que dans leurs calculs, utilisent toujours les dates juliennes. Elles indiquent notamment qu'au 1^{er} janvier 1991, il se sera écoulé 2 448 258 jours juliens. Dans la vie courante ce système n'est pas recommandable ! mais pour compter les années avant J.-C., c'est le système le plus logique. Il serait souhaitable qu'à l'avenir on s'en souvienne...

Denis Savoie

ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à **SCIENCE & VIE**

1, rue du Colonel Pierre Avia - 75503 Paris Cedex 15

OUI, je souhaite m'abonner à SCIENCE & VIE

☐ CE1K **1 AN + 4 hors série : 16 N°**
272 F au lieu de 340 F*

☐ CE4K **2 ANS + 8 hors série : 32 N°**
500 F au lieu de 680 F*

☐ CE1S **1 AN/12 N° : 200 F** au lieu de 240 F*

☐ CE4S **2 ANS/24 N° : 380 F** au lieu de 480 F*

Cochez la case de votre choix - *Prix de vente au N°

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____ Ville _____

☐ Ci-joint mon règlement à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED

☐ Je vous réglerai dès réception de votre facture.

OFFRE RÉSERVÉE À LA FRANCE MÉTROPOLITAINE.

SV880

La maison des BIBLIOTHEQUES

VOUS OFFRE DANS SES **30 MAGASINS**
son **nouveau catalogue**

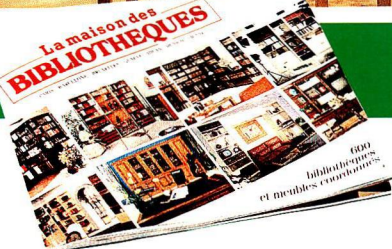


DEMANDEZ-LE DANS NOS MAGASINS
OU AVEC CE BON IL EST GRATUIT

UN MEUBLE INDIVIDUEL...
...AUX GRANDS ENSEMBLES

500 MODÈLES VITRÉS OU NON
7 LIGNES ET STYLES

85 coloris, teintes ou essences de bois)
.. et de nombreux accessoires en option

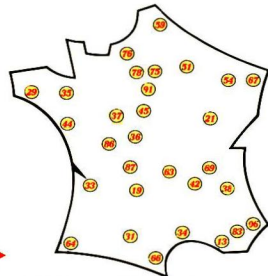


92 pages en couleurs
300 photos et illustrations

EN VISITANT NOS MAGASINS...

**FAITES ETABLIR GRATUITEMENT
ET IMMEDIATEMENT SANS AUCUN
ENGAGEMENT VOTRE PROJET BIBLIOTHEQUE**

Dans chacun de nos magasins un spécialiste est à votre disposition pour guider votre choix au travers des modèles exposés. Indiquez-lui vos principales mesures; il vous conseillera et établira gratuitement sans engagement de votre part, un ou plusieurs projets d'implantation chiffrés précisément, avec les plans de financement correspondants. Il vous remettra aussi notre catalogue complet avec toutes les dimensions, les descriptifs et les prix de tous nos modèles. Vous pourrez ainsi réfléchir tranquillement, le revoir ou lui téléphoner si nécessaire, et commander quand vous le voudrez.



- 75 PARIS : 61, RUE FROIDEVAUX, 75014 PARIS**
Magasins ouverts le lundi de 14 h à 19 h 30 et du mardi au samedi inclus de 9 h 30 à 19 h 30 sans interruption. RER: Denfert-Rochereau - Métro: Denfert-Rochereau - Gaîté-Edgar-Quinet - Autobus: 28-38-58-68 - SNCF: Gare Montparnasse.
- 78 VERSAILLES 78000.**
64-70, rue des Chantiers. Tél. 39.53.66.09
- 91 ARPAJON 91290.**
13, Route Nationale 20 (200 m avant la sortie Arpajon-centre). Tél. 64.90.05.47
- 06 NICE 06000.**
2, rue Offenbach. Tél. 93.88.84.55
- 13 MARSEILLE 13006.**
109, rue Paradis (Métro Estrangin). Tél. 91.37.60.54
- 19 BRIVE 19100 Point Expo.**
30, rue Louis-Latrade. Tél. 55.74.07.32
- 21 DIJON 21000.**
100, rue Monge. Tél. 80.45.02.45
- 29 QUIMPER 29000 Point Expo.**
17, av. de la Libération. Tél. 98.90.63.33
- 31 TOULOUSE 31000.**
1, rue des Trois-Renards (près place St-Sernin). Tél. 61.22.92.40
- 33 BORDEAUX 33000.**
10, rue Bouffard. Tél. 56.44.39.42
- 34 MONTPELLIER 34000.**
8, rue Sévane (près gare). Tél. 67.58.19.32
- 35 RENNES 35100.**
18, quai Emile-Zola (près du Musée). Tél. 99.79.56.33
- 36 CHATEAUAUX - LE POINÇONNET 36330.**
Espace Le Forum. Rte de la Châtre. Tél. 54.07.21.22
- 37 TOURS 37000.**
5, rue Henri-Barbusse (près des Halles). Tél. 47.38.63.66
- 38 GRENOBLE 38000.**
59, rue Saint-Laurent. Tél. 76.42.55.75
- 42 SAINT-ETIENNE 42100.**
40, rue de la Montat. Tél. 77.25.91.46
- 44 NANTES 44000.**
16, rue Garbette (près rue Coulmiers). Tél. 40.74.59.35
- 45 ORLEANS - FLEURY-LES-AUBRAIS 103, rue André-Dessaux (RN 20 Nord).**
45400. Tél. 38.73.83.76
- 51 REIMS 51100 Point Expo.**
39 bis, av. de Paris. Tél. 26.04.09.01
- 54 NANCY 54000.**
8, rue St-Michel (face St-Epvre). Tél. 83.32.84.84
- 59 LILLE 59800.**
88, rue Esquermoise. Tél. 20.55.69.39
- 63 CLERMONT-FERRAND 63000.**
22, rue G.-Clementeau. Tél. 73.93.97.06
- 64 BIARRITZ 64200.**
11, rue des Halles. Tél. 59.24.08.74
- 66 PERPIGNAN 66000.**
Km 3, Route de Prades (zone commerciale). Tél. 68.55.39.92
- 67 STRASBOURG 67000.**
11, rue des Bouchers. Tél. 88.36.73.78
- 69 LYON 69001.**
9, rue de la République (Métro Hôtel-de-Ville / Louis-Pradel). Tél. 78.28.38.51
- 76 ROUEN 76000.**
43, rue des Charrettes. Tél. 35.71.96.22
- 83 DRAGUIGNAN 83300 Point Expo.**
Zac de St-Hermentaire. Tél. 94.67.33.19
- 86 POITIERS 86000.**
42, rue du Moulin-à-vent. Tél. 49.41.68.46
- 87 LIMOGES 87000.**
57, rue Jules-Norianc. Tél. 55.79.15.42

Magasins ouverts du mardi au samedi inclus.

CATALOGUE AVEC LE TARIF

par téléphone 24 h/24 (rép. aut.)

(1) 43 20 73 33

ou en retournant ce bon à la MAISON
DES BIBLIOTHEQUES 75680 PARIS CEDEX 14

Mme, Mlle, M. _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. : _____

Profession _____

CAMEL

Aventure



**CAMEL AVENTURE: DES SERVICES SUR L'AVENTURE,
TAPEZ 36.15 CAMEL.**