

MENSUEL - N° 876

SEPTEMBRE 1990

L'ÉTÉ FOU ET LA BIZARRE COLÈRE DU SOLEIL

● Les Français sont les plus gros consommateurs d'antibiotiques

● L'ordinateur (faux)tographe



M 2578 - 876 - 20,00 F



● Les supersatellites, vrais héros du conflit du Golfe



the smoothness - la douceur

the silk - la soie

the pleasure - la volupté



SILK CUT

THE MILD CIGARETTE
GALLAHER LIMITED

to cut - coupe

SCIENCE & VIE

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUALET
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : STEPHANE CORRE
Directeur marketing et commercial : FRANCIS JALUZOT
Directeur des études : ROGER GOLDBERGER

• RÉDACTION

Rédacteur en chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en chef adjoint : GERALD MESSADIE
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
Secrétaire de rédaction : DOMINIQUE LAURENT,
FRANÇOISE SERGENT, MARIELLE VETEAU
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES
MARSAUT, PIERRE COURBIER, CHRISTINE MERCIER,
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, DIDIER DUBRANA
Secrétaire : MARIE-ANNE GUFFROY

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTON TOSCAS

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAEL, LIONEL CROSON

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHÈLE HILLING

Assistée de : MARIE-LAURE GRATREAU

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 40 74 48 48
FAX : (1) 42 89 42 27 - TELEX : 641 866 F
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,
PAUL DUPUY

• SERVICES COMMERCIAUX

Abonnements : PATRICK SARRADEIL
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERLAULT
Assiste de : MARIE CRIBIER
téléphone vert : 05 43 42 08 réserve aux dépositaires
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10 70 Bruxelles

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 300 Winston Drive, Cliffide
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 Berny - 75008 Paris - Tél. (1) 45 62 22 22
Directeur de la publicité : RICHARD TZIPINE-BERGER
Chef de publicité : FREDERIC 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. Changez d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,20 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et organismes les 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

BULLETIN D'ABONNEMENT

à adresser paiement joint à Science & Vie
5, rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08

• Veuillez m'abonner pour

- | | |
|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 1 AN | <input type="checkbox"/> 1 AN + 4 hors série |
| <input type="checkbox"/> 2 ANS | <input type="checkbox"/> 2 ANS + 8 hors série |

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____

Ville _____

Pays _____

Profession (facultatif) _____

• Ci-joint mon règlement de _____ F.
par chèque ou mandat lettre à l'ordre de
Science & Vie-Bred.

Étranger : mandat international ou chèque.



1 AN - 12 N°s : 220 F
2 ANS : 400 F

1 AN - 12 N°s
+ 4 Hors série : 295 F
2 ANS : 520 F

Étranger : Belgique 1 an simple 1595 FB - 1 an couplé 2135 FB - Excelsior Publications - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 Bruxelles / Canada 1 an simple 43 \$ Can - 1 an couplé 60 \$ Can - Periodica Inc. C.P. 444, Outremont, P.O. Canada H2V 4R6 / Suisse 1 an simple 66 FS - 1 an couplé 87 FS - Naville et Cie, 5-7, rue Levrier, 1211 Genève 1 / USA 1 an couplé 70 \$ - International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston - Texas 77209
Autres pays : 1 an simple 293 F - 1 an couplé 378 F. Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE. Recommandé et par avion nous consulter.

L'été fou de 1990

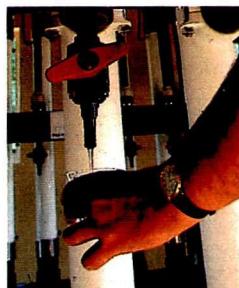
serait-il dû à une colère inhabituelle du Soleil ? Jusqu'ici, les météorologues se sont refusés à croire que le Soleil a sur la Terre d'autres influences que celles que l'on connaît. Certains phénomènes pourraient les amener à changer d'avis. p. 20

Irak-Koweït : les satellites savaient.

Americains et Soviétiques ont été prévenus par leurs satellites espions, dès la fin juillet, de mouvements inhabituels de troupes irakiennes à la frontière entre les deux pays. p. 86

S O M M A I R E

De l'eau potable
sans passer par les multiples traitements lourds, physiques et chimiques, indispensables jusqu'ici, grâce aux nouvelles membranes de filtration. p. 92



SAVOIR

Forum

L'été d'enfer, une colère du Soleil ?

Jean-François Robredo

Etienne Wolff, l'homme des monstres

Jean Ferrara

Effet de serre : les vaches plus que l'industrie

Patrice Miran

Autopsie d'une catastrophe

Jean-René Germain

Alerte au streptocoque fulminant

Pierre Rossion

Les Français plus gros consommateurs d'antibiotiques

Fabrice Hervieu

Le plus banal des cancérigènes, le benzène

Jean-Michel Bader

Echos de la recherche

Dirigés par Gerald Messadié

Du VHS au 8 mm Hi-Band, les cassettes vidéo sont proposées en six standards et quatre qualités. Comment choisir la vôtre ? p. 122



POUVOIR

8 Le casque de sept lieues
Serge Brosselin 72

20 Le télescope spatial était presbyte de naissance
Renaud de La Taille 80

28 Conflit du Golfe : les satellites savent tout
Serge Brosselin 86

32 Effet de serre : les vaches plus que l'industrie
Patrice Miran 92

42 Autopsie d'une catastrophe
Jean-René Germain 101

Alerte au streptocoque fulminant
Pierre Rossion

50 Les Français plus gros consommateurs d'antibiotiques
Fabrice Hervieu 52

56 Le plus banal des cancérigènes, le benzène
Jean-Michel Bader 56

65 Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié 65



le facteur porte le journal.

La mer d'Aral agonise.

En 30 ans, le niveau de cette mer intérieure soviétique a baissé de 14 m. Elle a perdu les deux tiers de ses eaux et le tiers de sa surface. Mikhaïl Gorbatchev a lancé un appel de détresse à l'ONU. p. 42

R**E**

UTILISER

La dure
existence
des best-sellers
scolaires

*Isabelle Bourdial***108**

6^e et 5^e : plus de chimie ni de physique

*Isabelle Bourdial***112**

L'ordinateur faux-tographe

*Laurent Douek***115**

L'ordinateur marionnettiste

*Henri-Pierre Penel***118**

Le casse-tête des cassettes

*Jean-Marie Bret***122**

Auto : le phare idéal

*Luc Augier***126**

Science & Vie a lu pour

vous

130

Science & Jeux

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

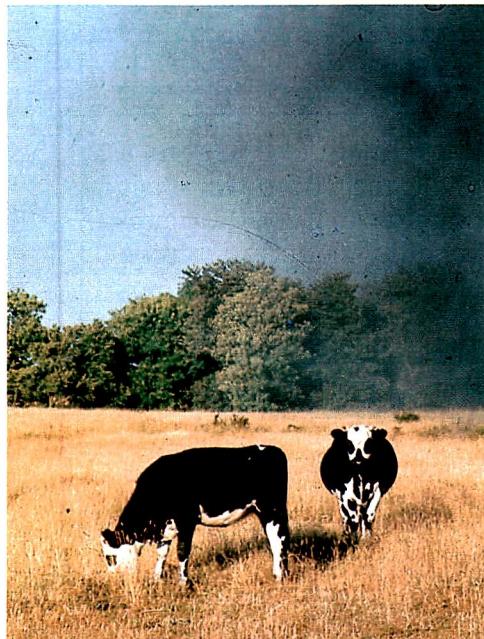
138

Echos de la vie pratique

*Dirigés par Roger Bellone***153**

Les vaches polluent plus que les usines, du moins en matière d'émissions de méthane, gaz à important effet de serre que ces ruminants produisent en quantité lors de leur digestion.

p. 32



QUEL INTÉRÊT A-T-ON A REGROUUPER CHÉQUIER, CARTE BLEUE ET LIVRETS D'ÉPARGNE ?

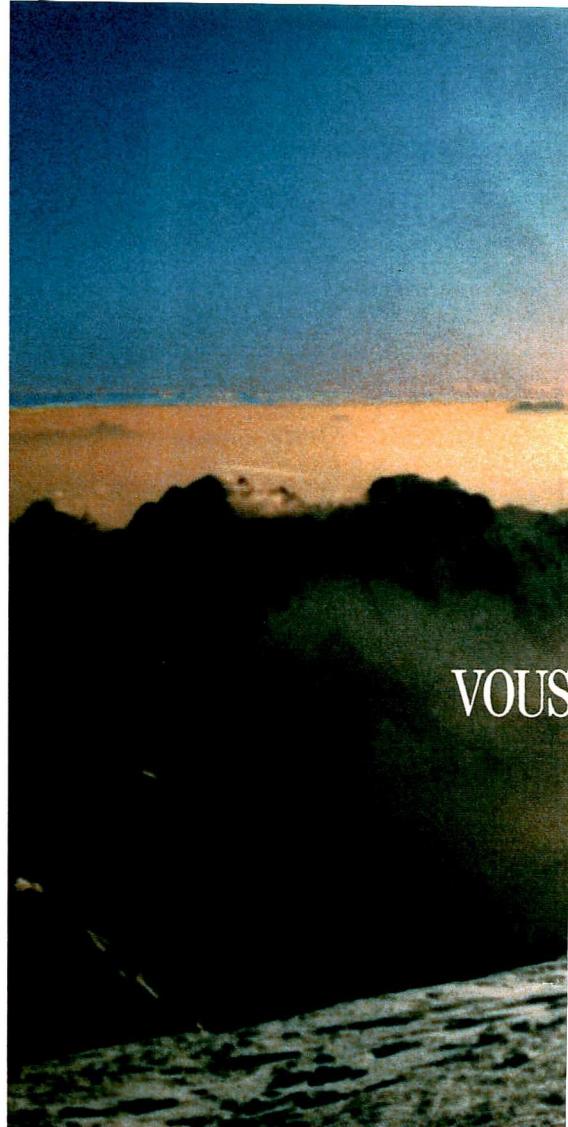
En regroupant tous les services bancaires à la Caisse d'Épargne, vous y gagnerez.

Bien gérées, vos économies – même les plus petites – vous rapportent 4,5% – sans impôts – et sont toujours disponibles.

CARTE BLEUE INTERNATIONALE

Plus de souci d'argent à l'étranger : dans 160 pays, c'est aujourd'hui plus de 6 600 000 commerçants qui acceptent votre signature.

C'est aussi de nombreux guichets automatiques pour retirer de l'argent.



SIMPLIFIEZ-VOUS L'ARGENT : CARNET DE CHÈQUES, CARTE BLEUE ET LIVRET A

L'Écureuil, c'est d'abord tous les avantages d'un compte bancaire classique : carnet de chèques, Carte Bleue nationale ou Visa et sous certaines conditions une autorisation de découvert. Donc, la bonne formule pour faire face à vos dépenses courantes ou exceptionnelles. D'autre part, un Livret A pour vous permettre de faire travailler utilement votre argent et vous constituer une réserve toujours disponible.

L'AMI FINANCIER OUVRE DE NOUVEAUX HORIZONS.

Photo de Bernard PAUTHE, Caisse d'Epargne d'Albi.

Sachez profiter de la complémentarité : compte-chèques et Livret A. Par exemple, faites virer, même pour quelques semaines, les sommes que vous ne dépensez pas.

Posséder une épargne qui vous rapporte des intérêts nets d'impôts, n'est-ce pas le meilleur moyen de faire face aux fluctuations de votre trésorerie ?

AVEC L'AMI FINANCIER VOYEZ PLUS LOIN

Aujourd'hui, le compte-chèques Écureuil, demain un Plan Épargne

Logement, un crédit personnalisé et, pour accéder à d'autres modes de placements : SICAV, PEP, Assurances-Vie...

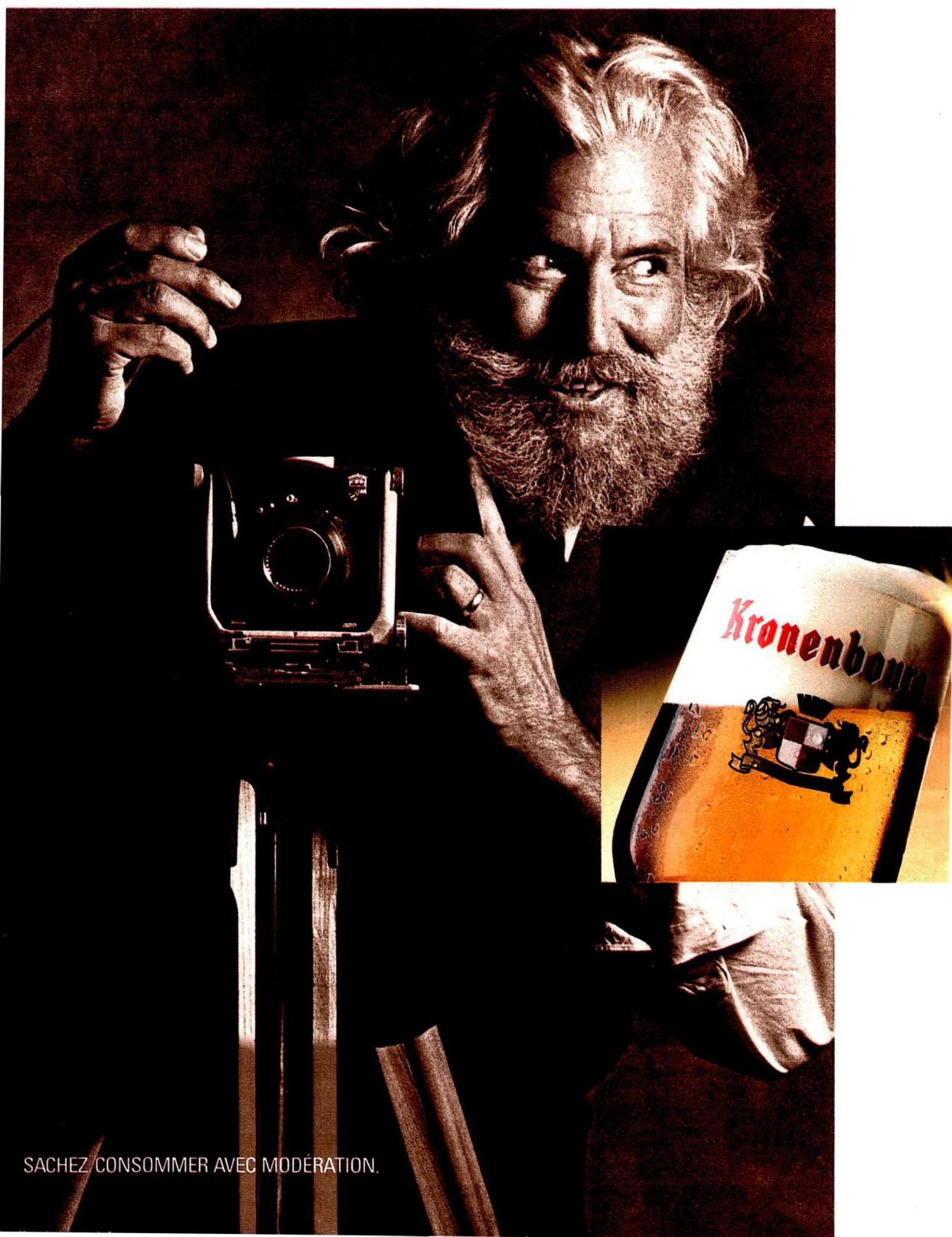
Pour vous ouvrir de nouveaux horizons et vous faciliter la vie dans la gestion de vos ressources, vous pouvez faire confiance à l'Ami Financier. De multiples possibilités pour mieux profiter de votre argent s'offrent à vous. Venez en parler avec l'Ami Financier le plus proche de chez vous.



Caisse d'Epargne Ecureuil

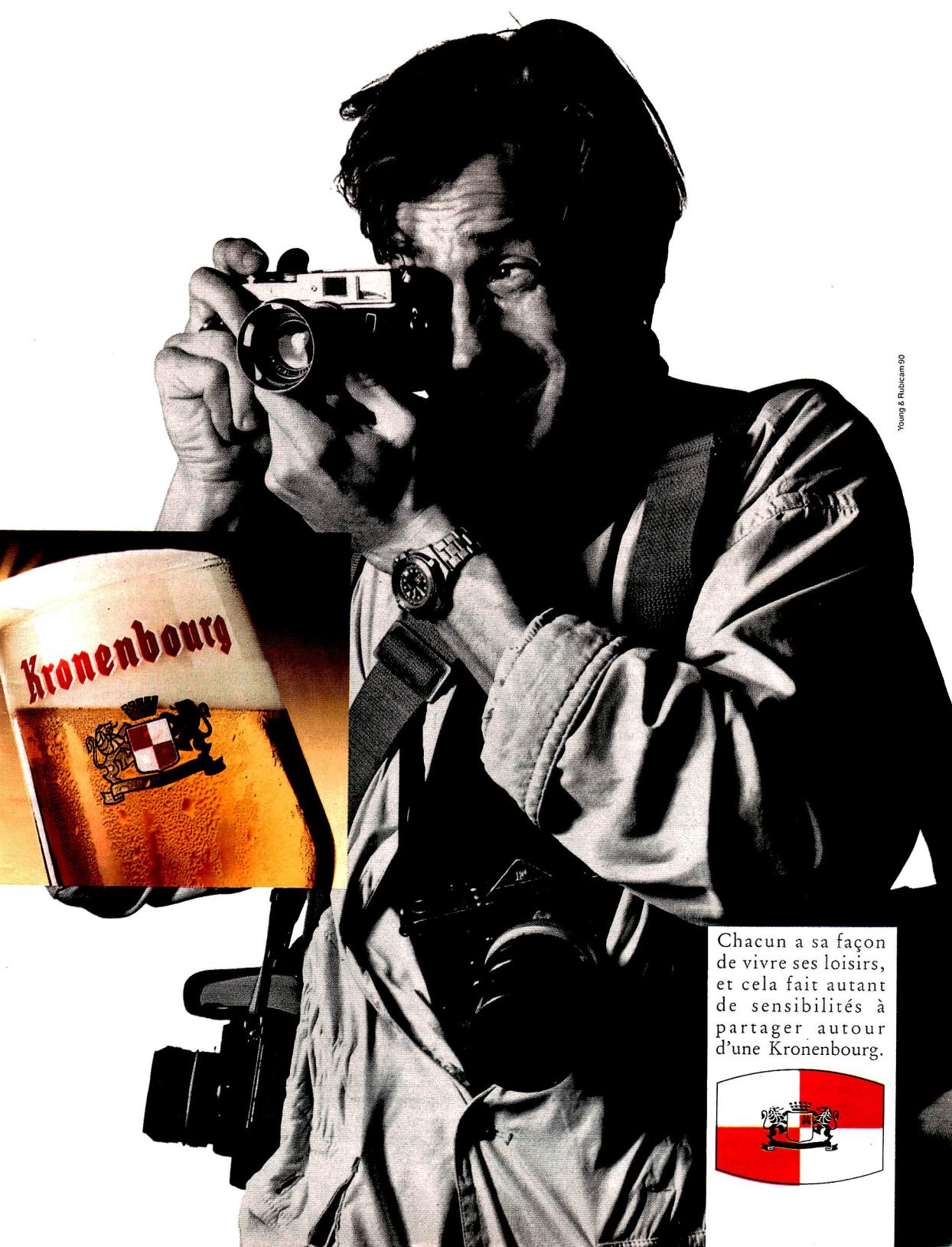
L'Ami Financier

Kronenbourg. Brasserie du Monde



SACHEZ CONSOMMER AVEC MODÉRATION.

sons nos différences.



Young & Rubicam 90

Chacun a sa façon de vivre ses loisirs, et cela fait autant de sensibilités à partager autour d'une Kronenbourg.



FORUM

Ovnis et témoignages : où "Science & Vie" est accusé de ... charlatanisme !

Nous avons reçu de nombreuses lettres de protestation concernant notre interprétation des apparitions d'objets volants non identifiés en Belgique. M. R.L., président de la Fédération belge d'ufologie, à Bruxelles, nous affirme que « les Ovnis belges sont bien réels, ce ne sont pas des F 117. J'ai les preuves : une lettre du ministre de la Défense nationale, les traces aberrantes du radar de Glons et les déclarations d'une jeune fille témoin à Brasmesnil. Un objet qui se tenait au-dessus des arbres trois jours de suite, vers 10 h et qui ne pouvait pas être un avion ». Nous prenons acte de cette affirmation, mais serions intéressés par la teneur de la lettre du ministre de la Défense. Qu'il nous permette de rappeler que nous n'avons pas nié la réalité des apparitions en question, mais qu'après analyse du dossier nous avons conclu que c'est le plus probablement le bombardier F-117. M. G.G., de Perwez-en-Hesbaye, Belgique, accuse, comme on pouvait s'y attendre, « l'obscurantisme d'un certain rédacteur en vulgarisation scientifique », en fait l'auteur de l'article "L'Ovni, c'est lui!".

« ... Science & Vie, avec un manque de données évident et sans recherche scientifique digne de sa notoriété, n'hésite pas à s'autosatisfaire d'une explication douteuse... Les témoins sont formels : le fameux triangle n'émet qu'un très faible bruit, à peine perceptible, et ce à quelques dizaines de mètres de distance, ce qui fut vérifié. Il serait étonnant que le F-117 soit aussi discret et, surtout, aussi lent (progression au pas d'homme dans certains

cas)... Pour conclure, je souhaiterais qu'une revue aussi digne d'intérêt que la vôtre, face à des problèmes qui dépassent l'entendement actuel (Ovni/mémoire de l'eau), se rende compte qu'il est temps de chasser le charlatanisme ou de se figer dans des croyances rassurantes... » Ce correspondant, dont la bonne foi est évidente, nous permettra-t-il de confesser que son accusation de "charlatanisme" nous a fait sourire ? Nous avons donné dans notre article les raisons de penser que la concordance entre les témoignages et le F-117 est concluante : les Ovnis en question étaient triangulaires, le F-117 l'est aussi ; ils comportaient trois feux puissants, le F-117 aussi ; les photos montraient une lumière centrale, rouge et clignotante, cela correspond bien au système FLIR de l'appareil ; les témoins ont relevé que les engins mystérieux étaient très peu bruyants, c'est le cas du F-117 ; les engins évoluaient à faible vitesse, il semble que le F-117 soit capable d'évolutions au ralenti. Par ailleurs, leur comparer la "mémoire de l'eau" nous semble bien périlleux pour les premiers...

Le Pr Rémy Chauvin, grand amateur d'étrange, se référant à un article d'un magazine populaire, nous écrit : « ... D'après l'armée belge, l'engin en question ne peut avoir été réalisé par une technique humaine (à cause des accélérations foudroyantes sans le "bang", obligatoire en pareil cas, au moins dans les engins humains. » Nous référant au même article, nous lisons que ce n'est pas l'armée belge, mais un professeur que nous connaissons bien, fort

amateur d'hypothèses aventureuses, qui émet ces conclusions.

Nous voudrions faire observer qu'il y a au moins trente ans qu'on rapporte des apparitions d'Ovnis ; la diversité de leurs formes, d'après les témoignages, est troublante : d'abord circulaires, d'où le surnom de "soucoupes", ces déconcertants objets s'allongèrent en "cigares". Les voici triangulaires... précisément alors qu'il y a un appareil secret qui est, justement, également triangulaire !

Ce serait nous faire un faux procès que d'avancer que nous contestons les témoignages ; ce que nous contestons est leur interprétation. Les enquêtes de l'armée de l'air américaine sur d'innombrables témoignages ont prouvé que, dans l'immense majorité des cas, les témoins avaient bien vu "quelque chose", mais que c'étaient des objets rationnellement explicables, ballons-sondes, fragments d'engins astronautiques qui redescendaient dans l'atmosphère, etc.

Nous ne voudrions pas insister sur les mystifications organisées à la faveur du trouble public, comme les extravagants récits d'enlèvements de Terriens par des soucoupes volantes que pilotaient des... "Vénusiens", par exemple, et la manière originale de ces extraterrestres de sonder le ventre des Terriens avec des tiges en fer ! Le souvenir de ces fables est pénible à ceux qui furent dupés. Et répétons que le jour où l'on disposera d'un Ovni au repos, ou de documents qui confirmeraient que c'est un objet extraterrestre, puisque tel est le fond de la croyance de tant de fidèles, nous en rendrons compte scrupuleusement.

Airbus, Ovnis et prémonitions

M. P. B., de Challans, nous écrit : « Le débat entre vous et la Direction de l'aviation civile sur l'affaire de l'accident de l'Airbus 320 m'intéresse en raison du fait suivant. Le jour de l'accident en cause, j'ai informé la presse et certains scientifiques qu'un accident "inexplicable" allait avoir lieu. Chose que je fais avant tout accident depuis 1987, et cela sans jamais me tromper, car prenant appui sur des faits scientifi-

(suite au texte page 10)

Scotch™ Color Film



La qualité photo couleur contrôlée par laser

Afin d'assurer les plus hauts standards d'homogénéité et de rendement photographiques, les films Scotch sont contrôlés par laser. Vos diapositives et vos épreuves papier couleur vous garantissent une définition et des couleurs naturelles que seules permettent les technologies les plus avancées en matière d'émulsions.

- Négatif couleur pour photo sur papier couleur
Scotch Color Print HR 100 ISO 100

Scotch Color Print HR 200 ISO 200

Scotch Color Print HR 400 ISO 400.

- Inversible couleur pour diapositives couleur

Scotch Chrome 100 ISO 100

Scotch Chrome 400 ISO 400

Scotch Chrome 640T ISO 640

pour lumière artificielle

Scotch Chrome 1000 ISO 1000.



 **Scotch™**
COLOR FILM

3M FRANCE
Bd de l'Oise, 95006 CERGY PONTOISE CEDEX
Tél. : (1) 30.31.61.61 - Télex 605185 F

3M

fiques contrôlables. Je tiens à votre disposition les avis adressés à l'avance et ensuite les articles de presse relatant les faits. Ne voyez surtout pas là un pouvoir occulte quelconque, écrit paradoxalement ce correspondant, il n'en est rien. Il s'agit seulement de la mise en pratique de connaissances scientifiques (non encore connues du public), qui se manifestent dans mon environnement (résultats d'enquêtes, vérifications et études sur plus de trente ans). Ces faits annonciateurs d'accidents, j'ai appris à les reconnaître, de même que les personnes qui vivent avec moi... Je connais votre réticence, et je vous approuve, mais le fait est là, j'ai avisé la presse quelques heures avant cet accident d'avion, de même que la Protection civile et même le ministre... A ce même titre, j'ai avisé avant Pâques la venue d'Ovnis au nord de la France... Nous sommes trois en France à avoir ce don, puisque l'article de presse relate que trois informateurs avaient avisé de l'accident (en 1987)...

Nous ne doutons pas *a priori* de la bonne foi de notre correspondant ni de la véracité de ses dires. Sa lettre nous inspire toutefois deux observations : apparemment, ce correspondant n'est "réceptif" qu'à certains accidents ou événements, car il est évident que s'il avait des prémonitions pour tous les accidents de tous types, sa vie serait insupportable, puisqu'il s'en produirait environ un toutes les deux minutes, ne fût-ce qu'en France. Quel est donc son critère de sélection ? Le pays, la région ? Demeurant en Vendée, en effet, il a prévu un accident qui allait avoir lieu en Alsace. Quels pouvaient être, en Vendée, les faits d'environnement qui intéressaient l'Alsace ? Ou, en ce qui concerne les Ovnis, la Belgique (et non le nord de la France) ?

La seconde observation est que le vol de l'Airbus 320 avait un caractère de démonstration ; il avait été annoncé par l'ensemble des médias ; il avait captivé l'attention du grand public, comme tous les lancements de nouveaux moyens de transport.

Or, il est notoire que ces lancements suscitent chez certains sujets sensibles des appréhensions. Certains nous avaient

ainsi prédit que le vol inaugural du Concorde serait catastrophique ; comme on le sait, il n'en fut rien. Mais on ne se rappelle pas les prédictions qui ne se sont pas réalisées.

La puberté et la majorité, hier et aujourd'hui

« Dans votre n° de juillet 1990, vous avez consacré une étude sur la sexologie, intitulée "La puberté d'avant-hier, d'hier et d'aujourd'hui" », écrit M. J. M., de Troyes. « Vous rappelez que l'Ancien Testament et les études historiques indiquent que, jusqu'au I^e siècle de notre ère tout au moins, on considérait qu'un garçon avait atteint sa majorité à 14 ans, et une fille vers 12,5-13 ans. Vous serez peut-être intéressé de savoir qu'au XIV^e siècle le mariage était soumis, dans le diocèse de Troyes, au Decretum de statutis synodibus (décret de statuts synodaux) édictés en 1374 et rédigés par Johannes de Braque, Jean de Braque, évêque de Troyes. A savoir, Locus XII : Nous défendons sous peine d'excommunication que nul prebte ne bâille par mariage dung meseau, ou le mary de une messelle a un autre homme ou femme, tant que l'autre vivra, et aussi défendons qu'ils ne reçoivent, sans licence de levesque, aucun en mariage s'ils n'ont age legitime ou competent, cest asavoir un homme quatorze ans, et une femme douze ans... » Ce document, précise notre lecteur, a été édité dans l'ancienne discipline du Diocèse de Troyes, par l'abbé Lalore en 1882. Une photocopie, obligamment adressée par ce lecteur, abonné avec sa fille, en fait foi. Nous le remercions de cette information, en effet, très intéressante.

Eau potable, terrains et bactéries

« Dans votre n° de mai, j'ai lu avec intérêt votre article sur l'eau de boisson en France », nous écrit M. P. S. hydrologue-

hygiéniste, de Couloures. « A juste titre, vous soulignez le problème des nitrates, qui est effectivement préoccupant. Je pense qu'il faudrait évoquer aussi la pollution microbienne de certaines réserves utilisées pour l'alimentation humaine. Si les zones arénarisées de certains terrains anciens, qui constituent les aquifères, filtrent très convenablement et retiennent les germes pathogènes, il en est tout autrement dans les régions calcaires, dont les roches karstifiées laissent passer, et en très peu de temps, tous les polluants de surface dès les premières averses, et en particulier toute la flore des lisiers et des fumiers, largement répartis sur le sol. Nous en connaissons plusieurs exemples qui ont fait l'objet de nos programmes de recherches. »

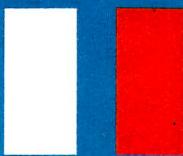
A ce point-ci, et pour éclairer les observations de ce lecteur, il convient de préciser que les zones arénarisées sont celles dont les roches cristallines se sont décomposées modérément en roches cristallines grenues, constituées de grains mono- ou polyminéraux, libérées par l'attaque des constitutants les plus vulnérables des roches d'origine. Les roches karstifiées sont celles, généralement calcaires, dont l'évolution du relief superficiel a été bloquée par l'enfoncissement des eaux de surface.

« En mission au Cambodge pour plusieurs mois, poursuit ce lecteur, j'ai pu constater l'importance des maladies d'origine hydrique dans ce pays. En prenant pour référence les statistiques de 1989 pour 2 des 4 hôpitaux où je travaille (Phnom-Penh possède 8 hôpitaux), ce qui représente 650 lits, je relève dans les registres des entrants, classés par type de maladie, 2 975 cas (dont 1 123 enfants) de typhoïde, de shigellose ou de dysenterie bacillaire, de diarrhées ou d'entérocolites... Les DDASS en France enregistrent de temps en temps des cas d'affections gastro-intestinales ; faudra-t-il en arriver à une situation alarmante pour qu'on s'intéresse à cet aspect du problème ? »

Avec 260 000 hectares, en France, recevant du lisier de porcs, notre correspondant a parfaitement raison de souligner l'importance

(suite du texte page 14)

POUR RETROUVER VOTRE FORME PHYSIQUE ET INTELLECTUELLE: CORTEXYL®



Cortexyl est un antiasthénique dit psychostimulant : il est donc indiqué dans les asthénies fonctionnelles avec fatigue intellectuelle.

Contre-indications : grossesse, allaitement.
Ce médicament contient du sodium : à éviter en cas de régime limité en sel.
Demandez conseil à votre pharmacien.

SOEKAMI-LEFRANCQ laboratoires
94, rue Edouard-Vaillant 92300 Levallois-Perret



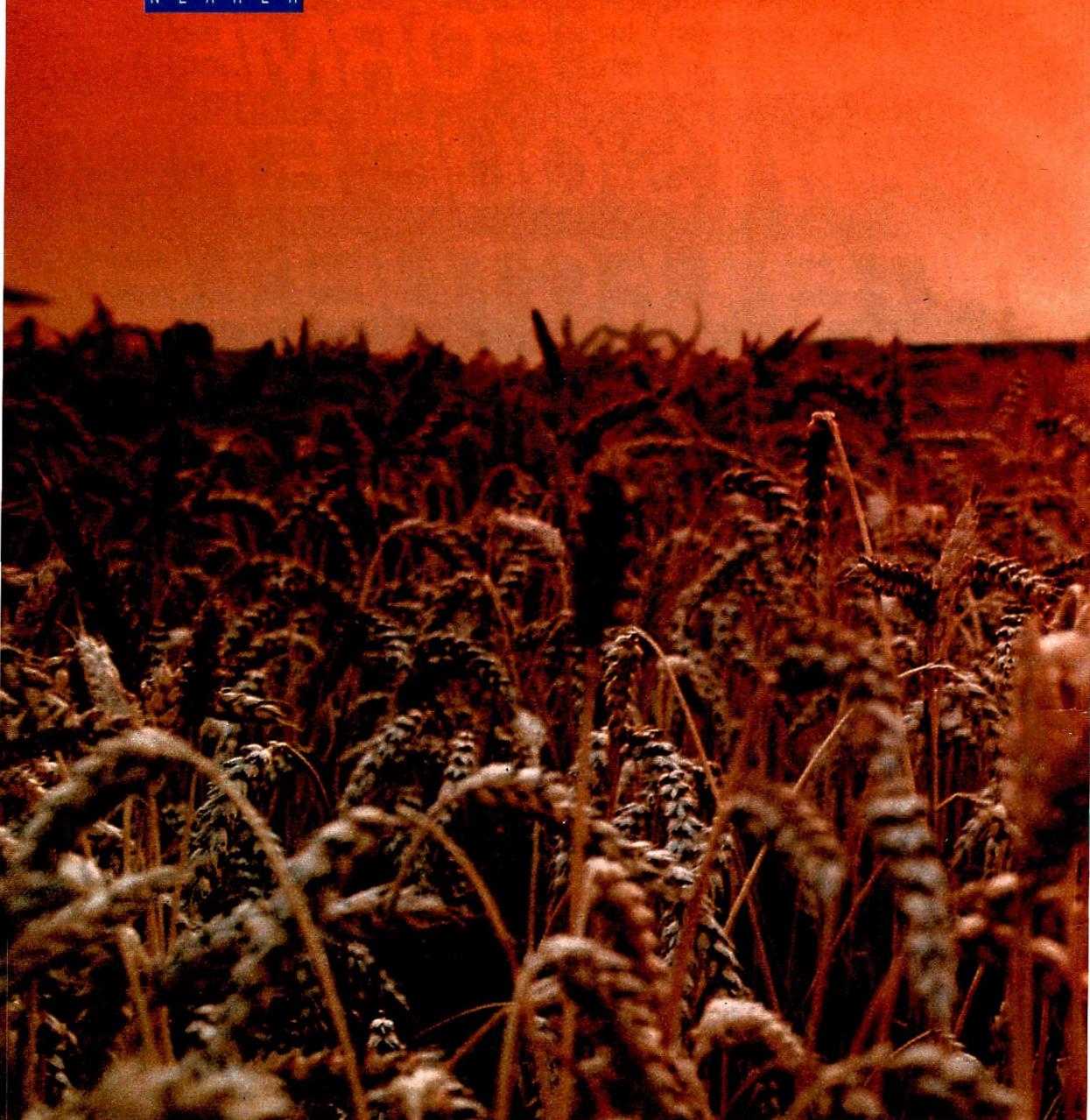
HIGHER
NEARER



Météosat



Spot 1/2/3 et 4



Aujourd'hui l'humanité commence à mesurer l'impact de son existence et de son activité sur la planète.
Mieux gérer la Terre exige une vision d'ensemble. Et seul l'espace peut nous fournir la grande image.

Ce sont les satellites d'observation de la Terre qui rassemblent les données vitales sur l'agriculture ou les ressources minières et nous donnent des informations quotidiennes sur la météo ou les océans.



ERS 1/2



PPF (Plate-forme polaire)

Une Terre. Et des yeux pour mieux la gérer.



Ce sont eux qui désormais nous renseignent sur les dangers qui menacent la planète : pluies acides et trou d'ozone, effet de serre et désertification.

Matra Marconi Space est le leader mondial de l'observation de la Terre. Notre objectif : développer de plus hautes technologies pour être plus proches d'une vision globale de la Terre.

MATRA MARCONI SPACE

tance de la pollution bactérienne des nappes aquifères. Peut-être faut-il relever que le Programme hydrologique international, lancé par les Etats-Unis, souffre d'un manque de crédits.

Rime et précision mnémotechnique

Dans le chapeau de notre article sur "La chasse aux décimales de π ", nous citions le poème mnémotechnique qui permet, en remplaçant chacun des mots par son nombre de lettres, d'obtenir la valeur de π . Le Dr H. L., de Paris, y a relevé une erreur qui ne rend pas le poème inutilisable, mais en contrarie les règles de la rime. Le texte correct est donc : « Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages ! Immortel Archimède, artiste ingénieur, qui de ton jugement, etc. » Nous avions écrit : "artiste ingénieux".

Moteur propre et écologie

Nous avons reçu du secrétariat d'Etat auprès du Premier ministre, chargé de l'Environnement et de la Prévention des risques technologiques et naturels majeurs la lettre suivante : « Vous avez publié dans le n° 871 de votre revue, daté d'avril 1990, un article très intéressant de M. Luc Augier consacré au moteur propre. Je me permets cependant d'appeler votre attention sur un extrait de cet article qui affirme : "... au plan purement écologiste, le pot catalytique est loin d'apporter la solution idéale. En effet, en transformant les oxydes de carbone en gaz carbonique, il contribue à aggraver notamment l'effet de serre, un mal dénoncé depuis longtemps par les Verts."

» S'il ne fait aucun doute qu'un système de dépollution par traitements des gaz (comme le pot catalytique) ne saurait constituer une solution idéale en comparaison avec une technologie propre, il me paraît en revanche hasardeux d'affirmer que le pot catalytique contribue à aggraver l'effet de serre, alors

que c'est vraisemblablement le contraire.

» Il est certes exact qu'une voiture munie d'un pot catalytique émet plus de gaz carbonique qu'une voiture sans pot catalytique, d'une part parce que ce dispositif oxyde le monoxyde de carbone et les hydrocarbures imbrûlés en gaz carbonique, d'autre part parce qu'il semble entraîner une subconsommation de quelques "pour-cent".

» En revanche, le pot catalytique contribue à réduire fortement les émissions de certains gaz traces qui jouent un rôle très important dans le réchauffement de l'atmosphère :

- le monoxyde de carbone émis dans l'atmosphère se transforme rapidement en gaz carbonique en consommant à cette fin des radicaux OH- ; cela conduit à accroître le temps de séjour dans l'atmosphère du méthane, qui est lui-même un gaz radiativement environ 70 fois plus actif que le gaz carbonique ;

- les hydrocarbures et les oxydes d'azote sont les précurseurs de la pollution photochimique, qui se forme sous l'effet du rayonnement solaire ; le principal polluant photochimique, l'ozone, est lui-même un gaz radiativement environ 2 000 fois plus actif que le gaz carbonique.

» A l'heure actuelle, les scientifiques estiment que l'impact sur le réchauffement d'une quantité donnée de gaz émise à l'atmosphère, en comparaison avec l'impact de cette même quantité de gaz carbonique est de l'ordre de 3 à 5 pour le monoxyde de carbone, de 10 à 20 pour les hydrocarbures et de 50 à 100 pour les oxydes d'azote. On comprend donc aisément que la réduction des émissions de ces gaz compense largement, du point de vue de l'effet de serre, l'augmentation des émissions de gaz carbonique.

» Vous trouverez ci-joint une note réalisée par ma direction* dans le cadre du groupe interministériel sur l'effet de serre, dont elle assure le secrétariat, sur la contribution unitaire des véhicules automobiles à l'effet de serre. Les chiffres avancés dans cette note sont approximatifs et restent sujets à des incertitudes importantes, mais ils permettent

d'éclairer utilement cette question. »

Notre article observait que le catalyseur n'est pas une solution satisfaisante dans la mesure où le surcroît de consommation de 5 % au moins qu'il entraîne inéluctablement, augmente le volume de gaz émis, donc le volume de gaz carbonique issu de la combustion de carburants fossiles, ce qui ne pourrait être que préjudiciable à l'effet de serre.

Cela étant, les observations du secrétariat d'Etat ne contredisent pas nos conclusions : en effet, nous n'avons certes pas dit qu'un moteur non dépollué était préférable à un moteur catalysé. Nous avançons simplement qu'il est souhaitable de réaliser la dépollution à l'aide d'un autre système que le catalyseur, qui a l'inconvénient de ne pas être opérationnel à froid (à moins de 300°C) et d'émettre globalement plus de gaz par le surcroît de consommation qu'implique son principe. Mais nous en sommes convenus, en l'état actuel des recherches, il n'y a pas d'"alternative" au catalyseur.

* La lettre est de M. François Demarcq, directeur adjoint de l'Eau et de la Prévention des pollutions et des risques.

Elevage, homéopathie et bêtise

« Je crois que, dans votre n° 873, vous avez atteint le maximum de la bêtise », écrit M. J. D., de Bar-sur-Aube. « Élever des animaux sauvages à la ferme ! Pour arriver à quoi ? Faire du fric, c'est tout, si ce n'est pour nous faire bouffer de la viande pourrie comme les Anglais tentent de nous en faire avaler !... A l'heure actuelle, les animaux sauvages de ma région, très boisée, ne meurent pas de maladie ! Il a été fait beaucoup de battage sur la rage, mais cela n'est rien à côté du bel avenir que vous nous proposez ! Et puis, vous êtes contre les zoos, j'ai lu ça quelque part ! Vous êtes également contre l'homéopathie, j'ai compris pourquoi ! C'est parce que c'est naturel ! J'ai 70 ans et ne me soigne qu'avec ça ! Alors, prenez vos sa-

3615 CLUBCASIO

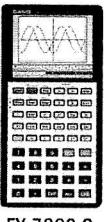
LES GRAPHIQUES

ÉTUDIER UNE FONCTION ?
TRACER SA COURBE REPRÉSENTATIVE ?
ANALYSER UN PHÉNOMÈNE PHYSIQUE ?
CALCULER LES TERMES D'UNE SUITE ?...

Les "Graphiques" de CASIO sont pleines de ressources et de qualités.
Analyseur de fonctions, traceur de courbes et d'histogrammes, programmable, scientifique et statistique, tous les outils mathématiques en un appareil... pour le succès des lycéens, des étudiants, des ingénieurs.



FX 8500 G



FX 7000 G



FX 7500 G

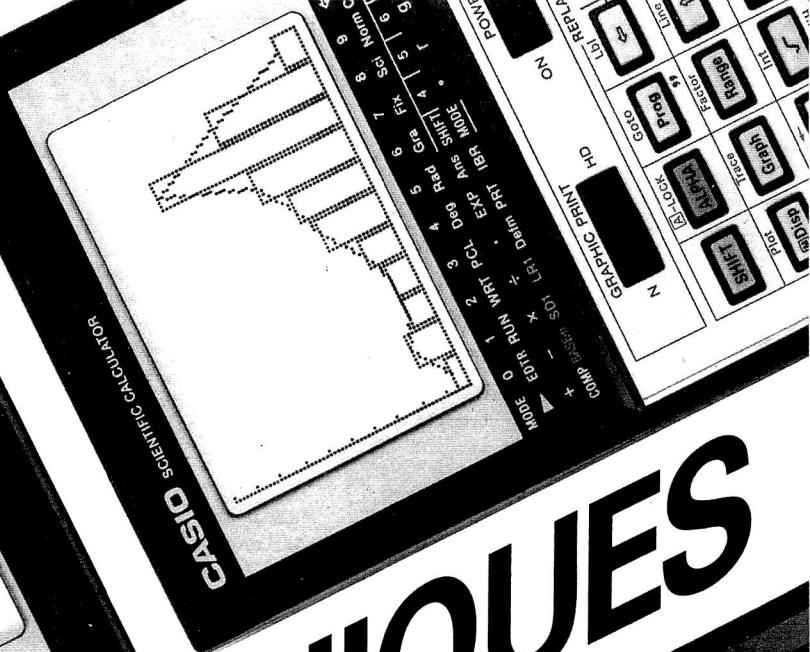
CASIO

CALCULATRICES HAUTE TECHNOLOGIE

Vente en papeteries et magasins spécialisés.

®

AGENT EXCLUSIF:
NOBLET S.A. COLOMBES.



loperies synthétiques, vitamines et autres, moi je continue!... Je commence à croire que vous avez mangé de la vache anglaise.» Félicitons ce correspondant pour son excellente santé et faisons-lui observer

- que nous avons informé nos lecteurs sur une entreprise d'élevage, sans prendre parti. Nous avons laissé nos lecteurs libres d'en penser ce qu'ils veulent.
- Que nos actuels animaux domestiques ont commencé, eux aussi, par être des animaux sauvages.
- Qu'il y a belle lurette que l'on élève, en France et à l'étranger, des animaux dits "sauvages", gibier ou animaux à fourrure.
- Qu'il y a également belle lurette que les Américains élèvent des crocodiles pour la peausserie de luxe. Que la France suive l'exemple n'a rien d'extraordinaire ni d'indigne.
- Que nous ne sommes pas "contre l'homéopathie", mais contre les prétendues démonstrations scientifiques de sa valeur.
- Que les vitamines ne sont pas des "saloperies synthétiques".
- Que nous ne croyons pas avoir consommé de la viande de bétail atteint d'encéphalopathie spongiforme, qu'il n'est pas établi que cette maladie affecte l'homme et qu'en tout état de cause les symptômes ne s'en manifestent qu'au terme de très longues années.

Psychologie : un pas vers le sérieux

«Etudiant en licence de psychologie à Bordeaux II, écrit M. E. L., de Pessac, j'ai été surpris par votre article : "Psychologue : un (petit) pas vers le sérieux" (Science & Vie n° 873), qui ne correspond pas au texte officiel du Journal officiel, dont je vous joins copie... Je voudrais préciser que le psychologue de formation universitaire doit avoir atteint un niveau de 3^e cycle, soit cinq années d'études, dont deux (maîtrise et DESS ou DEA) comportant un stage professionnel pratique en institution ou entreprise avec la soutenance d'un mémoire de recherche. Je pense donc qu'il s'agit d'un "grand" pas vers le sérieux. J'ai aussi

trouvé regrettable l'amalgame que vous faites en liant dans le même article l'information sur le statut de psychologue et celle sur les problèmes du recrutement. Il serait bon que les lecteurs de "Science & Vie" sachent que le recrutement n'est qu'un petit à côté d'une profession aux fonctions multiples et beaucoup plus sérieuses... Les médecins ont leurs homéopathes, les psychologues ont leurs recruteurs. Nos enseignements universitaires nous montrent les illusions et la non-scientificité du paradigme morphopsychologique et nous préviennent des limites de la validité des tests... Un test, un questionnaire, n'est qu'un outil parmi d'autres, ses résultats sont toujours déformés par les conditions de passation (indispositions physiologiques ou affectives, relations avec le recruteur, etc.) et ils ne sauraient préjuger de l'avenir professionnel d'un individu. Je pense qu'il serait bon que Science & Vie fasse mieux la part entre les vrais pièges à gogos... et les systèmes d'évaluation, informatisés ou pas, un peu plus sérieux et, pour ces derniers, voir s'ils sont utilisés "bêtement", c'est-à-dire tout seuls, ou bien s'ils sont utilisés dans le cadre d'une stratégie globale, avec d'autres épreuves et des entretiens... »

Nous sommes tout à fait d'accord avec ce lecteur, à ce point près : ce n'est pas à nous qu'il faut demander de faire la différence entre "les pièges à gogos" et la vraie psychologie, mais aux chefs d'industrie. En ce qui touche au décret du Journal officiel, nous estimons qu'il s'agit bien d'un pas en avant, mais, avant de le qualifier de "grand", nous souhaiterions être sûr que les vrais psychologues ne se laisseront pas tenter par les modes que nous avons dénoncées.

Par ailleurs, M. C. G. et Mlle C. F., de Saint-Maixent-l'Ecole, qui se définissent comme "deux modestes étudiants", nous soumettent leur désarroi au sujet du même article : «Après lecture du décret cité, il nous est apparu que le résumé fait par vos soins dans cet article est erroné : dans votre article, la conjonction "ou" a remplacé audacieusement le "et" de l'original (licence et maîtri-

se). Quant à l'adverbe "en outre", il signifie "de plus", c'est-à-dire que la licence et la maîtrise de psychologie devront être accompagnées d'un DESS ou d'un DEA, ce qui fixe le niveau d'études nécessaire pour prétendre à l'utilisation du titre, à bac +5 et non bac +3 ou 4, comme annoncé, avec fantaisie, dans l'article... Ensemble, pourfendons la parapsychologie, la morphopsychologie, l'homéopathie, la graphologie... mais, de grâce, faites un petit pas vers l'objectivité en rendant à la psychologie scientifique (travaux à l'appui) la petite place qu'elle pourrait avoir dans vos colonnes.» En ce qui concerne les premières observations, nos correspondants ont tout à fait raison : c'est bien licence et maîtrise et non licence ou maîtrise qui sont requis des psychologues ; nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser cette erreur de transcription. En ce qui concerne l'équivalence avec bac +3 ou 4, nous sommes surpris, car cette référence ne figure absolument pas dans notre article ; sans doute s'agit-il d'un autre article. En ce qui concerne notre intérêt pour la psychologie au sens courant de ce terme, nos lecteurs habituels le connaissent déjà. En témoignait, pour n'en prendre que le plus récent exemple, notre hommage à Pierre Janet dans notre numéro 870.

Ethnies et cultures

De M. D. A., de Paris : «Je vous écris pour vous faire part de la gêne que m'a valu le passage suivant de l'article qu'Alexandre Dorozynski a consacré à la recherche fondamentale japonaise dans le n° 873 de Science & Vie : ... aux Etats-Unis, on avait volontairement écarté les lycéens originaires d'ethnies minoritaires, qui pouvaient être défavorisés par rapport à leurs condisciples blancs. Je souhaite attirer votre attention sur les implications que j'ai relevées dans cette phrase, notamment par l'emploi du terme "ethnies". Il est sous-entendu que l'ensemble de ceux qui ne sont pas des Blancs relèvent de cette catégorie d'"ethnie". La popula-

(suite du texte page 18)

L'EUROPE A L'HORIZON

École Internationale Aéronautique



LES COMPAGNIES AÉRIENNES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES RECRUTENT DES PILOTES

Préparez une Carrière Aéronautique avec l'E.I.A. et devenez

PILOTE PROFESSIONNEL AVION OU HÉLICOPTÈRE

L'E.I.A. met à votre disposition son expérience internationale pour vous permettre d'être

LES PILOTES DE DEMAIN

Conditions d'admission :

Age : 18 ans minimum

Etudes : Titulaire du Bac ou équivalent

Visite médicale aéronautique

STAGE PILOTE PROFESSIONNEL IFR MULTIMOTEUR AVION AUX ETATS-UNIS POUR DÉBUTANTS : 89 650 FF*

(Théorie - Pratique (200 heures de vol) - Tests en vol - Documentation - Logement 6 mois)

STAGE PILOTE PROFESSIONNEL HÉLICOPTÈRE EN FRANCE COMPLET POUR DÉBUTANT : 206 000 FF

(Théorie - Pratique (100 heures de vol))

L'E.I.A. vous propose également une stratégie de formation, préparant aux examens Français et adaptée aux critères de sélection des compagnies européennes.

Documentation détaillée contre 3 timbres à 2,30 francs

Toutes les formations sont financables par prêts étudiants

(Ex: BNP pour 100 000 FF - Franchise 1 an - Remboursement sur 4 ans : 2660.07 FF par mois)

*Prix calculé sur la base de 5,70 FF pour un dollar US

E.I.A., 13 RUE DE MONTYON 75009 PARIS TÉL. : (1) 48.24.08.46

tion de couleur formerait-elle alors une "ethnie"? De plus, on pourrait soutenir que, dans ce contexte et sans doute à l'insu de l'auteur de l'article, le terme d'"ethnie" est un substitut fonctionnel du terme de "race". C'est du reste dans cet esprit que ce terme, aujourd'hui controversé en anthropologie, tend à être utilisé (de même que les termes de "communauté" ou de "culture"). Enfin, ce lecteur souhaite que nous ne cédions pas « aux tentations de l'ethnicisation de problèmes sociaux. »

Le terme "ethnie", selon le dictionnaire encyclopédique Larousse, désigne un "groupe de familles au sens large dans une aire géographique variable, dont l'unité repose sur une structure familiale, économique et sociale commune, sur une langue et une culture communes"; il est donc évident qu'il correspond mal aux jeunes Américains d'origines sud-américaine, japonaise, africaine et autres, auxquels se réfère l'article en question; étant donné que, quelle que soit la couleur de leur peau et leur origine, les jeunes lycéens en question étaient d'abord des Américains, ils n'appartaient donc pas à des ethnies au sens admis de ce mot. L'observation de notre lecteur est donc justifiée. Toutefois, quel autre terme définirait des citoyens dont l'origine ethnique n'est pas européenne? De plus, étant donné que les jeunes Américains en question conservent souvent des traces de leurs cultures et que beaucoup d'entre eux continuent de parler la langue de leurs ancêtres, et que, dans bien des cas, ils conservent leurs structures familiales et même sociales, ainsi que leurs cultures d'origine, est-il bien certain que le terme "ethnies" soit entièrement déplacé?

Il est enfin exact que le terme d'"ethnie" s'est substitué à celui de "race", qui avait pris ces dernières décennies des connotations idéologiques déplaisantes et fausses. C'est ainsi que, s'il faut tenir compte de la couleur de la peau et des regroupements génétiques, les Aïnous et les Mauritaniens appartiennent à la race blanche, contrairement à ce qu'entendraient les utilisateurs courants du mot "race". De plus, il est devenu patent, aussi

bien en anthropologie qu'en génétique, que le mot "race" n'a pas de contenu scientifique.

Nous ne croyons pas être tentés d'"ethniciser" des problèmes sociaux. Il est évident qu'on ne peut expliquer les contrastes ethniques par leurs seuls aspects sociaux.

Le droit de s'exprimer

« Je lis Science & Vie et, dans l'ensemble, j'apprécie la teneur de ce mensuel... Par contre, il est permis de moins apprécier, voire de ne pas apprécier du tout, les attaques souvent ouvertes, parfois insidieuses, de l'Union rationaliste ou de particuliers envers des domaines dont au fond ils ignorent tout », écrit M. P. D., de Montmorency. « Je pratique l'astrologie depuis 1978 et je puis vous affirmer que je le fais dans un autre état d'esprit que... (ici nom d'une astrologue professionnelle). Esprit éclectique et ouvert, j'ai su me départir de cette foire charlatanesque que vous nommez le "blurg"... Il n'est pas juste que notre voix ne soit pas entendue », proteste ce lecteur, qui nous adresse un mémoire réfutant l'article de Vincent Frézal "Les gourous de l'embaucho" (Science & Vie n° 860).

Ce mémoire, qui est un plaidoyer *pro domo*, est trop long pour être reproduit ici. Après avoir suggéré que l'astrologie, la numérologie, la chiromancie (?), la morphopsychologie pourraient bien receler "quelque chose de vrai", l'auteur avance : « Il n'est aucun astrologue sérieux (oui, l'adjectif "sérieux" peut ne pas jurer d'être accolé au mot "astrologue") qui ne puisse décrire, avec une proportion qui élimine totalement le facteur "hasard", et avec beaucoup de détails et de précisions, un caractère, une pathologie, des tendances, voire de pronostiquer un devenir. »

Comme nous recevons souvent des lettres similaires, il nous faut préciser que *Science & Vie* est une revue indépendante et non l'organe de l'Union rationaliste; que cette Union n'a d'autre objet que d'enseigner aux gens à être raisonnables, c'est-à-dire à se servir de

leur raison et des méthodes scientifiques ordinaires; ce n'est ni une secte ni une association secrète; que nous ne saurions être le porte-parole des astrologues et assimilés, car nous avons, nous aussi, la liberté de penser, et nous pensons de fait que l'astrologie est constituée de fadaises, et d'en donner les raisons; que la voix des astrologues se fait déjà beaucoup trop entendre, il nous semble, et qu'en regard des masses d'horoscopes déversés sur le bon peuple de France, les critiques sont bien modestes et devraient, bien au contraire, être amplifiées; que faute, en effet, d'une réaction suffisamment énergique des pouvoirs publics (la prévision de l'avenir, dont se targue notre correspondant, puisqu'il assure pouvoir "éliminer totalement le hasard", est possible du code pénal, rappelons-le), l'astrologie et pratiques similaires se sont infiltrées dans le domaine de l'embaucho (sans parler de la Maison-Blanche, où c'était une astrologue qui, du temps du président des États-Unis, Ronald Reagan, servait de conseillère en politique internationale au plus haut niveau!), contrevenant gravement aux droits fondamentaux de l'individu; qu'il est déjà assez déplorable que l'astrologie soit un fait de société, mais que cette caractéristique ne peut pas constituer une lettre patente, car la toxicomanie aussi est un fait de société, et qu'il nous semble être de notre devoir d'en démontrer l'inanité, afin de ne pas encourager des comportements irrationnels; que nous estimons que chacun est évidemment libre de croire que tels sextile ou opposition l'exposent à la chance ou à la malchance dans ses entreprises de l'heure, du jour, du mois ou de sa vie, mais que, dès lors que des astrologues se parent des oripeaux de la science pour prétendre que leurs fariboles sont aussi valables que la loi de l'attraction universelle, ils s'exposent à nos déments les plus fermes.

ERRATUM Michel Rouzé nous prie de préciser que son étude sur "La mystique biologico-marine" (*Science & Vie* n° 875 d'août 1990) a été réalisée en collaboration avec Jean-Louis Hiblot et Stivelle Pascal, qui ont participé à l'enquête. Dont acte.

Centre de Recherches du Gaz de France

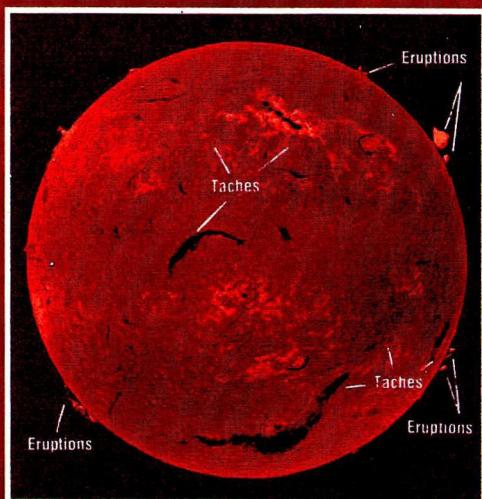


LE PLUS GRAND SITE MONDIAL DE RECHERCHES GAZIERES

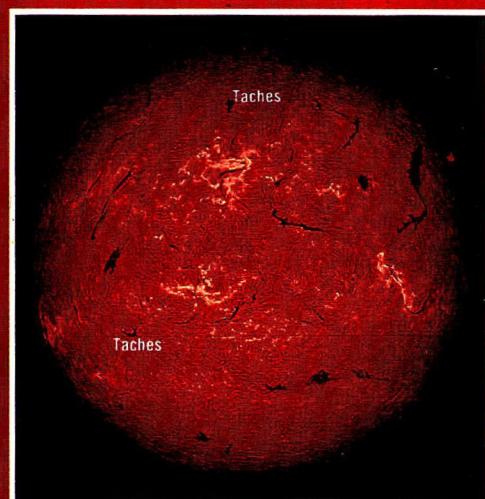
- **Gaz naturel et performances**
- **Partenariat et coopération**
- **Technologies de pointe**

L'ÉTÉ D'ENFER : UNE COLÈRE

Le Soleil atteint cette année le point culminant d'un de ses cycles de onze ans, bien connus des astronomes. Et il se pourrait bien, contrairement à ce que l'on a cru jusqu'ici, que cette crise, d'ailleurs tout à fait singulière, soit la cause de notre "été d'enfer" et que le Soleil soit bien responsable de notre climat.



Pic d'activité habituel :
des taches et des éruptions



Juillet 1990 :
des taches mais presque pas d'éruption

E DU SOLEIL

Allons-nous vers une période de réchauffement du climat de la Terre ? Cette question que l'on pourrait croire réservée aux spécialistes des effets de la pollution sur l'atmosphère terrestre est posée par... des astronomes. Plus particulièrement par des spécialistes du Soleil. En effet, en cette année de maximum, le comportement atypique de l'astre du jour pose des problèmes aux astronomes et réveille certaines hypothèses sur son influence sur notre climat. Des études récentes semblent même, pour la première fois, mettre en rapport de manière significative l'activité du Soleil et certains événements climatiques.

Mais d'abord que se passe-t-il sur notre étoile ? Surveillé sans relâche depuis les nombreux observatoires solaires répartis à travers le monde, le

Un pic sans éruptions. La multiplication du nombre de taches solaires est au rendez-vous (comparer 1 et 2), mais pas celles des éruptions, ou l'astre du jour crache d'habitude dans l'espace d'enormes quantités de matière (grande photo).

Soleil présente actuellement une face torturée par de puissants champs magnétiques qui émergent à sa surface : ce sont les fameuses taches solaires. Aux dires des spécialistes, elles sont très nombreuses, c'est même, si l'on y regarde de près, une des périodes d'activité les plus importantes de mémoire d'astronome. Pourtant, malgré quelques éruptions très violentes en 1989, il semble que ses colères soient beaucoup moins répétitives que par le passé. Car le Soleil a un caractère cyclothymique : en onze ans, il passe d'une période de calme à une période d'intense activité, ponctuée par de brusques et violentes éruptions de matière. Or, en 1990, au paroxysme d'un de ses cycles d'activité, le Soleil rugit mais hésite à "cracher le feu". A cette énigme, s'en ajoute une deuxième. Depuis plus de 200 ans que l'activité du Soleil est dûment enregistrée (le cycle actuel est catalogué n° 22), il était empiriquement établi que les cycles impairs étaient plus actifs que les cycles pairs. Non seulement l'année 1990 enfreint sans vergogne la règle, mais elle risque d'enregistrer un record inverse à celui attendu ! Troisième caractère exceptionnel de la période actuelle : les cycles qui se sont succédé depuis 1948 sont tous très actifs. Une telle série, cinq cycles successifs sans maximum faible, est tout à fait unique et ne manque pas de questionner les astronomes.

Comment interpréter tous ces phénomènes ? Quelles conclusions peut-on en tirer quant à l'évolution future du Soleil ? En quoi ces phénomènes peuvent-ils modifier durablement et profondément notre climat ? Pour répondre à toutes ces questions la prudence est certainement le meilleur guide, et l'avenir la plus sûre démonstration...

Car en matière de relations Soleil-Terre, les preuves indiscutables font cruellement défaut et le débat entre astronomes et météorologues est quelque peu passionné. Surtout en France... En effet, la Météorologie nationale se refuse actuellement à étudier les relations

Soleil-climat, doutant même qu'une telle influence existe. Pour la majorité des météorologues, les variations d'activité de notre étoile sont trop peu importantes au regard des énergies mises en jeu dans les phénomènes atmosphériques proprement dits. Par ailleurs, la force d'inertie de l'équilibre atmosphérique repousse une éventuelle influence solaire dans un futur lointain, et de ce fait difficilement mesurable.

Cette attitude française, que l'on retrouve à des degrés divers à l'échelle européenne, n'est pourtant pas celle des météorologues américains, qui n'hésitent pas à travailler avec les astronomes et à suivre de près l'évolution du Soleil. Malgré cela, les astronomes sont pour le moment totalement exclus du plus grand programme international d'étude de la



Atmosphère et climat subissent-ils l'influence du Soleil ?

Terre jamais élaboré : Global Change. Ce véritable bilan de santé de notre planète, qui doit durer dix ans, s'intéressera à « tout ce qui détermine l'évolution globale et générale de notre climat ». Au programme : composition chimique de l'atmosphère, ozone, océans, végétations, humidité des sols, vitesse des vents, calottes polaires, glaciers, nuages... mais pas le moindre soupçon de Soleil. Ni, d'ailleurs, d'astronomes parmi les équipes de scientifiques.

Pourtant de nombreuses études existent déjà qui montrent que les variations du Soleil ne laissent pas indifférents notre atmosphère et notre climat. Avant de les présenter, et pour bien saisir la complexité des phénomènes mis en jeu, il faut revenir sur la particularité du couple Soleil-Terre. Un ballet qui dure depuis près de 4,5 milliards d'années, date à laquelle s'est formé l'ensemble du système solaire. Malgré les difficultés de reconstitutions historiques, une donnée est absolument certaine : la présence du Soleil est vitale pour notre planète. Sans lui, la température de la Terre avoisinerait les -250 degrés... et nous ne serions pas là pour en parler ! Les rayons du Soleil, qui transportent la lumière et la chaleur, sont donc précieux. La lumière, qui représente 95 % de ce que nous envoie le Soleil, est composée de photons de hautes énergies. C'est l'interaction de ces photons et de l'atmosphère qui provoque ce que l'on a coutume d'appeler "l'effet de serre" (encadré p. 36). Au total, le rayonnement solaire qui baigne la Terre atteint $81 \cdot 10^{17}$ watts, soit, pour fixer les idées, un milliard de fois la puissance électrique d'une centrale nucléaire. Par

SCÉNARIO ET CONSÉQUENCES D'UNE ÉRUPTION

On connaît aujourd'hui avec assez de précision le scénario d'une éruption solaire et ses conséquences sur Terre.

- Le premier signe d'un tel événement est le flash de lumière qui, voyant à la vitesse de 300 000 km par seconde, arrive sur Terre 8 minutes après avoir été émis.

- Outre la lumière visible, le rayonnement électromagnétique en provenance du Soleil comprend des rayons ultraviolets, X et quelques gamma. Dans un deuxième temps, arrive le vent solaire, formé de particules énergétiques produites au cours de l'explosion. Il s'agit principalement de protons, de neutrons et de quelques électrons. Leur vitesse de propagation dépend de leur niveau d'énergie (et donc de la violence de l'éruption) et atteignent la Terre entre 1 et 20 heures après leur émission.

- La troisième conséquence est l'arrivée de l'onde de choc produite par l'explosion, environ de trente à cinquante

heures après le flash de lumière. Si l'on reprend dans l'ordre d'arrivée, les premières conséquences des éruptions sont imprévisibles puisqu'elles se produisent au moment de l'arrivée du flash de lumière : les res-

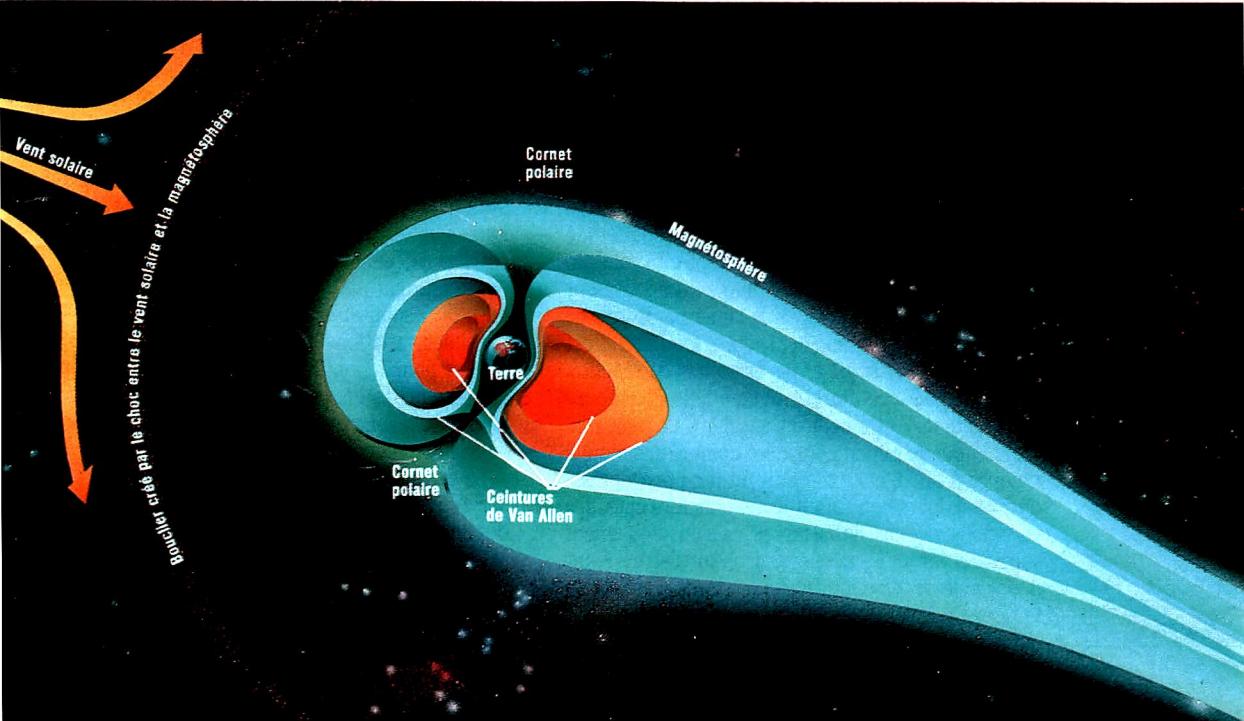
ponsables sont les rayons ultraviolets et surtout X. En effet, ces derniers interagissent avec les atomes de la couche ionosphérique de l'atmosphère créant de forts courants perturbant les liaisons radio sur les ondes courtes.

Le danger n'est réel que lors de l'arrivée de la deuxième vague, celle des particules à hautes énergies, notamment les protons. Par chance, le noyau de la Terre induit un important champ magnétique autour de l'atmosphère, créant ce que l'on appelle les ceintures de Van Allen. Si la surface de la Terre est relativement bien protégée du vent solaire par cette magnétosphère, les stations orbitales, les satellites et, dans une moindre mesure, les avions supersoniques comme le Concorde, le reçoivent de plein fouet.

Au-dessus des pôles, cependant, les lignes du champ magnétique forment un cône laissant sans protection le même volume d'atmosphère, et permettent aux protons de s'enfoncer en

en particulier lors de la traversée des régions polaires. Une descente vers les couches plus protégées de l'atmosphère est alors absolument nécessaire.

Arrivant une cinquantaine d'heures plus tard, l'onde de choc compresse fortement la partie du champ magnétique terrestre dirigée vers le Soleil et précipite les particules de la très haute atmosphère vers les couches ionosphériques. Des courants de plusieurs millions d'ampères circulent alors dans les parties polaires du globe (au-dessus du trou de la magnétosphère). Les électrons chargés se déversent ensuite sur le milieu ambiant. Ce dernier absorbe leur énergie pour l'émettre à nouveau sous la forme de photons lumineux qui illuminent le ciel nocturne des draperies féeriques des aurores polaires. Ces formidables courants électriques ont aussi de fâcheuses conséquences sur nos lignes à haute tension, entraînant des coupures électriques, comme celles qui ont plongé



heures après le flash de lumière.

Si l'on reprend dans l'ordre d'arrivée, les premières conséquences des éruptions sont imprévisibles puisqu'elles se produisent au moment de l'arrivée du flash de lumière : les res-

profondeur. Quelques minutes d'irradiation peuvent se révéler mortelles pour l'organisme humain. Ainsi, le Concorde qui vole à environ 20 km au-dessus du sol, possède un détecteur de protons qui avertit du danger,

New York dans l'obscurité en 1969 et en 1972, ou, plus près de nous, le nord du Québec en mars 1989. En pleine période actuelle de maximum, de tels phénomènes ne sont pas à exclure dans les mois à venir.

Les aurores boréales premiers indices des cycles du Soleil

mètre carré, cela représente 1 360 watts : c'est ce qu'on appelle la constante solaire.

Mais voilà, la constante solaire n'a de constant que le nom ! Et la sérénité apparente du Soleil cache, on le sait aujourd'hui, une humeur irritable aux brusques accès de colère. Comme nous l'avons dit, l'astre du jour vit selon un rythme de onze ans. La manifestation la plus remarquable de cette périodicité sont les taches solaires (ainsi nommées parce que, du fait de leur température moins élevée, elles sont plus sombres que le reste de la surface).

Une surveillance minutieuse, instaurée dès la fin du XVII^e siècle, a fait prendre conscience du caractère évolutif de notre astre. Une idée devenait alors évidente : la Terre et le Soleil ont dû avoir des évolutions parallèles. Restait à trouver les traces de ce passé commun.

La première indication est tirée de notre connaissance théorique de l'évolution de l'étoile Soleil. Il semble en effet que, depuis sa formation, celle-ci a connu une augmentation progressive de sa luminosité. Selon les estimations, on admet aujourd'hui que le Soleil émet environ 40 % d'énergie en plus qu'il y a trois milliards d'années. Autant dire que le climat terrestre de l'époque était singulièrement plus frais que le nôtre. Une modélisation de ces conditions conduit même à imaginer une planète entièrement figée sous une épaisse couche de glace. Or, d'après leurs études, géologues et paléontologues affirment sans hésiter qu'une glaciation d'une telle rigueur n'a jamais eu lieu. Une seule explication : l'atmosphère terrestre de l'époque, que l'on imagine très différente de la nôtre, a joué un rôle régulateur et en fin de compte compensateur face à la faiblesse (relative) de l'énergie dispensée par le Soleil. L'enseignement d'une telle étude est clair : on ne peut négliger les capacités de réaction et d'adaptation de notre providentielle couche atmosphérique. Autrement dit aussi, on ne peut rendre compte du climat considéré comme une simple réponse à un signal extérieur, fût-il en provenance du Soleil lui-même ! Faut-il en conclure que des variations mémorables importantes de l'ensoleillement sont sans véritables conséquences sur Terre ? Faut-il, par ailleurs, en déduire que le climat sur Terre a toujours été sensiblement le même ? A ces deux questions la réponse est semble-t-il négative, ce qui ne manque pas de compliquer encore le problème !

En effet, malgré les limites de l'exploration du passé climatique de la Terre, on peut de façon tout à fait rigoureuse remonter quand même plusieurs millions d'années en arrière. Une période bien suffisante pour faire apparaître des variations importantes et des époques aux conditions climatiques très différentes. Cette découverte revient au Suisse Louis Agassiz, qui, dès 1830, annonce qu'un âge

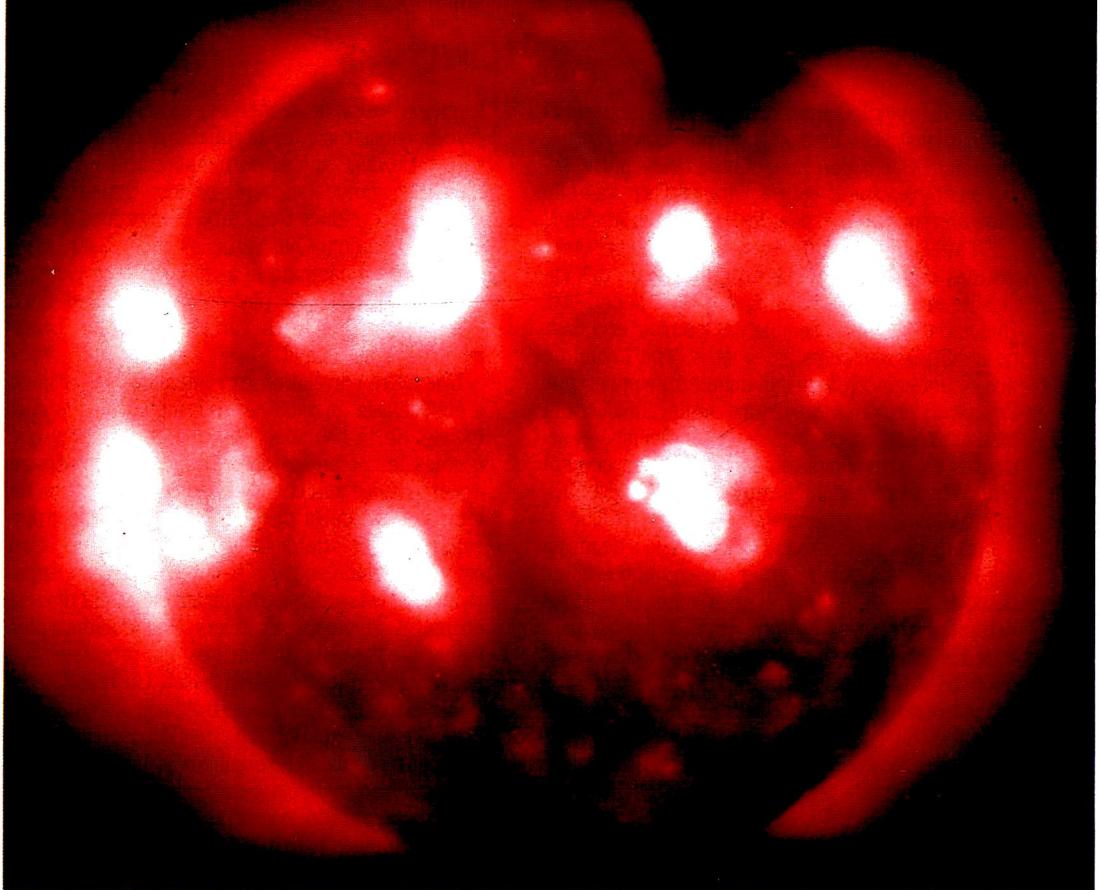
glaciaire a précédé de peu (18 000 ans) notre époque. Il faudra attendre cent ans pour que le mathématicien serbe Milutin Milankovitch élabore la théorie qui porte son nom et qui démontre que le climat terrestre alterne entre des périodes de grandes glaciations et des périodes interglaciaires beaucoup plus chaudes. Les études qui remontent jusqu'à environ deux millions d'années en arrière montrent une périodicité de 100 000 ans pour les grandes glaciations avec des sous-périodes d'environ 30 000 et 50 000 ans.

Nous vivons actuellement au pic d'une période interglaciaire, et donc de maximum de réchauffement, mais, rassurons-nous, le retour des grands froids n'est pas pour demain : le prochain rendez-vous est dans 20 000 ans. Une prévision qui, pour être absolument certaine, n'en laisse pas moins indifférents les Terriens préoccupés de leur avenir proche que nous sommes. Pour ceux que cela intéresse, néanmoins, signalons une passionnante étude réalisée entre 1971 et 1976 qui montre que la situation de la France il y a 20 000 ans (soeur jumelle de celle qui nous attend dans 20 000 ans) était dramatique sans être catastrophique. La calotte polaire n'avait pas atteint l'Hexagone, mais les glaciers des Alpes s'étaient considérablement étendus. La baisse de 120 mètres du niveau de la mer avait fait disparaître la Manche et la côte atlantique avançait de plusieurs kilomètres vers le large. Au niveau du globe, la température moyenne n'avait baissé que de 5 degrés.

Mais si les causes astronomiques (entendues au sens de causes premières qui déclenchent les phénomènes) de ces fortes variations climatiques sont établies (inclinaison de l'axe de rotation de la Terre et excentricité de l'orbite terrestre autour du Soleil), la responsabilité précise du Soleil et de ses possibles variations d'activité demeure un mystère. En fait pour répondre à de telles questions, il faut affiner encore l'étude historique et revenir à des périodes beaucoup plus courtes : d'où l'intérêt de l'existence d'un cycle solaire de onze ans.

Le premier indice d'un effet du cycle undécennal sur l'environnement terrestre est venu de l'étude des aurores boréales. C'est le physicien D'Ortous de Mairan qui, en 1733, avance l'hypothèse d'une périodicité dans les retours des aurores polaires à mettre en relation avec l'apparition de taches à la surface du Soleil. Un siècle plus tard, les études se développent sur les relations entre les aurores et l'activité géomagnétique. Ce n'est que vers les années trente de notre siècle que les perturbations de la couche ionosphérique de notre atmosphère sont associées aux éruptions solaires. Ainsi, il devenait évident que ces éruptions violentes avaient une influence sur la magnétosphère et d'une façon générale sur l'environnement terrestre (*encadré p. 23*).

Mais les conséquences de tels événements ponc-



LES COLÈRES DU SOLEIL

tuels, même si elles ne doivent pas être négligées, n'influencent pas de façon significative notre climat. Les spécialistes se sont donc penchés sur les phénomènes à plus long terme de l'activité solaire. Premier visé : le cycle de onze ans. Que se passe-t-il entre le maximum et le minimum d'activité solaire ? Comment réagit le Soleil à son propre cycle d'évolution ? En d'autres termes, la planète Terre vit-elle au même rythme que le Soleil ?

Sur toutes ces questions, nous l'avons dit, les avis divergent et les preuves sont difficiles à établir. Pourtant des études de plus en plus précises commencent à poser des concordances, qui, si elles sont difficiles à interpréter, ont au moins le mérite d'exister. Ainsi, il semble aujourd'hui fondé que l'activité solaire est anticorrélée avec son diamètre. Autrement dit, au moment de son maximum d'activité, le Soleil devient plus petit (mais plus lumineux). Ce phénomène, que l'on peut expliquer par l'apparition de forts champs magnétiques qui modifient le transport d'énergie de l'intérieur du Soleil vers les couches extérieures, a été observé depuis près de deux cent cinquante ans.

L'activité cyclique de l'astre du jour est essentiellement mesurée par le nombre de taches qui apparaissent à sa surface. Totallement absentes lors des minima, leur nombre varie entre 50 et 200 au moment des maxima. Le maximum de 1990 est unique en son genre puisque l'on observe beaucoup de taches, mais très peu d'éruptions (voir photos en page d'ouverture), alors que l'apparition des taches s'accompagne normalement de violen-

tes éruptions de matière et de particules très énergétiques.

Observées en lumière visible, les taches solaires apparaissent plus sombres que le reste de la surface (**photo p. 20**), alors qu'en rayons X elles sont très lumineuses puisqu'elles émettent de fortes quantités de ce rayonnement (**photo ci-dessus**, où le nombre de taches est réduit, car le cliché est pris en 1973, en période de décroissance du cycle solaire).

L'exemple le plus frappant se situe entre 1645 et 1715. Cette période, baptisée sur Terre "petit âge glaciaire", a été marquée par une succession d'hivers glaciaux et d'été froids. Une étude récente, dirigée par Elizabeth Ribes, spécialiste du Soleil à l'Observatoire de Paris, a ainsi permis d'établir qu'au même moment le Soleil était plus grand d'environ 2 000 km et moins lumineux d'environ 1 %. Pour E. Ribes : « Une telle baisse, prolongée sur plusieurs décennies, peut retentir sur le climat et entraîner un refroidissement durable. » Quelles conclusions peut-on en tirer pour notre présent ? « Il semblerait que ce genre de variations solaires correspondent à une périodicité d'environ 300 ans à 400 ans,

précise E. Ribes. La série de cycles très forts que nous connaissons actuellement pourrait constituer le maximum d'un supercycle, dont la contrepartie serait un nouveau petit âge glaciaire. La Terre va-t-elle subir un chaud et froid dans les prochaines années ?

En attendant, les différences de luminosité enregistrées entre le minimum et le maximum des cycles de onze ans sont d'environ 1 ou 2 pour 1 000. Une variation qui ne semble pas pouvoir entraîner de modifications climatiques dans l'état actuel de nos connaissances de la dynamique atmosphérique. Pourtant, certaines variations undécennales ont bien été répertoriées. Une des plus récentes et séries est sans aucun doute l'étude qu'a conduit Jean-Pierre Legrand, ingénieur de recherche à l'Institut national des sciences de l'Univers (INSU).

Fort de plus de deux cent cinquante ans de mesures de l'activité solaire grâce au comptage minutieux des taches, il a corrélé ces données avec les dates de vendanges en France. Plus précisément avec les années exceptionnelles, c'est-à-dire celles dont les dates des vendanges étaient reculées ou avancées de plus de dix jours par rapport à la moyenne. Sa conclusion est claire : « La majorité des années exceptionnelles se situe en fin de cycle solaire, en période de minimum. » Un résultat qui a intéressé le météorologue japonais K. Kodera, qui a appliqué la même méthode aux bonnes et aux mauvaises années pour la récolte du riz dans le nord du Japon. Même résultat : une concentration des dates deux ou trois ans autour du minimum solaire. Conclusion : « Le cycle de onze ans du Soleil a bien une influence sur le climat, reste à déterminer laquelle et comment », précise J.-P. Legrand.

Une suggestion apparaît, néanmoins : en période de minimum, la stabilité des phénomènes atmosphériques est plus grande, ce qui se traduit par des climats plus prononcés dans un sens ou dans l'autre. En effet, si l'anticyclone

L'homme menace l'équilibre du couple Terre-Soleil

des Açores persiste sur la France (comme au moment de la sécheresse de 1976), plus au nord, l'été a été essentiellement pluvieux et frais. Pour J.-P. Legrand : « Ce qui compte ce n'est pas le temps qu'il fait, mais la permanence du même climat sur une région donnée. » Comment expliquer alors que l'année 1990, pleine période de maximum, soit aussi dominée par une stabilité du beau temps sur une grande partie de l'Europe. « Nous avons constaté que quelques années exceptionnelles viennent se situer en période de maximum sans qu'on puisse l'expliquer, reprend J.-P. Legrand. Peut-être le caractère exceptionnel du cycle actuel, qui gronde mais n'explose pas, est le signe d'une transition vers une période de réchauffement identique à celle qu'a connu le Moyen Age. » Une conjecture qui nous prédit des étés particulièrement chauds. Dans

le même ordre de recherche, signalons aussi les études concernant les corrélations entre le cycle solaire de onze ans et les températures en Angleterre, les grandes sécheresses aux Etats-Unis ou encore les cyclones tropicaux. Si certaines d'entre elles sont aujourd'hui difficiles à soutenir, elles ont toutes en commun le sérieux de leurs auteurs et la volonté de ne pas oublier le Soleil dans les recherches sur les variations, parfois catastrophiques, du climat.

Une autre corrélation extrêmement intéressante a été réalisée en 1988 par une météorologue allemande, Karin Labitzke. Elle a, en effet, remarqué que les températures dans l'atmosphère terrestre étaient reliées au cycle de onze ans à condition de tenir compte de la direction des vents intertropicaux. Ainsi, la stratosphère de l'hémisphère Nord est moins froide en période d'intense activité solaire lorsque les vents intertropicaux soufflent d'ouest en est. A l'inverse, les hivers sont d'autant plus froids que l'activité du Soleil est importante et que les vents soufflent d'est en ouest. Un résultat qui pourrait expliquer les hivers froids qu'ont connus la France et une grande partie de l'Europe en 1985 et 1986, et la douceur hivernale 1988-1989. Malgré le succès apparent de cette méthode, certains contradicteurs ont montré que si l'on reprenait les calculs avec les années paires et impaires (ce qui, à n'en pas douter, n'a aucune signification physique) la corrélation est tout aussi pertinente !

Malgré certains succès indéniables, l'interprétation des résultats doit donc toujours être prudente. Si l'influence de l'activité solaire est aujourd'hui de plus en plus acceptée par la communauté scientifique, la mise en évidence des corrélations reste difficile et périlleuse. Une raison de plus pour souhaiter que les prochaines études soient le fruit d'une coopération interdisciplinaire et s'inscrivent dans de grands projets mondiaux de recherche.

Quel temps fera-t-il demain ? Une bonne part des astronomes penchent pour un réchauffement limité mais significatif du climat de la Terre. Limité, à condition que le facteur humain ne vienne pas augmenter et accélérer les phénomènes naturels. Une crainte qui se précise pourtant puisqu'une commission d'experts internationaux, réunie par l'Organisation météorologique mondiale et le programme des Nations unies pour l'environnement, a remis récemment un rapport allant dans ce sens. Selon leurs études, la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère pourrait doubler en moins de cinquante ans, entraînant un accroissement dramatique de l'effet de serre et une élévation de la température moyenne d'environ 0,3°C.

Le couple Soleil-Terre doit maintenant tenir compte d'un troisième larron, l'homme, qui pourrait se révéler primordial dans les années à venir.

Jean-François Robredo



Avec cette cassette gratuite voyez pourquoi vous pourrez parler l'anglais ou l'allemand dans 3 mois

La méthode réflexe-orale vous apprend à parler une langue étrangère, exactement comme vous avez appris le français.

Cela paraît étonnant, mais c'est ainsi: même si vous n'en connaissez pas un mot, vous pourrez converser en anglais ou en allemand dans trois mois. Et lorsque nous disons converser, cela veut dire «parler facilement, naturellement». Parler une langue, ce n'est pas traduire du français en anglais ou en allemand, mais transformer immédiatement et sans effort votre pensée dans la langue, exactement comme vous le faites en français.

Vous parlerez «instinctivement» comme en français. Beaucoup d'entre nous ont étudié une langue au lycée, pendant des années: ils connaissent beaucoup de choses et pourtant sont incapables de parler. La méthode réflexe-orale a pour but de vous faire parler par «réflexe naturel», exactement comme vous l'avez fait lorsque vous étiez enfant, pour apprendre votre langue maternelle. En associant le texte, le son et l'image, la méthode réflexe-orale grave la langue étrangère dans votre esprit et lorsque vous avez à parler, les phrases se forment toutes seules. Les leçons sont simples, intéressantes et ne demandent pas d'effort. La grammaire n'est pas étudiée «avant», mais seulement lorsqu'on est déjà familiarisé par des exemples.

Rien à apprendre par cœur. La méthode réflexe-orale est très progressive: elle commence avec des leçons vraiment faciles (vous le constatez vous-même avec la cassette gratuite) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans jamais avoir appris quoi que ce soit par cœur, vous arriverez rapidement à comprendre une conversation, la

radio ou les journaux et vous commencerez à penser dans la langue. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler dans un temps record. Les résultats sont tels que ceux qui l'ont suivie, semblent avoir séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne. Pour ceux qui ont des examens oraux, c'est une méthode irremplaçable.

Dans 2 mois vous serez «débrouillé». La méthode réflexe-orale a été conçue pour être étudiée chez soi. Vous pouvez apprendre une langue à vos heures de liberté où que vous habitez, quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous «débrouiller» dans deux mois et peu de temps après, vous serez capable de converser. Votre accent sera impeccable, car les cassettes sont enregistrées par des comédiens et speakers ayant une prononciation parfaite.

Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue étrangère est un atout essentiel, dans toutes les professions.

Ce que pensent ceux qui ont étudié avec cette méthode.

Après un mois d'étude, je suis étonnée d'en être déjà là.

Mme C. T..., 75013 Paris.

Je n'ai rencontré aucune difficulté.

Didier C..., Tahiti.

J'ai appris un anglais vivant.

Mme C..., 91800 Brunoy.

Je croyais l'allemand difficile. Il n'en est rien avec votre méthode.

I. H..., 06400 Cannes.

Il est exact que l'on parle naturellement après quelques mois d'étude vraiment passionnante.

G. S..., Beringen (Belgique).

Un atout pour votre avenir. Rien ne peut vous apporter autant que cette étude passionnante. Si vous ne vous décidez pas, vous en serez au même point dans trois mois ou dans un an. Si vous agissez, vous pourrez parler anglais ou allemand dans trois mois. La première chose à faire est de renvoyer le coupon ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire.



GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

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 cassette d'essai:*

Anglais ou Allemand

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

Mon nom: Mon prénom:
(majuscules SVP)

N° et Rue: Ville:

Code postal: Ville:



A 14H

ÉTIENNE WOLFF, L'HOMME DES MONSTRES

En poussant l'expérimentation jusqu'à des limites alors inconnues, un grand savant français, Etienne Wolff, arriva, il y a déjà un demi-siècle, aux frontières de l'actuelle biologie génétique.

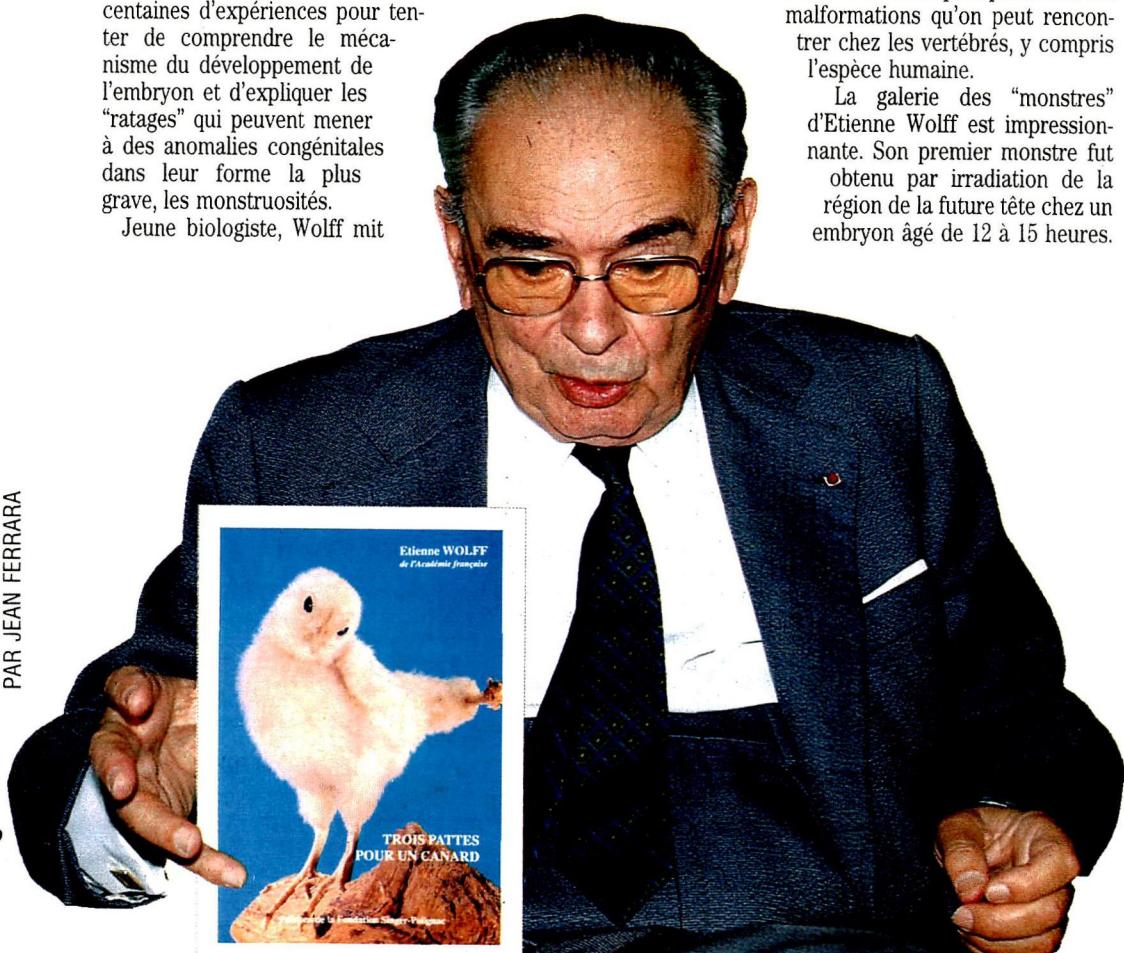
Etienne Wolff, embryologiste et spécialiste de la tératologie, étude des anomalies congénitales, détient le record mondial dans une troublante spécialité : la fabrication des monstres. Il y a un demi-siècle, avant même que l'on ne connaisse le nombre de chromosomes humains ou la nature biochimique des gènes, il a réalisé des centaines d'expériences pour tenter de comprendre le mécanisme du développement de l'embryon et d'expliquer les "ratages" qui peuvent mener à des anomalies congénitales dans leur forme la plus grave, les monstruosités.

Jeune biologiste, Wolff mit

au point une technique simple permettant l'observation d'un embryon de poulet : en découpant une partie de la coquille de l'œuf et en y plaçant une lamelle de verre ou de mica, il ouvrit une fenêtre sur les premières heures de la vie embryonnaire. Ensuite, par irradiation ou microchirurgie de régions précises de l'embryon, il réussit à obtenir à volonté presque toutes les malformations qu'on peut rencontrer chez les vertébrés, y compris l'espèce humaine.

La galerie des "monstres" d'Etienne Wolff est impressionnante. Son premier monstre fut obtenu par irradiation de la région de la future tête chez un embryon âgé de 12 à 15 heures.

PAR JEAN FERRARA



Le résultat fut un poulet "omphalocéphale" (dont la tête a poussé du nombril), qui vécut tout de même une dizaine de jours. Ensuite, il fit des cyclopes, ou cyclocéphales, dotés d'un œil unique, et des otocéphales (tête à oreilles), dont les deux oreilles, fusionnées en une seule, sont situées à la place du menton. Il obtint également des symèles (membres unis), volatiles à une patte, et des symptères, néologisme dont nous lui sommes redevables, car cette monstruosité-là ne semble pas exister dans la nature : chez le volatile symptère, les ébauches fusionnées d'ailes forment une sorte de raquette au milieu du dos. « Quelle ne fut ma fierté de pouvoir annoncer que j'avais produit une monstruosité nouvelle, inconnue jusqu'à ce jour », écrit-il dans ses mémoires, *Trois Pattes pour un canard* (!).

« L'étude des monstres simples ayant été fructueuse, dit-il, je décidai alors d'aborder celle d'une monstruosité encore plus frappante aux yeux du public : les monstres doubles. Ceux-ci sont connus depuis des siècles. Ils ont toujours fait l'objet de l'étonnement, sinon de la répulsion, voire de la terreur, de leurs contemporains. »

Voici donc, résultat d'une fissure incomplète de l'embryon, un poulet bicéphale dont l'apparence évoque celle d'un musicien du roi d'Ecosse Jacques II, il y a cinq cents ans : il avait deux têtes et deux troncs sur une seule paire de jambes, et pouvait jouer de deux flûtes à la fois (les œufs d'aigle étant rares, Wolff nous a épargné l'aigle impérial à deux têtes).

Suivit le pygomèle, canard doté d'une troisième patte située au postérieur, à la place de la queue, qui peut vivre sans inconveniient avec cet appendice incongru. En réalité, précise Etienne Wolff, il s'agit d'un véritable monstre double, dont une grande partie a avorté.

De telles expériences permirent à l'embryologiste d'identifier les zones qui, lésées à tel ou tel moment du développement, provoquaient ces anomalies monstrueuses. Elles ont également permis de mieux comprendre le phénomène de la gémellité. Un de ses élèves, Hubert Lutz, obtint par scission microchirurgicale d'un embryon de canard deux canards jumeaux identiques.

Ces travaux valurent à Etienne Wolff une étiquette qui lui colle encore : « J'étais devenu l'homme des monstres, comme Jean Rostand, l'homme des grenouilles. »

Mais il n'en resta pas là. A l'époque où les connaissances en endocrinologie étaient bien minces, Wolff réussit, grâce aux hormones sexuelles préparées à l'état de substances chimiques pures, à démontrer l'extraordinaire pouvoir : par exemple, transformer un embryon de poulet mâle en femelle et vice versa, ou obtenir toute une série d'intermédiaires entre les deux sexes.

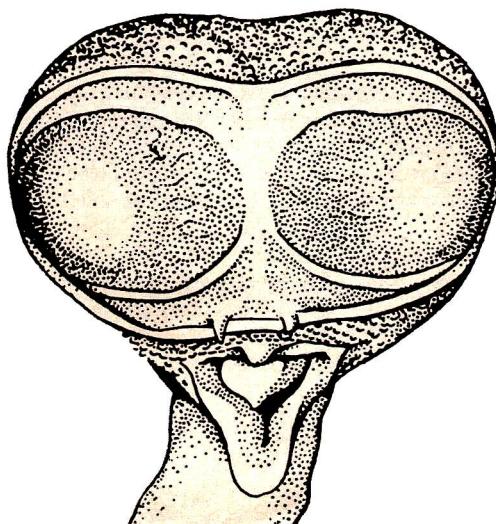
Il a ensuite expérimenté la culture d'organes *in vitro*, en laboratoire. Ainsi, il a pu constater que

grâce à des apports nutritifs bien définis, un tibia ou un fémur isolés peuvent se développer comme s'ils faisaient partie d'un organisme entier. Avec ses collaborateurs, il a mis en culture de nombreux organes d'embryons de poulet (glandes génitales, conduits excréteurs des spermatozoïdes) pour en suivre le développement, et en observer les déviations sous l'influence de modifications du milieu. Il a étudié le phénomène de régénération, qui permet aux individus de certaines espèces de reconstituer une partie manquante de leur organisme — la tête entière d'un ver planaire, le membre inférieur d'un amphibiens. On pense que cette capacité est due à l'existence de cellules spécifiques, qu'il a appelé des néoblastes.

La régulation, phénomène différent, permet la reconstitution d'une partie qui n'a jamais vu le jour en tant qu'organe différencié. Une expérience sur un embryon de poulet a donné un résultat inattendu : la reconstitution d'un os péroné complet, qui n'existe plus chez ce volatile moderne, mais existait chez l'archéoptéryx, ancêtre des oiseaux. « Ce résultat, dit Wolff, est un des plus remarquables qu'on puisse obtenir, car il restaure un passé lointain. Il nous situe au cœur de l'évolution. » L'expérience, en effet, montre que l'évolution passée du poulet lui a laissé des vestiges de potentialités qui ne se manifestent plus dans des conditions normales, mais qui peuvent être activées.

L'ouvrage biographique du Pr Wolff comprend des souvenirs d'enfance et de guerre, un chapitre sur l'antisémitisme, un autre sur "Les animaux et moi", où il déplore les mauvais traitements que l'homme fait subir aux bêtes, assure que les expériences chirurgicales sur l'animal sont accompa-

Les cyclocéphales étaient obtenus par le Dr Wolff en bombardant un point de la partie antérieure de l'encéphale des embryons. En produisant expérimentalement différentes monstruosités, il a pu étudier les processus normaux de développement, ainsi que les origines de nombreuses malformations.



Les monstres doubles : fusion de deux individus ou division d'un seul ? L'expérience sur l'animal à tranché : une division du blastoderme donne des jumeaux ; une division incomplète donne un monstre double.



nombreux chercheurs qui volent aujourd'hui de leurs propres ailes. Il y a quelques années, Nicole Le Douarin y a réalisé ses fameuses expériences de transfert de tissu cérébral embryonnaire de cailles au poulet — modifiant le comportement de ces derniers.

Agé de 86 ans, le Pr Wolff retrouve aujourd'hui l'écho des problèmes auxquels il faisait face il y a un demi-siècle. Ainsi, rappelle-t-il, il y avait, en embryologie, deux doctrines : soit tout l'avenir d'un être vivant était prédestiné dès l'union de l'ovule et du spermatozoïde, soit presque rien n'était prédestiné. Que pense-t-il de l'actuelle querelle entre l'inné et l'acquis, entre ceux qui maintiennent que le

gnées du même soin que chez l'homme, et présente au lecteur son chat, Grouillot. L'auteur, qui a été président de la Ligue française des droits de l'animal, donne sa conclusion : « Elle sera très simple, c'est très bien d'aimer les animaux. »

On peut déplorer qu'un quart à peine de l'ouvrage soit consacré à ses travaux scientifiques, et que leurs retombées ne soient pas décrites. On ne parle pas de phocomélie, cette malformation qui a atteint des centaines d'enfants dont la mère avait pris un tranquillisant, la Thalidomide, pendant la grossesse.

Le livre, dont la couverture représente un canard pygomèle, dégage un charme désuet, que ne dépa-

reillent pas quelques répétitions ni les nombreuses coquilles typographiques, résultat, sans doute, d'une relecture sommaire.

Etienne Wolff a commencé ses travaux à l'institut d'embryologie à l'université de Strasbourg, et c'est là qu'il fit ses premières découvertes importantes. Mobilisé au début de la guerre, il fut fait prisonnier et passa cinq ans dans des camps en Autriche et en Allemagne, où, avec d'autres universitaires, il fonda une "mini-université" au service d'autres prisonniers de guerre.

A son retour, son laboratoire s'agrandit. Nommé ensuite au Collège de France, il dirigea au bois de Vincennes l'institut d'embryologie et de tératologie expérimentale du CNRS, qui devint la Mecque de l'embryologie et une couveuse pour de

psychisme est pour la plus grande partie hérité, et ceux qui insistent sur l'importance de l'environnement ?

« Les dons des humains sont d'origine génétique, qu'il s'agisse de dons physiques ou intellectuels, répond-il. Ils sont héréditaires, fixés dès la fécondation, même avant peut-être. Mais l'acquis peut avoir une très grosse influence. On peut dire que si tout est fixé dans l'embryon, rien n'est encore rigoureusement déterminé. »

Et la sociobiologie, discipline controversée qui tente d'établir le lien entre le comportement social et la biologie ?

« Dès qu'il y a fécondation, il y a une ébauche de psychisme, de spiritualité. On ne peut pas séparer le psychisme de la biologie : pour les deux, il y a héritabilité. On voit des ébauches de psychisme chez les créatures les plus simples — les tropismes chez les créatures unicellulaires ne sont-elles pas de telles ébauches ? À travers le monde vivant, on voit pointer les facultés : mémoire, accoutumance, souffrance, facultés supérieures. Je ne vois là que des transitions vers l'humanité, qu'on ne doit pas mettre à part du monde animal. Pour beaucoup de ses capacités, l'homme n'est pas au-dessus des animaux. »

Qu'en est-il, enfin, de la controverse bien actuelle concernant l'utilisation d'embryons humains ?

« Ce n'est pas très grave d'utiliser, sous certaines réserves, l'embryon humain pour des expériences. Les cellules d'un individu très jeune, mises en culture, pourraient servir de relais au cours d'opérations, et même à des traitements. La culture de tissus et d'organes a été et restera très utile à l'étude des tumeurs humaines. Par la chimiothérapie ou la radiothérapie, on a ramené à la normale des cultures cancéreuses, permettant éventuellement de développer des méthodes de traitement. »

De nombreuses notions apparues au début du siècle, souligne Wolff, reviennent sous une forme différente, plus précise. Ainsi, Alexis Carrel (¹), qui avait fait des cultures de tissus et d'organes (notamment un cœur de poulet), avait postulé l'existence de "tréphones", substances qui favorisent la croissance. Carrel est tombé en disgrâce, mais les tréphones ne sont-elles pas des acides aminés, des facteurs de croissance, identifiées aujourd'hui avec plus de précision.

« Le développement scientifique en un demi-siècle a été impressionnant, dit Etienne Wolff. Mais de nombreux chercheurs sont devenus isolés dans leur spécialité. C'était inévitable. C'est le progrès, mais dans un sens c'est regrettable. » Jean Ferrara

(1) *Trois Putres pour un canard*, Ed. Fondation Singer-Polignac.

(2) Alexis Carrel a reçu le prix Nobel en 1912 pour ses travaux en microchirurgie. Il a travaillé pendant de nombreuses années à l'Institut Rockefeller (New York), puis il est revenu en France et a fondé en 1941, sous l'Occupation, la Fondation pour l'étude des problèmes humains, dont certaines attitudes eugéniques se rapprochaient des thèses nazies.



Préparez sérieusement votre avenir avec l'Ecole Universelle



ETUDES SECONDAIRES

Classe de 6^e Classe de 5^e Classe de 4^e
 Classe de 3^e Brevet des Collèges
 Seconde 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.
Baccalauréat : A. Philosophie lettres B. Economique et social C. Mathématiques et sciences physiques D. Mathématiques et sciences de la nature E. Mathématiques et techniques G1. Secrétariat G2. Comptabilité G3. Commerce F1. Construction mécanique F3. Electrotechnique F8. Sciences médico-sociales H. Techniques informatiques Programme annuel pour toutes les matières Cours de soutien.



ETUDES SUPERIEURES

Examens d'accès aux études universitaires, examens A et B (admission des non-bacheliers).
Etudes supérieures de droit : Capacité en droit (accessible sans le baccalauréat) D.E.U.G. droit D.E.U.G. sciences économiques.
Etudes supérieures de sciences : 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' PP' Classe de mathématiques spéciales M.M' PP' Entrée écoles vétérinaires Entrée écoles supérieures de commerce Entrée Institut d'études politiques Concours d'entrée écoles normales.



CARRIERES SOCIALES ET PARAMEDICALES

Examens d'entrée dans les écoles :
 Aide-soignante Auxiliaire de puériculture Moniteur éducateur.
 Infirmier(e) Infirmier(e) en psychiatrie Sage-femme (carrière médicale) Massieur Ergothérapeute Laborantin Manipulateur d'électroradiologie Psychomotricien Pédicure Educateur de jeunes enfants Assistante sociale Orthophoniste Educateur spécialisé D.E.F.A. Fonctions d'animation.
 Ecole de cadres infirmier(e)s.
 Préparation au CAP d'employé de pharmacie Baccalauréat F8.
 Secrétaire médicale Sténodactylo médicale.



FONCTIONNAIRE

Niveau B.E.P.C. : Secrétaire comptable à la Banque de France Commis Préposé PTT Agent d'exploitation PTT Gardien de la paix Commis de mairie Surveillant éts pénitentiaires Agent de recouvrement Trésor Agent constatation impôts Enquêteur de Police Commis services pénitentiaires Commis police.

Niveau baccalauréat : Contrôleur des impôts Contrôleur des PTT Inspecteur police nationale Rédacteur de mairie Contrôleur de la main-d'œuvre Secrétaire de préfecture Contrôleur du trésor.

Niveau D.E.U.G. : Inspecteur des PTT Inspecteur des impôts Rédacteur à la Banque de France Inspecteur du travail.



CAP - BEP - BP - BTS DPECF - DECF

C.A.P. employé(e) de pharmacie CAP ESAC sténodactylo, employé(e) de bureau, employé(e) de comptabilité CAP de banque CAP esthétique (stage pratique gratuit) CAP coiffure (dames-mixte) CAP couture BEP administration commerciale et comptable BEP communication administrative et secrétariat BP banque BP comptabilité BP de secrétaire BP esthétique. BTS action commerciale BTS commerce international BTS comptabilité et gestion BTS tourisme loisirs BTS bureautique et secrétariat BTS communication et action publicitaires BTS informatique de gestion BTS esthétique BTS assurance DPECF DECF.



CULTURE GENERALE ET ARTISTIQUE

Cours universel d'anglais avec cassettes Allemand, espagnol, italien avec cassettes Arabe Russe Américain Examens de Cambridge Diplôme européen d'anglais Chambres de commerce étrangères Interprète. Orthographe Rédaction Résumé de texte Analyse Commentaire Synthèse. Histoire des civilisations Mise à niveau mathématiques, physique, chimie Perfectionnement culturel Initiation à l'informatique Pratique du micro-ordinateur Cours de dessin et peinture Dessinateur de mode Dessinateur de publicité Illustrateur Décorateur intérieur Solfège Etude piano, violon, guitare avec contrôle sonore sur cassettes Ecriture musicale.

Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue.

ORIENTATION CONSEILS
 ► Appeler le :
 (1) 47.71.91.19

Bon pour une documentation gratuite :

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

M. Mme Mlle

Prénom

INSCRIPTION
MOMENT A TOUT
L'ANNEE

NOM

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?

**ECOLE
UNIVERSELLE**

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

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

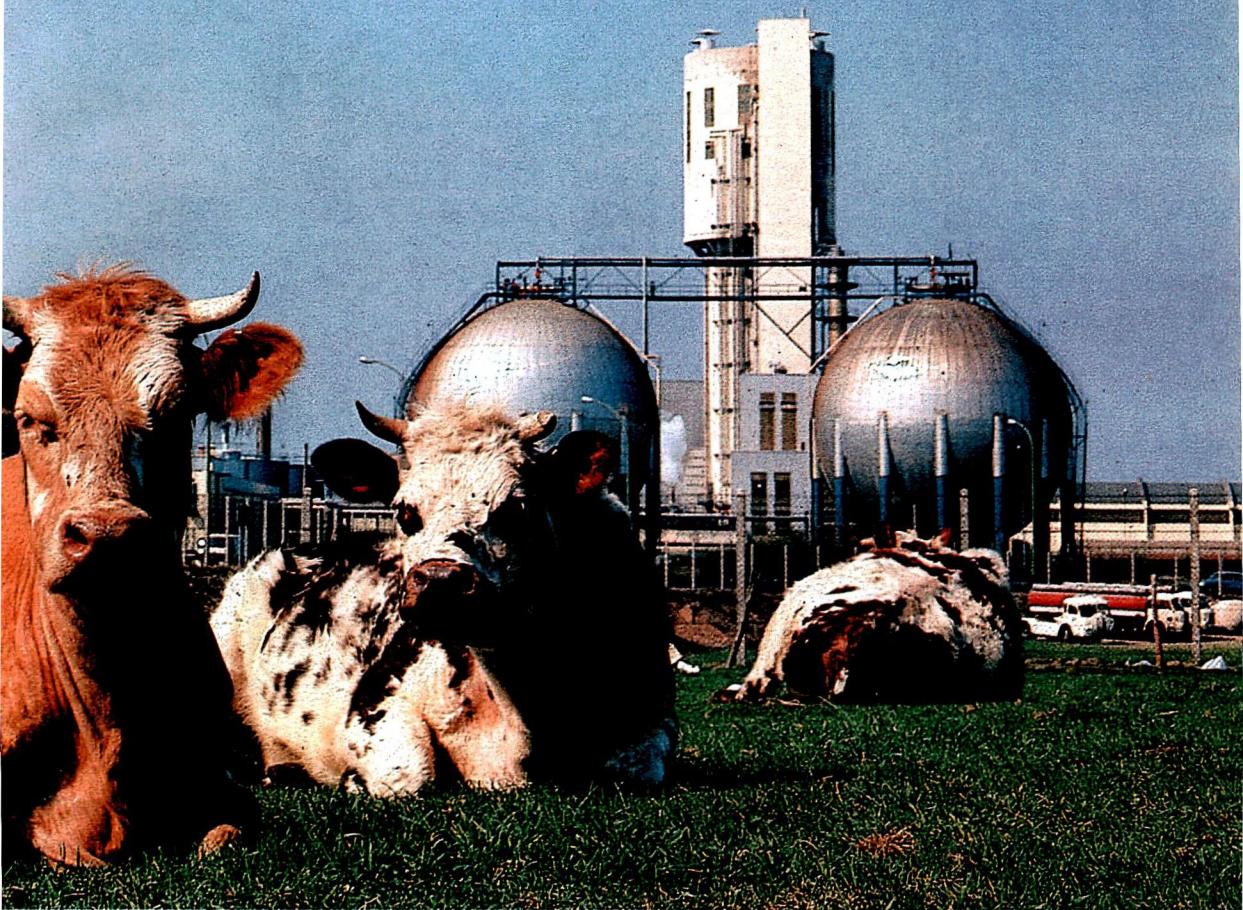
USVO20





EFFET DE SERRE : LES VAC

Aujourd'hui, lorsque l'on parle de l'effet de serre et des dangers que présenterait pour la planète un réchauffement de l'atmosphère, on pense surtout aux énormes quantités de gaz carbonique que l'homme relâche dans l'air, par ses cheminées d'usines, ses pots d'échappement, etc. Et l'on oublie complètement que les activités agricoles contribuent elles aussi à accroître ledit effet.



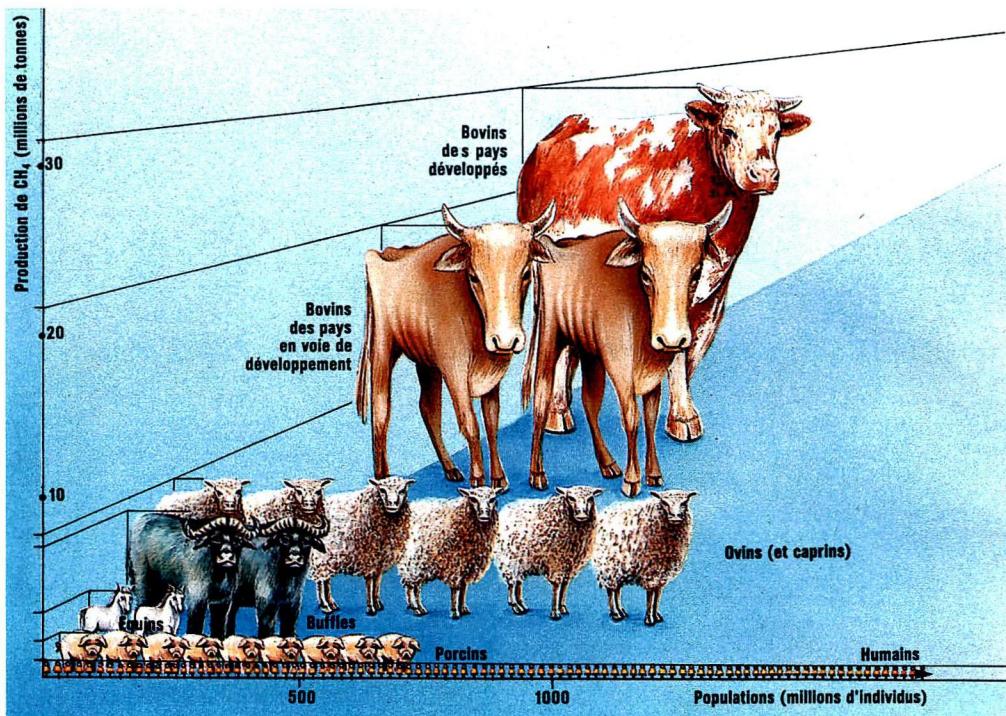
HES PLUS QUE L'INDUSTRIE

Avant tout, il convient de s'entendre : le fameux "effet de serre" dont, depuis quelque temps, on nous rebat les oreilles, est un phénomène tout ce qu'il y a de plus naturel. Même si, sur notre planète, il n'y avait aucune automobile, aucune usine, voire aucun être humain, l'effet de serre existerait. Et ce serait tant mieux, car, sans lui, il n'y aurait probablement pas de vie sur la Terre.

En effet, sous l'action des seuls rayons solaires, la température du sol terrestre ne serait que de -18°C. Or, la température moyenne à la surface du globe est de +15°C. Cette différence de plus de 30°C est due uniquement à l'effet de serre, c'est-à-dire au fait que certaines molécules présentes dans l'atmosphère piègent le rayonnement infrarouge réémis par le sol (lorsque celui-ci est "chauffé" par le Soleil). Ces infrarouges piégés réchauffent les basses couches de l'atmosphère, qui, à leur tour, renvoient des infrarouges vers le sol. Conséquence de ce va-et-vient :

Les animaux d'élevage, et surtout les bovins, "écrivent" dans l'atmosphère 75 millions de tonnes de méthane (CH_4) par an, produit de leur fermentation digestive. Par comparaison, l'industrie n'en dégage "que" 65 millions de tonnes : 50 millions de tonnes en pertes extractives (charbon, gaz naturel, pétrole) et quelque 10 millions de tonnes en combustion de biomasse (énergies fossiles et bois). Or, le méthane est aujourd'hui, avec le protoxyde d'azote (N_2O), le gaz dont l'augmentation a le plus d'impact sur l'effet de serre.

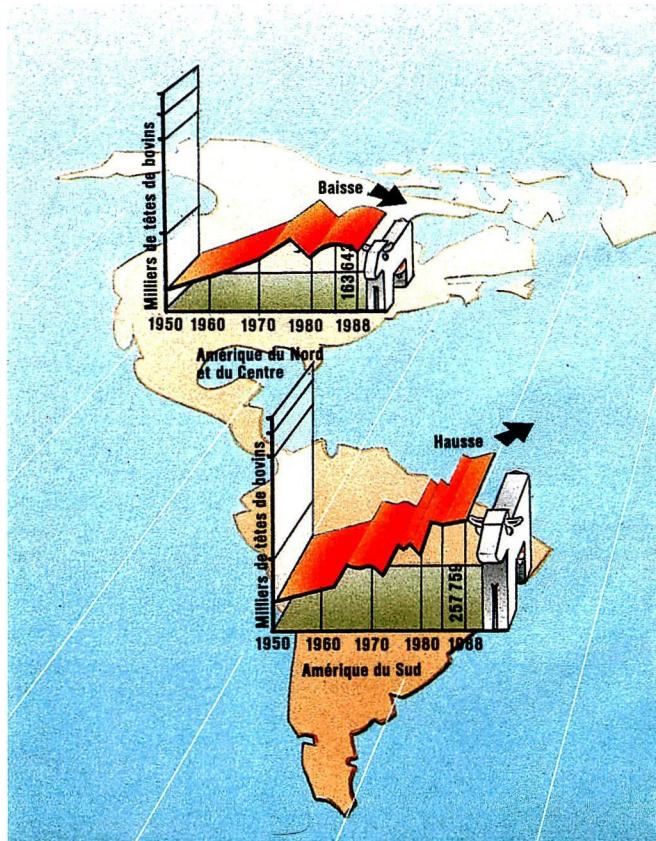
LES BŒUFS RICHES POLLUENT PLUS QUE LES PAUVRES...



... DU MOINS POUR L'INSTANT

Une vache laitière de pays riche en élevage intensif produit en moyenne 90 kilogrammes par an de méthane issu de la fermentation entérique au cours de la digestion, contre quelque 35 kg pour un bovin de pays en voie de développement qui glane dans la nature ou les ordures de quoi survivre. Ovins et caprins sont également producteurs de méthane entérique, mais leur contribution est sans commune mesure avec celle des bovins, comme le montre le graphique animé ci-dessus, qui compare entre elles les populations de certains animaux domestiques et d'humains sur Terre du point de vue de leur production de méthane entérique.

Mais la tendance est appelée à s'inverser : dans les années à venir, c'est le cheptel des pays en voie de développement qui contribuera le plus à l'augmentation de la concentration en méthane de l'atmosphère. Pour deux raisons (carte ci-contre) : d'une part, ces pays se mettent de plus en plus à l'élevage intensif et, parallèlement, leur troupeau augmentent régulièrement ; d'autre part, parce que les différentes mesures de contingentement de la production laitière en Occident aboutissent à une réduction du nombre de têtes et, à terme, à une stabilisation de la production de CH₄ entérique.



une sérieuse élévation de la température terrestre, qui atteint un niveau propice au développement de toutes les formes de vie.

Les principales molécules qui absorbent le rayonnement infrarouge sont : la vapeur d'eau (H_2O), le gaz carbonique (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O). Elles sont toutes produites par des phénomènes naturels, mais l'homme, par ses activités, en dégage également et, de ce fait, en augmente régulièrement la concentration. Ces émissions d'origine humaine perturbent l'équilibre thermique de l'atmosphère et risquent, à la longue, d'entraîner des changements climatiques importants. C'est cela que l'on appelle aujourd'hui l'effet de serre, à savoir la dérive anthropique (résultant de l'action de l'homme) et néfaste d'un phénomène parfaitement naturel et bénéfique.

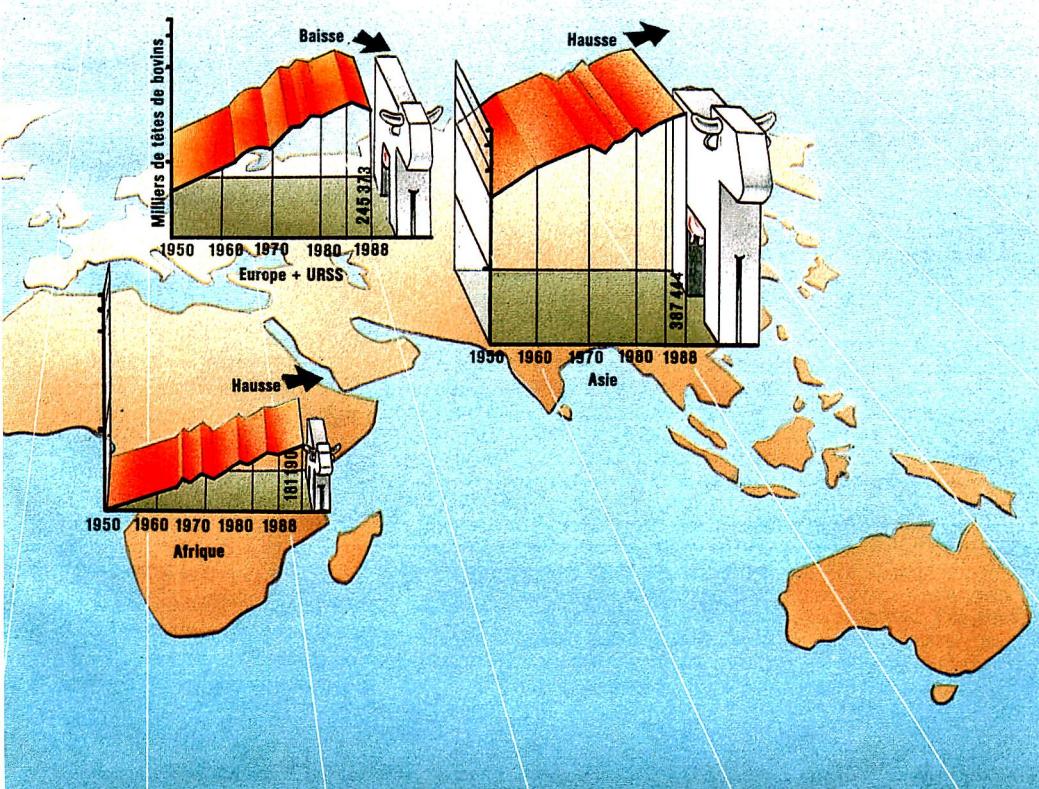
Curieusement, dans le débat qui s'est instauré sur un possible et dangereux réchauffement de la Terre, l'attention semble s'être focalisée sur les seules émissions de gaz carbonique. Si la température de la planète risque, à brève échéance, de monter de 3 ou 4 degrés, c'est essentiellement, nous dit-on, parce que l'homme libère dans l'atmosphère des quantités faramineuses de CO_2 , en utilisant de manière toujours croissante les combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), en brûlant des forêts et des savanes pour créer des terres cultiva-

bles, en transformant le calcaire et l'argile en ciment, etc.

Ainsi, lors du XV^e sommet des pays industrialisés, qui s'est tenu le 9 juillet dernier à Houston (Texas), le communiqué final recommandait une meilleure surveillance et une limitation des rejets de gaz carbonique. Quelques jours auparavant, le Premier ministre français se félicitait que « notre pays, en raison du type d'énergie qu'il utilise (l'énergie nucléaire), rejette dans l'atmosphère moins de gaz carbonique générateur d'effet de serre que d'autres pays ». Bref, tout le mal vient du CO_2 , et les centrales nucléaires, parce qu'elles n'en relâchent pas, sont en passe de devenir des centrales écologiques !

Pourtant, si l'on examine l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre et si l'on analyse leurs impacts respectifs sur un éventuel réchauffement climatique, on ne peut qu'être frappé par le rôle considérable que joue, dans la modification de l'atmosphère, un secteur d'activité étrangement passé sous silence : l'agriculture. Cette discréption s'explique sans doute par les énormes enjeux économiques qui sont en cause, surtout dans un pays comme la France qui compte beaucoup sur l'agroalimentaire pour limiter le déficit de son commerce extérieur.

Et puis on ne veut peut-être pas accabler ces



pauvres agriculteurs, déjà accusés de polluer avec leurs nitrates les nappes phréatiques. Après l'eau, l'air, c'est plus qu'il n'en faudrait pour qu'ils se sentent persécutés !

Cela dit, à faire de l'effet de serre un problème purement énergétique ou, plus généralement, industriel, on occulte une bonne partie de la réalité, et qui n'est pas la moins préoccupante. Car, à côté du CO₂, il existe, nous l'avons dit, d'autres gaz qui absorbent le rayonnement infrarouge, et notamment le CH₄ (le méthane) et le N₂O (le protoxyde d'azote). Les estimations pour le présent (¹) attribuent approximativement 50 % de l'aggravation de l'effet de serre au gaz carbonique, 19 % au méthane et 4 % au protoxyde d'azote, le reste étant l'œuvre de différents autres gaz, dont les fameux chlorofluorocarbones (CFC), déjà rendus responsables des "trous" dans la couche d'ozone.

Cela, nous insistons, c'est pour le présent, car, pour l'avenir, les proportions risquent de changer. Pour les trois raisons suivantes :

1^o Les taux d'accroissement du CH₄ et du N₂O dépassent celui du CO₂. Les mesures effectuées depuis une dizaine d'années montrent, par exemple, que la concentration en méthane de l'atmosphère augmente d'environ 1 % par an, ce qui est beaucoup plus rapide que pour le gaz carbonique.

2^o Plus la concentration d'un gaz à effet de serre augmente, plus l'absorption d'infrarouge par molécule de ce gaz diminue. Ainsi, aujourd'hui, le pouvoir d'absorption de la vapeur d'eau troposphérique est, pour ainsi dire, "saturé". En d'autres termes, sa "fenêtre", c'est-à-dire la plage de longueurs d'onde (dans l'infrarouge) qu'elle est capable de piéger, est d'ores et déjà comblée. Et un accroissement de la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère n'entraînerait pratiquement aucune modification de l'équilibre radiatif global dans l'infrarouge. En revanche, toute augmentation d'un gaz dont la concentration est loin de la saturation a des conséquences importantes sur le réchauffement de l'atmosphère.

3^o Bien que la concentration atmosphérique en méthane et en protoxyde d'azote soit très inférieure à la concentration en CO₂, la moindre augmentation de ces gaz retentit lourdement sur l'effet de serre, car l'un et l'autre piègent beaucoup plus d'énergie par molécule que le gaz carbonique.

L'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, un collège international d'experts chargé d'éclairer les gouvernements sur les mesures à prendre en vue de prévenir un éventuel réchauffement climatique) a calculé que, sur une période de vingt ans, l'émission d'un kilogramme de méthane ou de protoxyde d'azote avait, en matière d'effet de serre, un impact respectivement 63 fois et 270 fois plus important que l'émission d'un kilogramme de gaz carbonique. Ce qui signifie que le rôle de ces deux composés pourrait à moyen terme devenir primordial — si, bien entendu, la tendance actuelle d'augmentation de leurs concentrations se maintenait. Or, précisément, cette tendance n'est pas irréversible, et l'homme pourrait la corriger dans la mesure où 65 % des émissions de CH₄ et 45 % de celles de N₂O relèvent de sa responsabilité. Ce qui n'est pas le cas du CO₂, dont 5 % seulement de la production sont imputables aux activités humaines (l'essentiel

LA SOLUTION DES MIROIRS

Etant donné que l'effet principal de l'accumulation de CO₂ et de méthane dans l'atmosphère sera le réchauffement du climat, le rédacteur en chef de la revue *Nature*, John Maddox, vient de rappeler dans l'éditorial du 26 juillet de cet hebdomadaire que l'humanité tient à sa disposition un moyen simple de réfléchir dans l'atmosphère une partie du flux calorifique solaire : les miroirs. Sous des apprences d'excentricité savoureuse, typiquement britannique, l'idée est pourtant bien étayée.

70 % du flux énergétique solaire parviennent sur Terre, soit théoriquement 950 Wm⁻² subzénithaux. En fait, étant donné qu'une moitié de la Terre est toujours dans l'ombre, la moyenne du flux subzénithal de surface est le quart de la valeur précédente, soit 240 Wm⁻², calcule Maddox. Or, l'excédent représenté par le déséquilibre entre les radiations reçues et reflétées, dans le cas d'un réchauffement de la planète par accumulation de CO₂ et de méthane, est environ de 1 Wm⁻², dit Maddox.

Un grand miroir orienté vers le ciel dans le jardin de chaque personne habitant les régions tropicales renverrait une part appréciable du flux solaire ; en fait, ce n'est pas "un grand miroir" qui y suffirait, mais, pour être précis, 750 m² de miroirs qu'il faudrait, par exemple dans le Sahara. Cela ne débarrasserait pas la Terre de la totali-

té du 1 Wm⁻², sans doute, mais cela en renverrait environ 1/8.

Au-dessus des tropiques, il en faudrait quatre fois plus, dit Maddox : soit 3 000 m². Chaque Terrien devrait considérer qu'il est personnellement responsable de l'entreprise collective de renvoi dans l'espace de l'équivalent de 100 kW d'énergie solaire. En fait, il n'y faudrait que quelques pour cent de la surface terrestre.

L'idée est originale. Surface inerte, sans pièces tournantes, ne nécessitant quasiment pas d'entretien, voilà un équipement écologique qui devrait plaire à tout le monde et aux "Verts" en premier lieu. Mais Maddox observe que les écologistes n'aiment pas beaucoup les solutions techniques, parce qu'elles leur paraissent être des palliatifs, et non de vraies solutions. Néanmoins, il observe aussi qu'une barrière de miroirs en feuilles d'aluminium installée dans l'espace, entre la Terre et le Soleil, renverrait aussi efficacement une part appréciable du flux solaire. Ainsi rafraîchirait-on sensiblement le climat. C'est, à notre avis, tout aussi faisable et au moins aussi opportun que l'installation de stations orbitales. Et Maddox rappelle à cette occasion qu'on pourrait aussi bien transformer en électricité sur la Terre l'énergie collectée par ces miroirs. Ce serait certainement moins polluant et calorifère que la combustion de carburants fossiles ou nucléaires... **G.M.**



provenant des océans, de la respiration des végétaux, des volcans, etc.).

Venons-en donc au fait : parmi les sources d'émissions de méthane et de protoxyde d'azote, les activités agricoles occupent une place capitale. Selon une étude du ministère américain de l'Energie publiée en 1988, près de la moitié du CH_4 et 34 % du N_2O dégagés chaque année sont liés à l'agriculture. Et d'abord à l'élevage.

Les espèces animales produisent du méthane de deux façons : d'une part, par leur digestion ; d'autre part, par leurs déjections, ou plutôt par la manière dont l'homme gère ces dernières. C'est la fermentation de la nourriture ingérée par les animaux qui est à l'origine du méthane "digestif". La quantité produite dépend naturellement du gabarit de la bête, de son mode d'alimentation (un animal nourri avec des aliments composés ingère plus d'énergie qu'un animal au pacage) et de la part de la digestion due à l'action des microorganismes méthanogènes.

Chez les ruminants, dont le système digestif est formé de plusieurs cavités successives où prolifèrent des milliards de microorganismes, de 4 à 10 % de l'énergie brute ingérée est perdue sous forme de CH_4 . Chez les monogastriques, comme le porc, la déperdition est moindre : entre 0,5 et 2 % (¹).

Au total, 74 millions de tonnes de méthane sont "éruptées" chaque année dans l'atmosphère par les animaux d'élevage. Les trois quarts environ (74 %)

Le méthane provenant de l'élevage est issu, en bonne partie, de la fermentation digestive dans la panse des bovins ; celui engendré par l'agriculture est dû, pour beaucoup, à la culture intensive du riz.

de cette quantité sont imputables aux seuls bovins, de 8 à 9 % aux moutons et aux buffles, le reste revenant aux porcs, aux chevaux, aux mules, aux chameaux, aux ânes et aux volailles.

En un siècle, la production totale de CH_4 a été multipliée par 4,5 environ, aussi bien du fait de la progression globale des troupeaux que de l'augmentation des dégagements individuels. Exemple : en 1890, un bovin relâchait en moyenne 35 kg de méthane par an ; en 1983, il en exhalait 45 kg (²). Cela montre que plus un animal est performant (en termes de production de viande ou de lait), plus il émet de CH_4 entérique.

Or, la tendance actuelle est à la recherche de performances sans cesse améliorées et d'une production toujours accrue. L'augmentation de la demande en protéines animales est aujourd'hui mondiale, à cause, principalement, du changement des régimes alimentaires en Asie. Et ce ne sont pas les quelques mesures restrictives prises en Europe, tels les quotas laitiers communautaires, qui changent grand-chose à l'affaire (*voir courbes p. 34*).

La gestion des déjections animales est elle aussi, avons-nous dit, source de méthane. Le paradoxe, c'est que ces dégagements nocifs pour l'atmosphère

résultent précisément d'une démarche de protection de l'environnement. En effet, pour lutter contre la pollution des eaux par les nitrates, on a incité les propriétaires d'élevages intensifs (de porcs surtout) à ne plus épandre leurs lisiers sur des surfaces (terres ou prairies) par ailleurs amendées en azote minéral, mais à les stocker le plus longtemps possible dans des cuves étanches. Malheureusement, ces déjections fermentent en anaérobiose (en l'absence d'air) et dégagent d'autant plus de méthane que la durée du stockage est plus longue (particulièrement l'été, où la température ambiante renforce la production de CH_4).

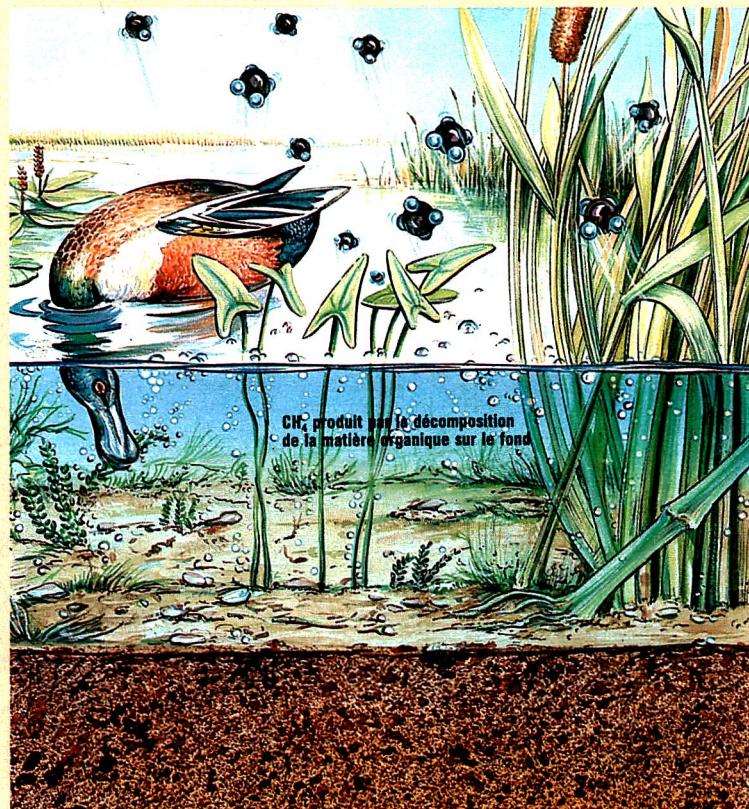
A côté de l'élevage, d'autres activités agricoles sont également créatrices de gaz à effet de serre. Tel est le cas, notamment, de la fertilisation azotée. L'application d'engrais minéraux, outre son action sur les eaux (augmentation préoccupante des taux de nitrates), est à l'origine d'une hausse importante des émissions de protoxyde d'azote par les sols cultivés. On estime ce supplément à environ 2,2 millions de tonnes par an pour l'ensemble de la planète⁽⁴⁾. Ces émissions

sont dues à la fois à des processus de nitrification en conditions aérobies (nitrification de l'ammonium, par exemple) et de dénitrification en conditions anaérobies (décomposition des nitrates).

La durée relativement courte du cycle d'émission (33 jours en moyenne après l'application) et la complexité des mécanismes en œuvre donnent à penser qu'il est quasiment impossible d'éviter ces pertes d'engrais sous forme de N_2O , même si l'on pratique une fertilisation raisonnée et... raisonnable.

Les rizières, enfin, relâchent à elles seules plus de 70 millions de tonnes de méthane par an⁽⁵⁾. Dans

LE GAZ DES RIZIÈRES



Zone humide naturelle : production de CH_4

1. Dans une zone humide naturelle (marais, zone inondée, boucle de rivière), le méthane est produit par décomposition anaérobiose de la matière organique du sol. Les bulles de gaz qui se forment s'élèvent à la surface de l'eau et éclatent dans l'atmosphère.

2. Dans une rizière, en plus du CH_4 produit naturellement, les racines des plants de riz exsudent des substrats méthanogènes. Ce gaz, dont la pré-

sence dans le sol est ainsi grandement accrue, est alors pompé par le système racinaire en même temps que la matière organique nécessaire à la croissance de la plante. Il monte à travers le végétal puis s'évacue dans l'atmosphère. Et plus les racines de la plante sont fournies, grâce à l'utilisation massive d'engrais, plus la quantité de méthane dégagée par la rizière est importante.

leur cas, un double mécanisme entre en jeu : d'une part, la production de CH_4 par le sol lui-même, à partir de la fermentation de la matière organique qu'il renferme ; d'autre part, le transport de ce CH_4 depuis le sol jusqu'à l'atmosphère, transport qui dépend largement des caractéristiques physiologiques du plant de riz (profondeur des racines, ramifications des mêmes racines, etc.). Toutes les études montrent que les techniques de culture faisant appel à l'irrigation, à la fertilisation et aux phytosanitaires sont les plus méthanogènes. Or, ce sont justement celles-ci qui continuent de progresser



partout dans le monde.

Face à ce constat inquiétant, existe-t-il des remèdes ? Oui, et dans tous les domaines que nous avons évoqués. En matière de fermentation digestive, par exemple, la quantité d'aliments servie et la composition des rations ont une influence certaine sur le CH₄ éructé par le bétail. Ainsi, il a été démontré que, à digestibilité identique, des rations moins fibreuses réduisaient la production de méthane d'environ 10 % (%). De même, l'introduction de certains additifs alimentaires peuvent abaisser sensiblement la méthanogenèse.

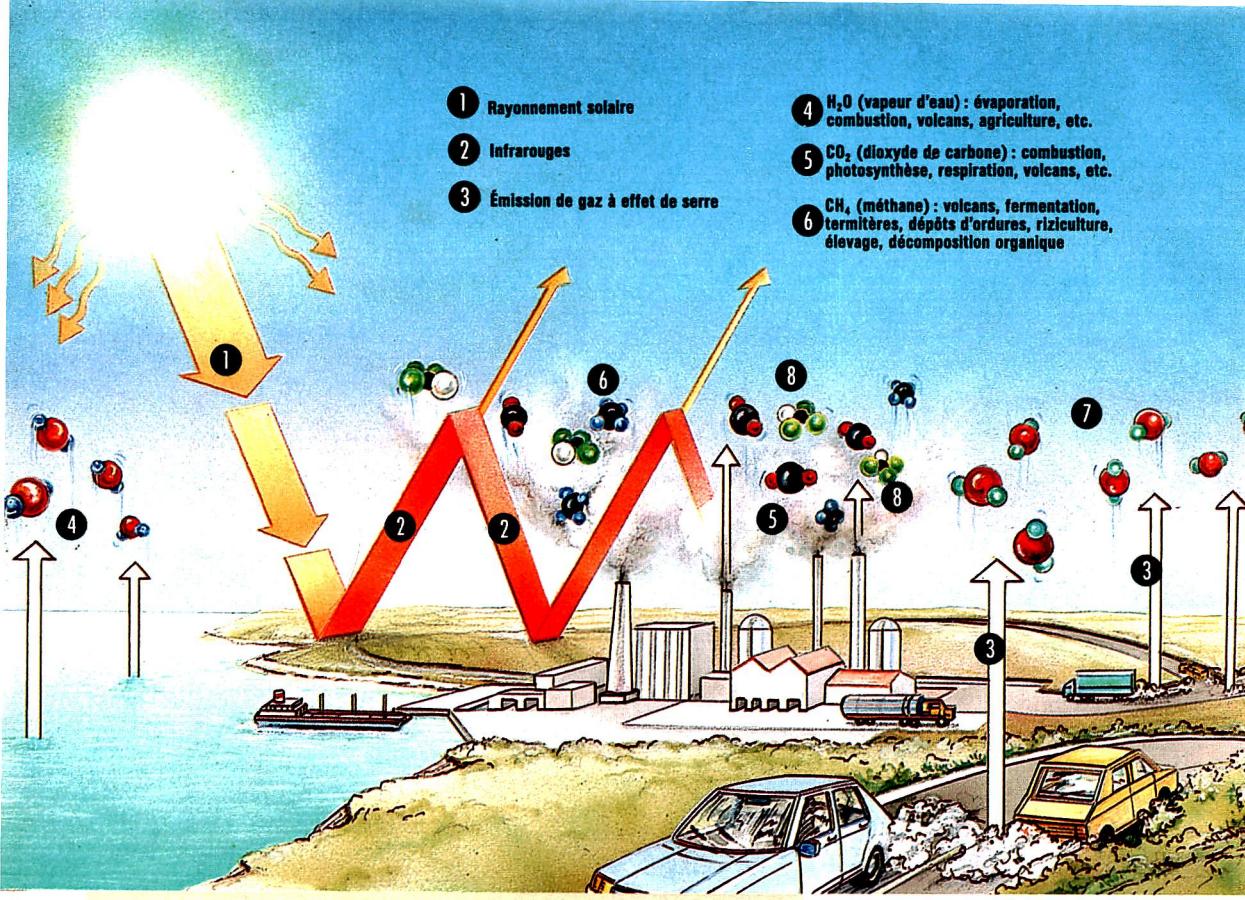
En ce qui concerne la gestion des déjections, deux solutions sont possibles : la couverture des fosses à lisier ou, mieux encore, l'utilisation du lisier dans des digesteurs (ou fermenteurs) pour la production de biogaz combustible. Il faudrait, dans cette dernière hypothèse, redynamiser le programme qui avait été lancé en France au lendemain du choc pétrolier de 1973, et qui, depuis lors, s'est progressivement essoufflé (sur les soixante installations étudiées par l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, à peine une dizaine font encore l'objet d'un suivi).

Pour ce qui est de la fertilisation azotée, nous avons vu qu'il était pratiquement impossible d'empêcher les émissions de protoxyde d'azote. Pourtant deux recommandations peuvent être faites : 1° éviter autant que possible l'installation de cultures dans des zones naturellement très dénitritifiantes (sols très humides, ou soumis à de grandes variations de température) ; 2° bien choisir le type d'engrais et son mode d'application, puisque ces deux facteurs influent sur la quantité de N₂O produite.

Enfin, dans le domaine

de la riziculture, différentes pistes peuvent être explorées. Il serait intéressant, par exemple, d'expérimenter des variétés rustiques moins gourmandes en eau. Par ailleurs, il conviendrait de reconsiderer l'usage des désherbants, car la présence de mauvaises herbes dans les rizières peut entraîner une diminution de la production de méthane par le sol.

Mais cet éventail — sommaire — de solutions ne saurait suffire s'il n'est accompagné d'une profonde révision des politiques agricoles à l'échelle internationale. Ce n'est en effet que dans le cadre d'une réorganisation mondiale du marché des produits



EFFET DE SERRE : LA PART HUMAINE

Dans la troposphère, couche atmosphérique de 20 km d'épaisseur au contact du sol, les gaz à effet de serre, qui piègent la chaleur due à l'énergie solaire incidente (H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O et CFC et leurs substituts), sont présents à des concentrations relativement importantes, même s'ils sont à l'état de traces (0,11 % du volume total). De ce fait, les apports dus à l'activité humaine, en dépit de leurs quantités, ont une incidence plutôt marginale en termes d'effet de serre (c'est, en gros, comme si l'on ajoutait de la peinture noire à un tableau déjà

passablement saturé en noir).

Dans la stratosphère (de 20 à 50 km), en revanche, tout ajout de notre part risque de prendre des proportions considérables, et donc immédiatement perceptibles, dans la mesure où ces gaz sont très peu présents à cette altitude. C'est le cas, essentiellement, de la vapeur d'eau (H_2O) et du dioxyde de carbone (CO_2) qui ne manqueront pas d'être relâchés par les transports aériens supersoniques de haute altitude, qui seront assurés par les successeurs de Concorde actuellement à l'étude chez plusieurs constructeurs.

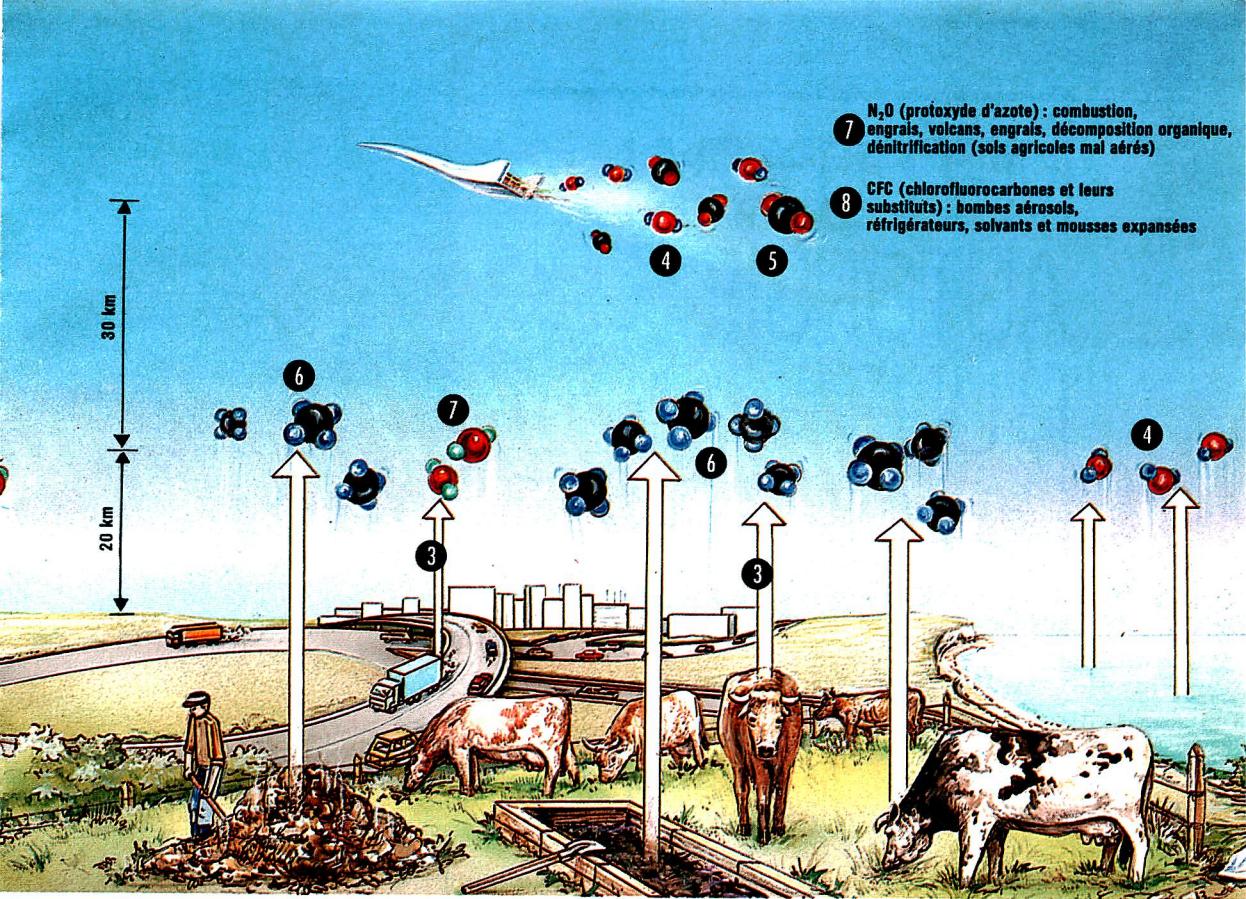
alimentaires que l'on pourra lutter utilement contre les émissions de gaz à effet de serre. A l'heure actuelle, les orientations de ce marché vont toutes dans le mauvais sens, c'est-à-dire qu'elles participent au réchauffement de la planète. C'est le cas, entre autres, de :

- l'homogénéisation de la demande, par alignement progressif des goûts alimentaires du monde entier sur ceux des classes moyennes des pays industrialisés (exemple : l'augmentation, déjà mentionnée, de la demande en protéines animales dans les pays asiatiques) ;

• la recherche du coût économique minimal, encore exacerbée par la concurrence farouche entre producteurs, et qui se traduit le plus souvent par une progression des cultures émettrices de méthane (cf. l'avancée du riz irrigué en Asie, sa percée en Afrique au détriment du mil et du sorgho, etc.).

Ces tendances paraissent si bien installées que les prévisions plus qu'inquiétantes de l'IPCC (*) concernant l'augmentation des émissions de méthane et de protoxyde d'azote (entre 35 et 65 % pour le CH_4 d'ici à 2025 ; entre 70 et 110 % pour le N_2O) pourraient même être sous-évaluées. D'autant que, dans de nombreux pays en voie de développement, on continue de subventionner les engrains, particulièrement en riziculture.

Alors, que faire ? Idéalement, il faudrait à la fois encourager les systèmes de production les moins émetteurs de N_2O et de CH_4 , et maintenir une certaine différenciation des régimes alimentaires à travers le monde. Ces mesures permettraient non seulement de préserver l'équilibre thermique de la Terre, mais aussi de limiter le dépeuplement continu que connaissent les campagnes africaines et sud-américaines.



Reste à déterminer les méthodes qui pourraient conduire à ces objectifs. Instaurer des quotas de production ne peut être qu'une solution à court terme, réservée uniquement aux pays qui se situent au-dessus du seuil d'autosuffisance alimentaire. De plus, sa mise en pratique demeure hypothétique, car il n'existe pas d'autorité mondiale capable d'imposer de telles restrictions.

La principale motivation des agriculteurs étant le prix des produits, c'est vraisemblablement à ce niveau qu'une action peut être entreprise. Il faudrait, par exemple, garantir des revenus intéressants aux agriculteurs qui accepteront d'intégrer des contraintes "effet de serre" dans leurs modes de production.

Mais si une telle mesure est concevable aux Etats-Unis ou dans d'autres pays développés, comme ceux de la Communauté européenne, elle est beaucoup plus difficilement applicable dans les pays en voie de développement, dont les productions sont en grande partie exportées et donc soumises aux lois du marché international.

C'est, par conséquent, tout le système mondial des échanges agro-alimentaires qu'il convient de réviser si l'on veut promouvoir une agriculture plus écologique, qui ne soit plus tributaire des impératifs de la concurrence.

Une concertation internationale est urgente, car ce sont les pays en voie de développement qui vont être

responsables de la majeure partie des émissions de méthane et de protoxyde d'azote d'ici à la fin du siècle.

Ce rapide survol des rapports entre l'agriculture et l'effet de serre (7) montre que des enjeux cruciaux pour l'avenir de la planète sont totalement négligés par ceux qui ont mission de gouverner, et donc de prévoir. Pourtant les mots d'"écologie" et d'"environnement" fleurissent sur toutes les lèvres.

Alors, faudra-t-il attendre que le processus en cours devienne irréversible pour qu'enfin un débat public s'instaure sur ce brûlant sujet ? **Patrice Miran**

(1) Etablies par une commission d'enquête du Bundestag (le parlement de la RFA) sur l'environnement, en 1988.

(2) Extrait du livre du Pr Chalupa, un des experts de l'IPCC : *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, 1979, éd. MJP, Londres.

(3) Extrait de l'article de Crutzen, Aselman et Seiler, "Methane Production by Domestic Animals, Wild Animals, other Herbivorous Fauna and Humans", publié dans la revue *Tell Us* n° 38 B, pp. 271-284, 1983.

(4) Extrait de l'article de Slemr, Conrad et Seiler, "Nitrous Oxide Emissions from Fertilized and Unfertilized Soils", publié dans le *Journal of Atmospheric Chemistry* n° 1, pp. 159-169, 1984.

(5) Extrait de l'article de Holzapfel, Conrad, Pschorr et Seiler, "Effect of Vegetation on the Emission of Methane from Submerged Paddy Soil", publié dans la revue *Plant and Soil* n° 92, pp. 223-233, 1986.

(6) Avancées lors de la réunion à Washington, en décembre 1989, du Workshop on Greenhouse Gas Emissions from Agricultural Systems, IPCC—RSWG. Subgroup on Agriculture, Forestry and other Human Activities.

(7) Pour en savoir plus, contacter : "Bulle bleue", 12 rues Francis-de-Pressensé, 75014 Paris, tél. (1) 45 45 48 76.

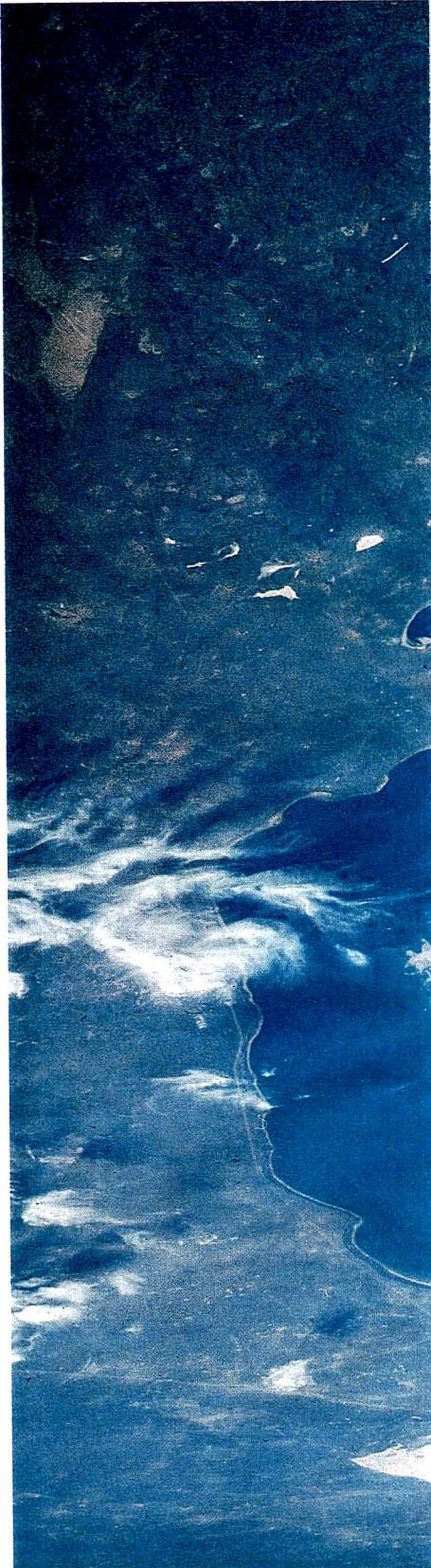
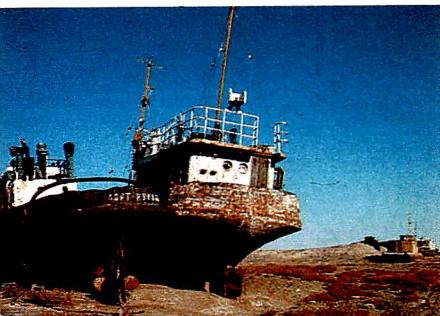
MER D'ARAL : AUTOPSIE D'UNE CATASTROPHE

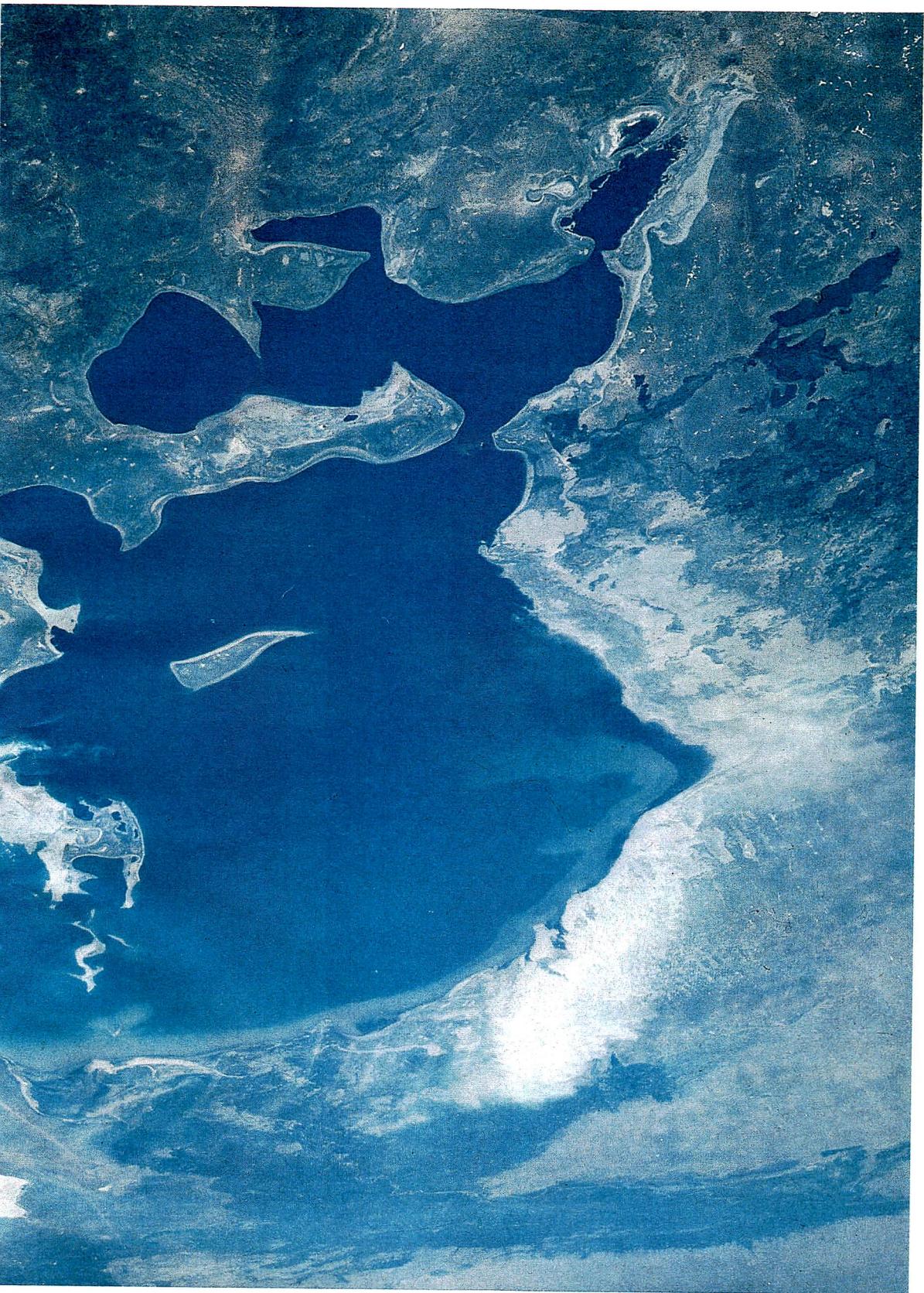
La mer d'Aral est à l'agonie, victime de l'imprévoyance humaine. Toute une série d'erreurs, tant économiques qu'écologiques, l'ont réduite à l'épuisement. Et des dizaines de milliers de personnes, qui vivent sur ses bords, se demandent ce qu'elles vont devenir...

Les journaux et la télévision ont largement diffusé ces images insolites de navires échoués au beau milieu des grèves, comme abandonnés sur le sable par un gigantesque reflux ; de quais où n'arrive plus la moindre vaguelette ; de ports désormais enfouis dans les terres ; de rivages transformés en plaines arides ; bref, d'une mer en voie de disparition. On a souvent dit à cette occasion que l'abaissement progressif des eaux de la mer d'Aral était l'une des plus grandes catastrophes écologiques de ce siècle ; mais on n'a que fort peu parlé des causes de ce drame, et encore moins de ses conséquences pour les populations riveraines.

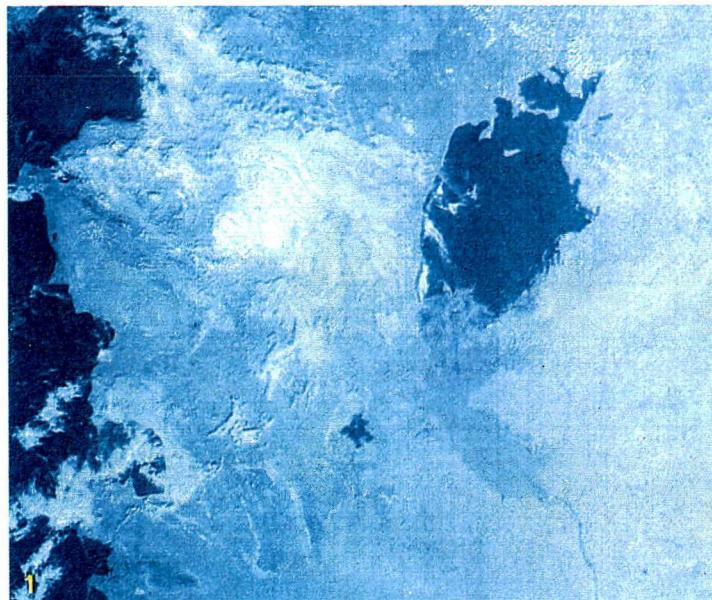
Or, voici qu'un groupe de scientifiques venus du monde entier, à l'invitation de la section kazakh du MAB (*Man and Biosphere*, un organisme de

PAR JEAN-RENÉ GERMAIN

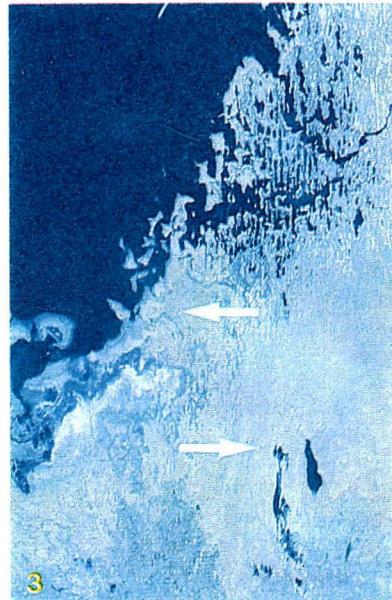




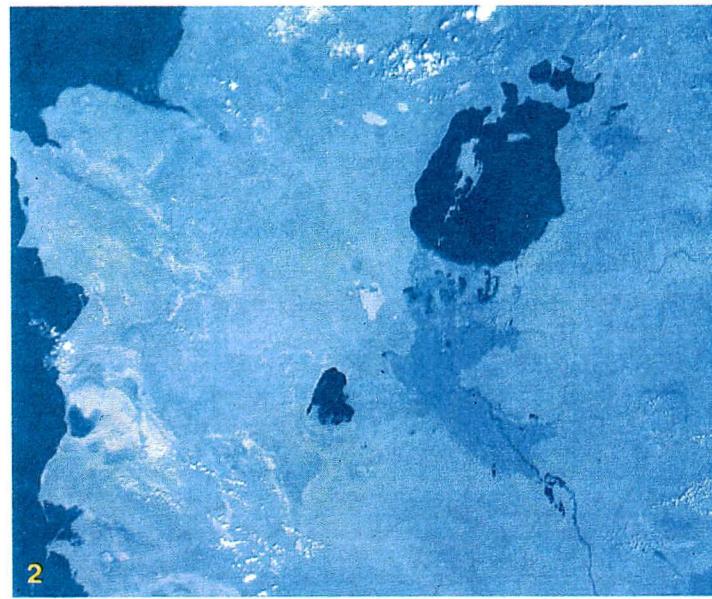
Une mer en voie de disparition



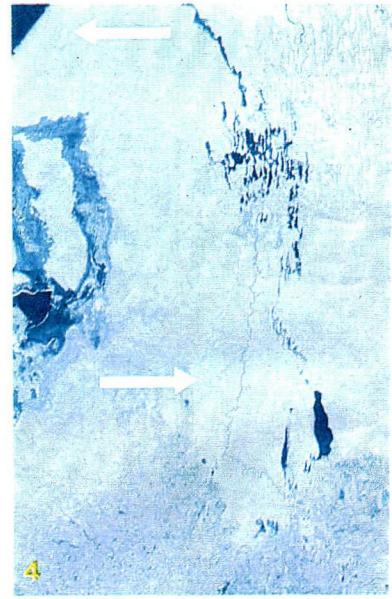
1



3



2

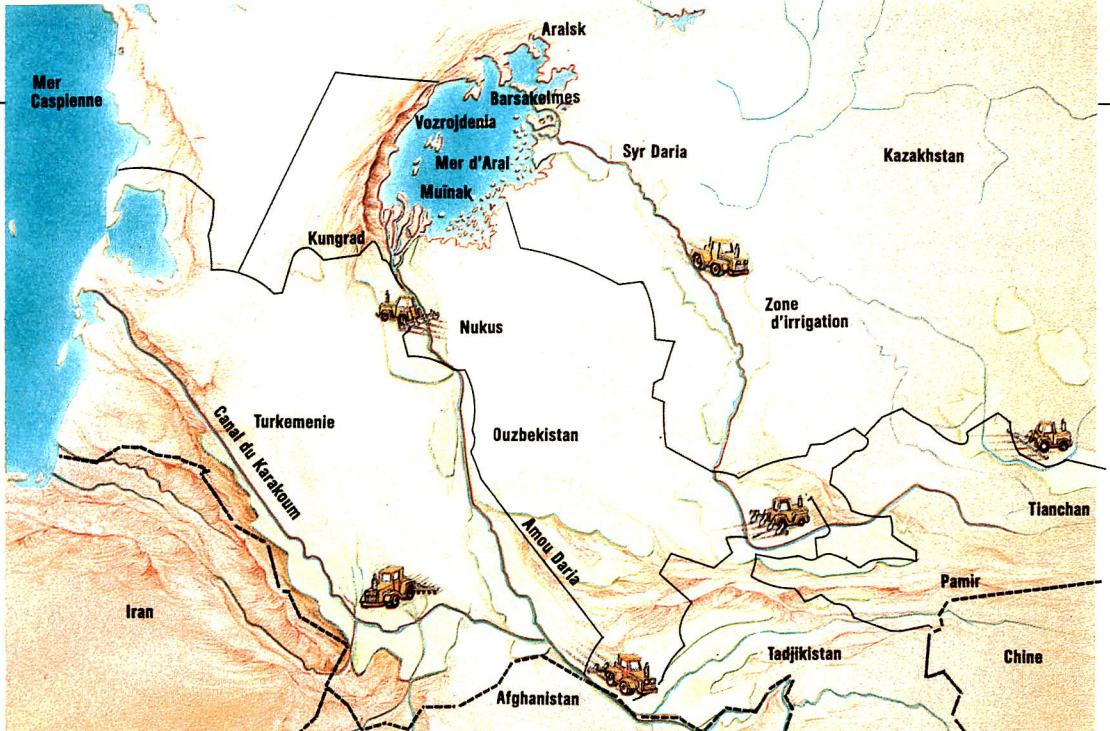


4

l'Unesco, dont la vocation est de concilier la sauvegarde de la nature et le développement), vient d'adresser un appel solennel à Mikhaïl Gorbatchev et au secrétaire général des Nations unies, afin d'attirer leur attention sur un désastre qui ne cesse de s'amplifier. Les termes de cet appel résument parfaitement la situation : « En trente ans, le niveau de la mer d'Aral s'est abaissé de 14 mètres. Son volume s'est réduit de deux tiers, et sa surface d'un tiers. La salinité est maintenant presque identique à celle

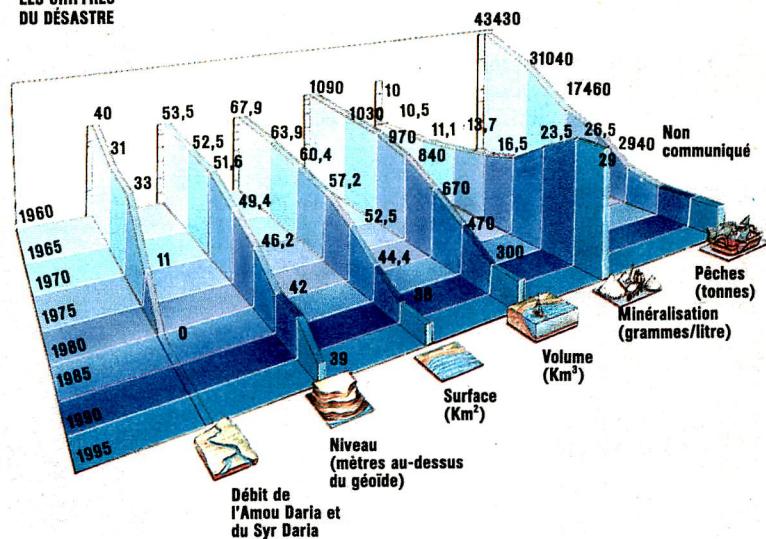
des océans. Du fait du retrait de la mer et du dépeuplement des fleuves Amou-Daria et Syr-Daria, les maladies qui s'abattent sur les populations locales ont augmenté de vingt fois. La mortalité infantile est la plus forte de tout le pays. Aussi exigeons-nous la stabilisation immédiate de la mer d'Aral et le retour au niveau des années 1960. »

Le Pr Jacques Lecomte, président du comité français du MAB, faisait partie de la délégation internationale qui s'est rendue sur place. Grâce aux infor-



Entre 1973 et 1987, d'après ces photos Landsat (1, 2), la mer d'Aral a diminué de 41 000 km². Les lacs, indiqués par des flèches, ont peu à peu fait place aux dunes (3 et 4). Les eaux du Syr et de l'Amou-Daria, qui constituaient les seuls apports d'eau douce de l'Aral, sont détournées à des fins d'irrigation dans le canal du Karakoum depuis 1960 (les zones irriguées figurent en vert sur la carte ci-dessus), sans compter les "aryk", canaux souvent clandestins. En trente ans, les prises d'eau dans les deux fleuves, illustrées dans le graphique ci-contre, ont abouti au désastre que l'Union soviétique connaît aujourd'hui.

LES CHIFFRES DU DÉSASTRE



mations qu'il a rapportées, nous pouvons enfin mesurer l'étendue de la catastrophe et comprendre pourquoi des dizaines de milliers de Kazakhs, d'Ouzbeks et de Karakalpaks sont non seulement les malheureuses victimes d'une technocratie brouillonne et imprévoyante, mais ont aussi la pénible impression d'être abandonnés de tous.

Un peu de géographie d'abord. Quatrième mer fermée du globe, après la Caspienne, le lac Supérieur et le lac Victoria, la mer d'Aral est située en

Asie centrale soviétique, dans la dépression de Tou-rane. Elle doit son nom à l'archipel constitué par quelque 1 100 îles ("aral" signifie "île" en turc, la langue des peuples kazakh et ousbek qui vivent sur ses rives) qui la parsèment, en particulier au voisinage des deltas des deux fleuves qui l'alimentent (ou plutôt qui l'alimentaient) : le Syr-Daria au nord et l'Amou-Daria au sud. Les deux îles les plus importantes sont Barsakelmes et Vozrodénié ; une troisième, Korakal, de dimensions analogues, est

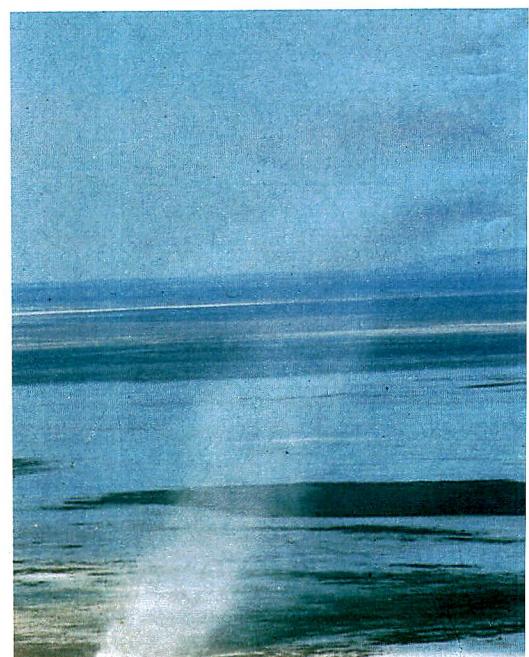
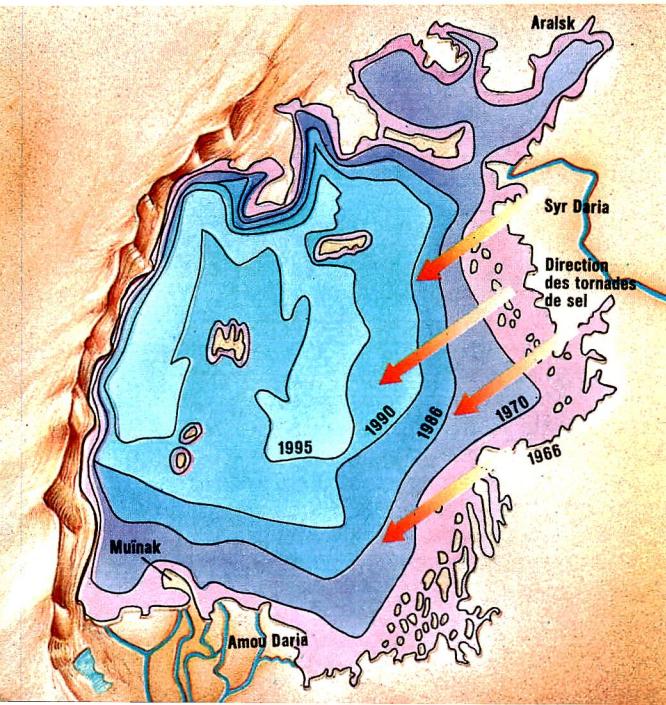
désormais rattachée à la terre.

Mer intérieure, peu salée (10 grammes de sel par litre contre environ 36 pour les océans), l'Aral est soumise à un climat continental sévère, caractérisé par de grandes variations de température : + 26°C de moyenne estivale et -13°C de moyenne hivernale. La température de la surface de l'eau oscille entre +3°C et -2°C, et il n'est pas rare que, pendant l'hiver, la mer soit entièrement recouverte de glace. Jusqu'en 1960 — année de référence —, sa plus grande profondeur était de 40 mètres, et la limpidité de ses eaux était telle que l'on pouvait entrevoir les fonds jusqu'à 25 mètres. Cette même année, elle occupait une surface de 67 388 km², et son volume était de 1 092,4 km³. Les apports de l'Amou-Daria et du Syr-Daria (environ 56 km³ par an) ainsi que les précipitations (9 km³/an) compensaient exactement les pertes par évaporation (65 km³/an).

Il n'en a pas toujours été ainsi, puisque, depuis le Pléistocène (début de l'ère quaternaire), période au cours de laquelle l'Amou-Daria, venant du Pamir, s'est engouffré dans la dépression touranienne, la mer d'Aral a connu d'appréciables variations de niveau, avec des écarts pouvant atteindre plus ou moins 20 mètres par rapport au niveau de référence de 1960. Ces variations étaient dues essentiellement à des facteurs climatiques, même si les géologues et les archéologues ont relevé, ici et là, certaines traces indiquant que, dans des temps reculés, on pratiquait déjà l'irrigation à partir des eaux de l'Amou-



Des tornades de sel et de sable (ci-contre) parcourent de vastes zones salées, là où, dans les années 1960, s'étendait la mer. Ces vents affaiblis se dirigent vers le sud-ouest (flèches), déposant des nuages de poussières salées sur près de 500 km.





Daria, ce qui avait pour conséquence de réduire le débit du fleuve, et donc ses apports à la mer.

Ces deux derniers siècles, toutefois, le niveau s'était relativement stabilisé, les variations ne dépassant guère 4 ou 5 mètres. Entre 1910 et 1960, la tendance était même à la remontée. Depuis lors, hélas !, la baisse est vertigineuse, dépassant en rapidité les prévisions les plus pessimistes. Mais, cette fois, ce n'est plus la faute de la nature (on estime que les facteurs climatiques n'interviennent que pour 20 % dans cette baisse), mais bien celle des hommes et d'une irrigation forcenée, mal conçue et mal réalisée.

Tout a commencé avec l'ouverture, en 1959, du canal du Kara Koum ("les sables noirs" en turc). Puisant ses eaux dans le cours supérieur de l'Amou-Daria, il déploie ses 1 300 kilomètres dans le désert qui occupe toute la partie centrale du Turkménistan, irriguant les champs de coton et les vergers implantés dans cette zone déshéritée. La grande erreur des constructeurs est de l'avoir creusé directement dans le sable, sans en avoir bétonné le lit. Si bien que d'énormes quantités d'eau se sont infiltrées dans le sol, sans aucune utilité pour les cultures. D'après certaines estimations, c'est près de 300 km³ qui, au fil des ans, se seraient ainsi éva-

nouis dans les sables, soit environ la moitié de ce qu'a perdu la mer d'Aral depuis 1960. Colossal gaspillage, auquel s'ajoute le gâchis de l'irrigation proprement dite. En effet, au lieu d'utiliser la technique du "goutte à goutte" (des tuyaux percés de petits trous et enfouis dans le sol), un procédé économique qui convient bien à ce type de terrain, on s'est contenté des traditionnelles rigoles à l'air libre, d'où de sérieuses déperditions par évaporation. De l'avis même de l'académie des sciences d'URSS, la consommation d'eau pour l'irrigation est de 20 à 100 % supérieure à ce qui serait normalement nécessaire.

Ces erreurs de conception sont d'autant plus graves que la surface des terres irriguées autour de la mer d'Aral est passée de 3 millions d'hectares en 1900 à 7,6 millions en 1987. Tout cela pour faire pousser un coton de qualité médiocre (95 % de la production soviétique), qui sert principalement à confectionner l'habillement de l'armée rouge, et du riz (l'Ouzbékistan fournit 45 % des approvisionnements de l'Union soviétique).

Bref, une technique inadaptée, l'ouverture de nouvelles surfaces irriguées, la création de réser-

voirs (sources de pertes par évaporation), le développement des usages domestiques et la multiplication des pompages clandestins ont considérablement amenuisé les débits de l'Amou-Daria et du Syr-Daria, et abouti au résultat que l'on sait : la réduction de deux tiers du volume de la mer d'Aral.

Le pire de l'affaire, c'est que l'assèchement de la mer d'Aral avait été dûment planifié. Dans la logique des "experts", c'était un moindre mal pour un plus grand bien. Il suffisait, selon eux, de comparer les profits tirés de la mer avec ceux que procuraient une agriculture irriguée pour se rendre compte que chaque mètre cube détourné de l'Aral avait une bien plus grande valeur que celui qui s'y rendait. D'ailleurs, ajoutaient-ils, la présence de la mer n'a qu'une faible influence sur les activités humaines de la région. Bien sûr, la mise hors eau de vastes étendues pourrait poser quelques problèmes d'ordre écologique, mais la nature se chargerait de les régler. Ainsi, les carbonate et sulfate de calcium présents dans la mer se déposeraient sur les fonds émergés et y formeraient une croûte qui bloquerait les remontées salines (le sel, transporté par le vent, risquant d'"empoisonner" la végétation environnante).

Mais les prévisions des "experts", c'est bien connu, sont souvent démenties par les faits. Non seulement le niveau de la mer d'Aral a baissé beaucoup plus vite qu'ils ne l'avaient imaginé, mais leurs belles théories écologiques n'ont pas résisté à l'épreuve... du sel. Car, contrairement à ce qu'ils affirmaient, les carbonates et sulfates de calcium n'ont pas formé de carapace protectrice, et d'énormes quantités de sel sont apparues à la surface des 27 000 km² asséchés. Mêlé aux sables friables de la couche superficielle, ce chlorure de sodium s'en-vole au moindre vent. Pour peu que celui-ci souffle

avec force, on assiste alors à de véritables tempêtes de sel. Des études effectuées sur ce sujet montrent que 75 millions de tonnes de poussières salées s'échappent chaque année des rives découvertes de l'Aral. A ces nuages de particules visibles, il faut ajouter 65 millions de tonnes d'aérosols salins invisibles.

Transporté par les vents, ce sel, hautement毒ique pour les cultures, va s'abattre sur les régions avoisinantes, et parfois même à des milliers de kilomètres de son point de départ. On en a ainsi retrouvé dans les plaines fertiles des républiques de Géorgie, de Biélorussie, et jusqu'au bord de la Baltique, en Lituanie. Les cosmonautes eux-mêmes assurent avoir observé de véritables "panaches", d'une quarantaine de kilomètres de large, partant de la mer d'Aral et s'étendant sur plus de 500 kilomètres.

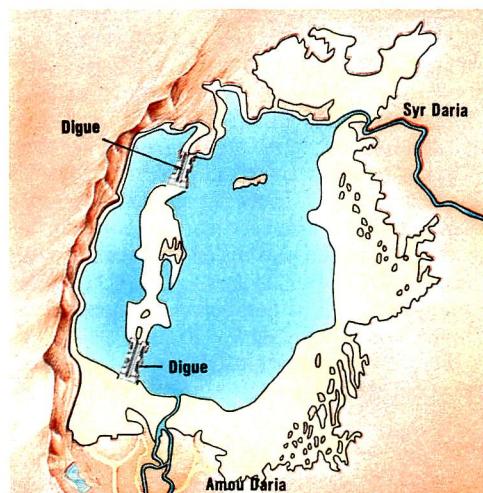
En moyenne, les retombées de sel sur la région de l'Aral atteignent 5 kilos par hectare, soit trois fois plus qu'en 1960. Dans ces conditions, les spécialistes redoutent qu'à court terme toute espèce végétale ne disparaisse de ces contrées, malgré quelques tentatives, bien tardives, de plantation de saxaouls (des sortes de tamaris) destinés à fixer les sables salés.

Parallèlement, l'évaporation d'une partie de la mer a accru la minéralisation des eaux restantes. De 1960 à 1987, la salinité de l'Aral est passée de 10 à 27 grammes par litre. A ce rythme, elle pourrait atteindre de 35 à 40 grammes en l'an 2000. Mais, d'ores et déjà, ce paradis des pêcheurs, où l'on trouvait des esturgeons, des brèmes, des sandres, des sazans, des carpes, etc., est devenu un cimetière marin : en trente ans, 20 des 24 espèces connues ont disparu. Les prises de poissons, qui dépassaient les 48 000 tonnes en 1957, sont tombées aujourd'hui à zéro. Dans les petits villages de pêche artisanale, comme dans les deux grands ports de pêche industrielle (Aralsk au nord et Muïnak au sud), c'est la désolation. Les bateaux rouillent le long des quais ou pourrissent dans la vase ; les conserveries ne sont plus approvisionnées, et les habitants fuient des rivages devenus inhospitaliers. Dans la région de Kysyl Orda, au nord-est de l'Aral, près de 40 000 personnes ont déjà quitté les lieux.

Les rares poissons qui subsistent sont rassemblés dans les deltas, où ils peuvent bénéficier d'arrivées d'eau douce au moment de la fonte des neiges. Chaque fois que cela se produit, ils se multiplient, ce qui maintient une activité halieutique résiduelle dans les retenues des fleuves et les lacs de drainage. Mais, là encore, la pollution menace les survivants, non plus celle du sel, mais celle des pesticides épandus sur les cultures et entraînés par les eaux de ruissellement.

La faune des deltas a également été durement touchée par l'abaissement des eaux et leur minéralisation. Entre 1960 et 1974, la surface du delta du

Un espoir ! Pour sauver la mer d'Aral, un projet prévoit de la séparer par des digues. La partie ouest, à gauche, serait condamnée à s'évaporer, la partie est, à droite, serait réalimentée par le Syr et l'Amou-Daria.

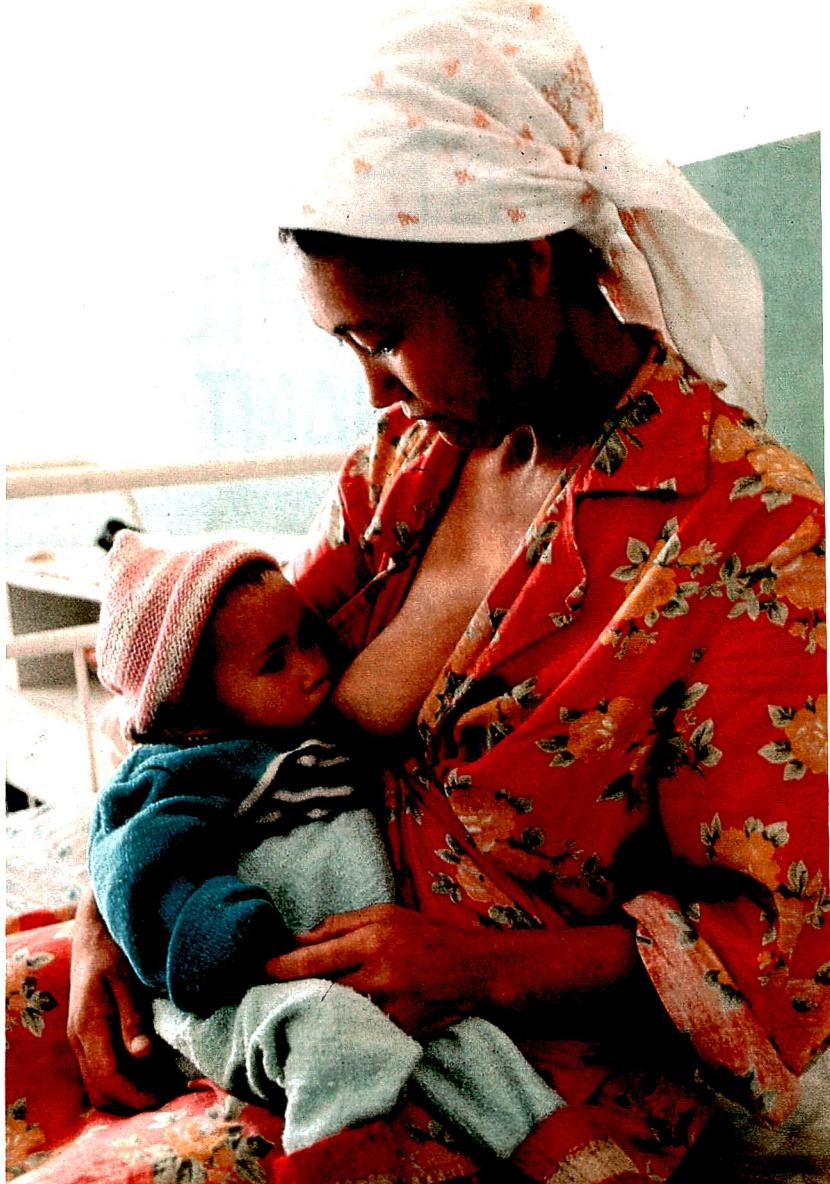


Syr-Daria a été ramenée de 500 km² à quelques dizaines seulement, et 15 des 25 lacs du delta de l'Amou-Daria ont disparu. Sur les 173 espèces animales qui habitaient ces sites, seules 38 ont survécu. Encore ont-elles fortement périclité. Exemple : les captures d'onatas (un rat musqué originaire d'Amérique, dont la fourrure sert à faire des chapkas) sont passées entre 1960 et 1987 de 650 000 à 2 500 par an.

Le retrait de la mer a aussi entraîné une baisse du niveau de la nappe phréatique. Résultat : les massifs de "tugay", cette végétation de hautes herbes, d'arbustes et de roseaux, typique des deltas de l'Asie centrale, et qui, il y a cinquante ans encore, abritait des tigres sauvages, a aujourd'hui à moitié disparu. De même, les zones de pâturage ont diminué de 80 %, et le rendement de celles qui subsistent a chuté de 50 %.

Il n'est pas jusqu'au climat qui n'ait été modifié par l'assèchement de l'Aral. Des études menées depuis une vingtaine d'années indiquent clairement que des changements climatiques sont intervenus dans une bande de 80 kilomètres au nord, à l'est et à l'ouest de la mer, et de 300 kilomètres au sud. La tendance générale est devenue plus continentale, avec, l'été, des chaleurs plus fortes et, l'hiver, des froids plus vifs. Dans la région de Kungrad, par exemple, à proximité du delta de l'Amou-Daria, le taux d'humidité relative a fortement diminué, et la température moyenne du mois de mai s'est élevée de 3,2°C, ce qui est considérable.

Privés de travail, sevrés de ressources, les riverains de l'Aral sont également menacés dans leur santé. En effet, comme nous l'avons signalé plus haut, la baisse du niveau et du volume de la mer a réduit la pression isostatique des nappes phréatiques, lesquelles, de ce fait, sont descendues de 7 à 12 mètres dans une zone de 170 kilomètres autour des côtes. Cet abaissement a eu pour effet de tarir tous les puits et toutes les sources, notamment dans les régions des deltas, les plus peuplées. L'approvisionnement en eau potable est devenu si problématique que le gouvernement a dû faire construire un pipe-line amenant l'eau des montagnes



Quand l'eau empoisonne. Outre une très forte minéralisation, l'eau de la région de l'Aral contient des cocktails de pesticides qui proviennent du lessivage des sols irrigués. Elle devient dangereuse au point d'altérer le lait des femmes.

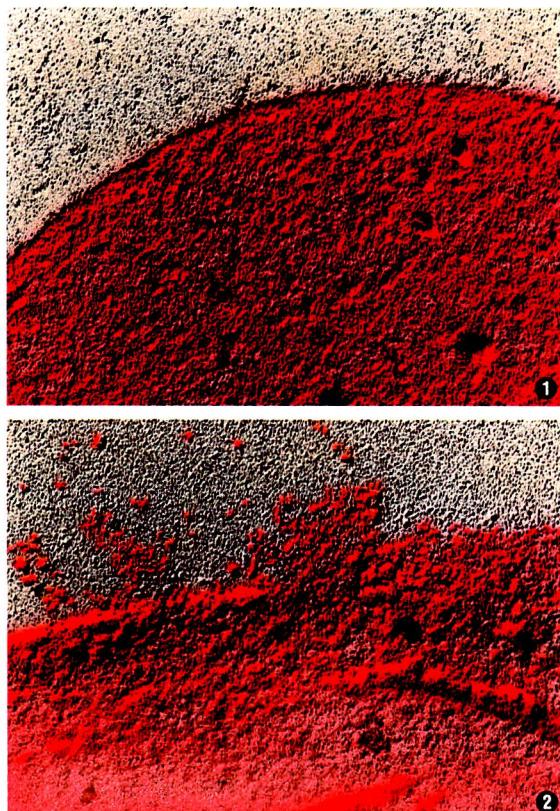
jusqu'à Nukus (152 000 habitants), à l'embouchure de l'Amou-Daria. Mais cela est insuffisant et bien des gens sont encore obligés de boire une eau saumâtre, trop chargée en minéraux, en pesticides et en bactéries.

Aussi n'est-il pas étonnant qu'au cours des cinq dernières années, les cas de diarrhées aient été multiplié par 29, ceux de néphrite par 9 et ceux d'hépatite par 7. Mais il y a plus grave : pour la première fois en 1988, le taux de mortalité infantile a dépassé 100 pour 1 000, chiffre faraïmeux ! En outre, les services médicaux ont enregistré une re-crudescence de malformations congénitales : anencéphalies, becs-de-lièvre, difformités diverses,

(suite du texte page 162)

ALERTE AU STREPTOCOQUE FULMINANT

Parmi les bactéries mutantes, le streptocoque A, autrefois responsable de nombreuses infections dont la scarlatine, fait un retour en force et crée, après voir muté, une maladie nouvelle, un choc toxique qui peut être mortel en quelques heures. Les bactériologistes s'inquiètent.



Mise à mort d'un globule rouge. Lorsque la streptolysine (toxine qui détruit les membranes cellulaires) sécrétée par le streptocoque A s'attaque à un globule rouge sain (1), elle en perfore la membrane, et celui-ci se vide alors de son hémoglobine (2).

On savait déjà que les bactéries deviennent de plus en plus résistantes aux antibiotiques. L'une d'entre elles, le streptocoque, peut brusquement devenir virulente et frapper sa victime à l'improviste, au bureau, dans la salle de bains, à table, au lit, dans la rue, et n'importe qui, homme ou femme, jeune ou vieux, peut y succomber. En moins de quarante-huit heures en effet, sauf transport d'urgence à l'hôpital, une forte fièvre et une hypotension apparaissent, tandis que les globules du sang et les viscères sont lésés. Une dose infinitésimale de toxine, de l'ordre du milliardième de gramme, produite par le streptocoque en est la cause.

Cette maladie foudroyante, le syndrome de choc toxique streptococcique (en anglais TSLS, pour *Toxic Shock-Like Syndrome*), est apparue récemment ; elle a déjà frappé plusieurs centaines de personnes dans le monde (une quarantaine de cas signalés en France, l'année dernière). Son agent est le streptocoque, responsable de l'angine, de l'érysipèle, de l'impétigo et de la scarlatine, maladies qui étaient devenues bénignes grâce aux antibiotiques.

Le streptocoque de choc toxique, *Streptococcus pyogenes*, dit streptocoque du groupe A, reste très sensible à ces substances, entre autres, à la pénicilline et à l'érythromycine. Quand elles sont administrées à temps, sous réanimation intensive, le patient peut se rétablir. Mais si on tarde ne fût-ce que quelques heures, les lésions deviennent irréversibles, antibiothérapie et réanimation ne sont plus daucun secours. Selon l'état sanitaire du pays, le taux de mortalité oscille entre 10 et 60 %.

Un repère devant cette énigme : la maladie s'ap-

parente à un autre choc toxique, apparu lui aussi aux Etats-Unis (1) et qui, selon le Center for Disease Control d'Atlanta, frappe entre 30 et 50 personnes par mois. Ce choc-là est provoqué, lui, par le staphylocoque doré. Dans 90 % des cas, c'est la femme jeune, en période de menstruation et utilisant des tampons périodiques, qui en est victime. Toutefois, des femmes ménopausées en ont aussi été victimes. Exemple : une Américaine, en parfaite santé au moment de se coucher, s'est réveillée la nuit en proie à une diarrhée et à des vomissements incoercibles, qui ont nécessité son transport d'urgence à l'hôpital. La mort guettait lorsqu'elle entra en réanimation. Après qu'on lui eut amputé huit de ses dix doigts des mains (pour gangrène), elle put en réchapper. Diagnostic : choc toxique par septicémie consécutive à un envahissement fulminant de staphylocoques dorés sur la paroi vaginale.

Un parallèle entre le choc streptococcique et le sida a été suggéré. Dans les deux cas, l'agent pathogène attaque, en effet, la même cible, les lymphocytes T, globules blancs essentiels aux défenses immunitaires. Les recherches enrichiront peut-être le concept du cofacteur du virus HIV, proposé par le Pr Luc Montagnier et déjà étayé par la découverte de mycoplasmes chez des malades du sida.

Le streptocoque A (découvert en 1883, dans l'érysipèle) était surtout redouté parce qu'il causait la scarlatine infantile. On en connaîtait le parcours : après avoir pénétré par le pharynx, où il crée le foyer d'infection initial, l'angine, il sécrète diverses toxines qui diffusent dans l'organisme, provoquant l'éruption. Il avait progressivement perdu de sa virulence, puis quasiment disparu ; pourquoi est-il réapparu, et avec cette redoutable toxicité ? Les chercheurs qui tentent d'y répondre se partagent entre "colombes" et "faucons". Pour les "colombes", et selon l'hypothèse du Pr Patrick M. Schlievert, de l'école de médecine de l'université du Minnesota, le TSLS ne serait qu'une forme nouvelle et sévère de la scarlatine. L'accroissement de sa virulence dépendrait de facteurs environnementaux tels que l'abus des antibiotiques. Thèse classique : ces médicaments auraient sélectionné les souches du microbe les plus résistantes, lesquelles auraient communiqué les gènes qui les rendent résistantes à d'autres souches, jusque-là bénignes.

Une autre hypothèse des "colombes" : ce n'est pas le microbe qui est en cause, mais le terrain héréditaire de certains sujets qui rend ces derniers plus vulnérables à l'agent pathogène. A l'origine, un système immunitaire déficient, produisant peu ou pas d'anticorps adéquats. La déficience elle-même proviendrait d'un défaut dans un ensemble de gènes, appelé complexe majeur d'histocompatibilité ou encore HLA (*Human Leucocyte Antigen*).

Pour les "faucons" et selon la thèse du Pr Ben Schwartz, épidémiologiste au Center for Disease

Control d'Atlanta, le TSLS est une maladie nouvelle sans aucun rapport avec la scarlatine, et la souche de streptocoque A qui en est la cause serait un mutant, synthétisant une toxine inconnue.

Dans ce cas, il faudrait savoir si ces mutations sont spontanées, c'est-à-dire du même type que celles qui se produisent tous les jours, au sein même des espèces, et qui, selon les hypothèses darwiniennes, seraient le moteur de l'évolution. Ou bien si, hypothèse alarmante, on n'aurait pas affaire à une souche microbienne produite par une manipulation génétique expérimentale, puis échappée d'un laboratoire de recherche. Il est peu douteux, en effet, que l'on ait travaillé et travaille sans doute encore à des armes bactériologiques, là dans le monde.

Toujours est-il que le Pr Joseph Alouf, chef de l'unité des antigènes bactériens à l'Institut Pasteur, et sa collaboratrice, le Dr Knöll-Müller, étudient les souches de streptocoques A et les différentes toxines responsables du TSLS. Première conclusion : quelques variétés (ou variants) seulement de streptocoques A, sur les quatre-vingts répertoriés, sont responsables du TSLS. Les streptocoques virulents ont la particularité de posséder sur leur membrane de surface une protéine de virulence, dite *M*, qui les protège des macrophages, globules blancs chargés de les détruire. En fait, ce système est adaptatif : si le microbe est en petit nombre sur son site d'élection, le pharynx, ou bien s'il est peu virulent (avec peu de protéine *M* à sa surface), l'affection sera bénigne, du type angine. Dans ce cas, il est rapidement phagocyté et l'infection jugulée. Mais s'il est présent en grande quantité dans le pharynx, ou s'il est très virulent (et riche en protéine *M*), le mal se développe de la manière fulminante décrite plus haut. Ces deux chercheurs sont certains que la toxine classique, responsable de la scarlatine, est bien impliquée dans le TSLS, mais qu'elle n'y est pas la seule. D'autres toxines, en cours d'identification, entreraient probablement aussi en jeu.

Le mécanisme d'action des différentes toxines dans le TSLS est en partie élucidé. Le streptocoque fabrique, d'une part, des toxines cytolytiques, comme les streptolysines O et S, qui détruisent les cellules cibles, à savoir globules rouges et autres cellules sanguines et de divers organes, et, d'autre part, des toxines, comme la toxine scarlatineuse, qui stimulent les cellules du système immunitaire, lymphocytes et macrophages. Une fois stimulées, celles-ci libèrent un arsenal de substances, les cytokines (interféron gamma, interleukine 1 et 2, tumor necrosis factor alpha et bêta), qui sont, elles, responsables du choc toxique. Ainsi, l'interleukine 1 est particulièrement impliquée dans la montée de fièvre typique du TSLS. Reste à espérer une prévention, par exemple un vaccin.

Pierre Rossion

(1) Voir notre article sur les quatre nouvelles maladies apparues aux Etats-Unis au cours de la décennie, dans *S & V* n° 782 page 54.

LES FRANÇAIS PLUS GROS CONSOMMATEURS D'ANTIBIOTIQUES

Pourquoi consommons-nous tant d'antibiotiques ? Seraient-ce les médecins qui en prescriraient trop ?

Ce sont pourtant des médicaments qui devraient être réservés à des cas limités, et dont l'abus enclenche un cercle vicieux d'autres maladies.



Un Londonien qui consulte son médecin pour un mal de gorge s'entend expliquer qu'il s'agit manifestement d'une grippe. Se référant à son livre des médicaments, le *British National Formulary*, qui précise que : « Les infections virales ne devraient pas faire l'objet d'un traitement antibiotique », ce médecin prescrit une ordonnance toute simple : vitamine C, grog et arrêt de travail de trois jours. Un Parisien qui présente les mêmes symptômes insistera auprès de son médecin : « Vous savez, docteur, je dois absolument travailler demain. » Son but : se faire prescrire un antibiotique. Le patient exerce une pression tacite sur le médecin.

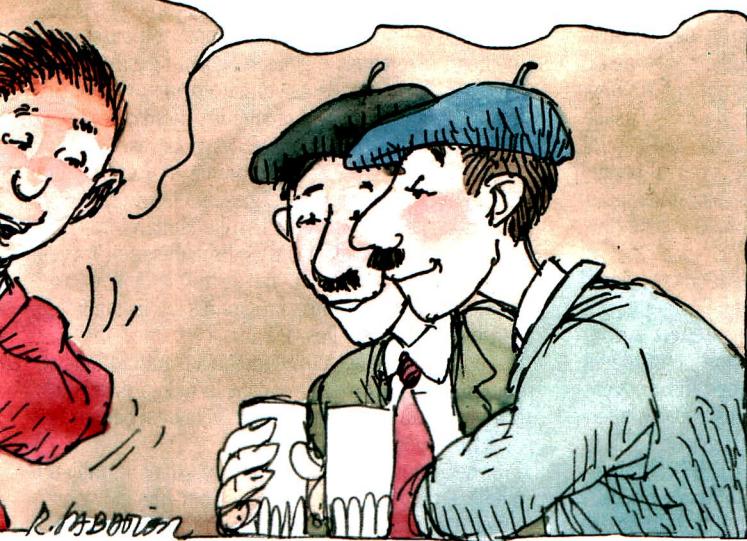
En France, la consommation d'antibiotiques est si importante qu'elle laisse perplexe : ils représentent près de 40 % des médicaments prescrits en ville, soit 150 millions de boîtes vendues en officine en 1989 (source SNIP, Syndicat national de l'industrie pharmaceutique). Sans compter la consommation hospitalière, essentiellement composée de médicaments nouveaux. Avec un marché de 8 milliards de francs, nous sommes donc le pays le plus consommateur au monde après les Etats-Unis. A tel point que les médecins seraient parfois tentés de prescrire au jugé : non pas en termes de thérapeutique, mais de marques de médicaments. Pour une

angine, par exemple, on trouve 25 produits différents sur le marché. La pléthora est frappante. Mais dans la mesure où un médecin ne peut connaître tous les antibiotiques existants, il en pratique en général entre cinq et dix. Ce qui n'exclut pas qu'il puisse céder, à l'occasion, à la pression des visiteurs médicaux et de la publicité pharmaceutique. Ceux-ci le sollicitent en permanence. Objectif : le pousser à prescrire les plus récents antibiotiques disponibles.

Les études de médecine réservent une très faible part au bon usage du médicament et au médicament lui-même ; au total, 16 heures de cours sur les antibiotiques, 70 heures au maximum sur la pathologie infectieuse pour la totalité des six années d'études. Et seulement 75 heures dédiées à l'étude de la pharmacologie clinique (le devenir du médicament dans le corps) au lieu de 150 il y a dix ans. C'est peu. Surtout pour des généralistes amenés à utiliser ces médicaments tous les jours.

A l'hôpital, les réflexes sont comparables à ceux de la ville, particulièrement pour les antibiotiques de première et de deuxième intention, c'est-à-dire les médicaments les moins puissants. « Les internes subissent plus que les médecins seniors la pression du marketing, c'est pourquoi ils prescrivent souvent les antibiotiques les plus récents, qui sont aussi les plus chers, explique Michelle Lebas, pharmacien

1/3 DE PENICILLINE
 1/3 DE STREPTOMYCINE
 UN PEU D'AUREOMYCINE
 ET UN TRAIT DE TETRACYCLINE



en chef à l'hôpital Ambroise-Paré de Boulogne. Les chefs de service ne font pas suffisamment de critiques sur les prescriptions des internes. » Exemple de la surenchère : l'abus de l'"Augmentin" revient sur toutes les lèvres. Force de l'habitude, connaissance insuffisante des produits, toujours est-il que les médecins ne semblent pas enclins à restreindre leur prescription d'antibiotiques.

Les enseignants conscients de l'excès constituent une petite minorité en France. « J'ai toujours trouvé anormale la façon de prescrire les antibiotiques. Il y a encore des gens pour conseiller des antibiotiques soit totalement inactifs, soit toxiques, alors qu'ils eussent pu trouver un médicament plus adapté », s'insurge le Dr Roland Bismuth, qui travaille au département des agents antibactériens de l'Institut Pasteur. A la Pitié-Salpêtrière, où il donne des cours, il a décidé de consacrer, depuis 1975, 10 heures de travaux dirigés d'antibiothérapie sanctionnés par un examen. Mais ils ne sont que quelques-uns comme lui en France.

Problème annexe : la bactérie est "intelligente". Depuis la commercialisation des antibiotiques, en 1944, les bactéries infectieuses apprennent progressivement à résister au pouvoir tueur ou inhibiteur du médicament. On appelle cela l'antibiorésistance. Or, cette résistance est contagieuse. En fait, entre

cinq et dix ans après l'apparition d'un nouvel antibiotique, les bactéries sont habituées à la fréquentation du médicament, qui devient alors inefficace. D'où la nécessité d'inventer des produits nouveaux pour lutter contre « ces bêtes de cirque entraînées à la guerre de maquis », comme les définit le Pr Bernard Régnier, du service de réanimation des maladies infectieuses de l'hôpital Bichat.

En somme, plus il y a d'antibiotiques plus il y a de résistances, et plus il y a de résistances plus il y a d'antibiotiques. Sans doute le contrôle de la consommation ralentirait-il ce cercle vicieux. Pour Bernard Régnier, la question du bon usage n'a pas du tout été prise en compte en France : « Dans la relative pléthora d'antibiotiques actuelle, il est important d'évaluer le mérite respectif de chaque médicament. Il faut utiliser

les produits dans la situation où ils offrent le maximum d'efficacité, de tolérance, d'aisance d'administration, d'économies. » Manière courtoise de rappeler qu'un antibiotique n'est pas universel et qu'à chaque maladie correspond un nombre donné de produits présents sur le marché et qui ont chacun un spectre d'action. Même au SNIP, on reconnaît à cet égard que la France a dix ans de retard sur les Etats-Unis et les pays du Nord. En Scandinavie, par exemple, où des études comparatives sont réalisées, l'antibiotique le plus prescrit en ville est encore la pénicilline A, inventée dans les années cinquante ! Là-bas, on ne croit pas qu'un antibiotique est "ringard" s'il est ancien ; l'essentiel c'est qu'il soit actif. Le spectre d'action d'un antibiotique se caractérise par le nombre de germes différents contre lesquels il agit. Or, dans le doute et pour "se couvrir", le médecin tend à préférer des antibiotiques à large spectre quand il n'a pas le temps de bien choisir. Le bon choix devrait obligatoirement se fonder sur un antibiogramme : pour réaliser celui-ci, il faut au moins 48 heures. Conséquences : d'autres germes que ceux de la maladie originellement traitée deviennent résistants. Donc, de plus en plus d'antibiotiques se révèlent inefficaces.

Au ministère de la Santé, Bernard Régnier a initié un groupe de travail spécial sur ces médicaments

pour tenter de mettre au jour des "consensus" sur les pratiques de bon usage. Pour « conduire une antibiothérapie liée à la pathologie de chaque infection », comme le confirme Patrick Trieu-Cuot, biologiste de l'Institut Pasteur. Cette tendance, qui nous vient des Etats-Unis et des pays du Nord, ne semble pas encore suivie par tout le monde. S'il admet que le marché mondial commence à saturer un peu, Jacques Acar, professeur de microbiologie médicale à l'université Pierre-et-Marie-Curie, estime exagéré de remettre en question des médicaments qui ont allongé la durée moyenne de vie de plus de sept ans. « Les antibiotiques sont plutôt bien utilisés. S'il y a abus, cela me semble dans l'usage qu'en font les vétérinaires. » Le Pr Acar, de l'hôpital St-Joseph, estime, lui, « qu'on ne pourra jamais se passer des antibiotiques pour venir à bout des infections les plus tenaces ».

La réalité semble plus complexe. Comme tous les médicaments, les antibiotiques ont des effets secondaires. Généralement considérés comme peu toxiques, ils peuvent

pourtant tous donner des troubles digestifs ou allergiques. Selon le Pr Philippe Lagrange, de l'Hôtel-Dieu, à Paris, des études réalisées en 1984 ont montré que le critère de choix d'un antibiotique pour un médecin était la peur de la toxicité. Les effets secondaires seraient-ils vraiment... secondaires ?

Nous avons plus de bactéries dans le tube digestif et l'intestin que de cellules dans le corps humain. Mais ces bactéries s'équilibrent pour vivre en bonne intelligence, donc leurs effets s'annulent. Le médicament, lui, ne fait pas le tri, il détruit aveuglément les bonnes comme les mauvaises. Selon Aldo Fari, le directeur du laboratoire d'analyses de la Scala, rue de Vaugirard : « L'effet le plus important des antibiotiques reste la modification de la flore normale présente dans l'organisme. Plus le spectre est large, plus les modifications sont grandes. » Le discours est prudent, mais la brèche s'entrouvre.

Le Dr Lerolle-Mollaret, allergologue à la Pitié-Salpêtrière, voit tous les jours des patients qui présentent des symptômes liés aux effets secondaires des antibiotiques. Son expérience comporte des constatations troublantes sur les mycoses proliférantes de ces petits champignons que nous avons tous à l'état naturel dans l'intestin, entre autres. « L'essor des antibiotiques s'est accompagné de l'explosion des mycoses depuis 1945. A tel point que des statistiques américaines montrent que 66 % des individus développent une mycose à *Candida albicans* dans l'intestin au bout de quatre jours d'antibiotiques. » L'allergologue n'y va pas par quatre chemins. Et même si le pourcentage a été déterminé sur un simple échantillon, la suite de son raisonnement vaut le détour. En grande majorité,

les patients de son service sont des femmes, entre 16 et 40 ans, qui ont toutes des signes cliniques identiques : coliques chroniques, cystites à répétition, aphtes, vaginites, etc. Mêmes symptômes, mêmes histoires. Au départ, une infection bénigne, un médecin qui prescrit un antibiotique et, une semaine, un mois, un an plus tard, une autre infection survient. On va voir un deuxième médecin et une sorte de réaction en chaîne conduit ainsi à ce que le Dr Lerolle-Mollaret appelle « le syndrome des sept médecins ». Ces spécialistes sont toujours les mêmes : urologues, gynécologues, gastro-entérologues, ORL, dentistes-stomatologues, rhumatologues, et au bout de la chaîne les dermatologues, les allergologues ou même les psychiatres.

Les antibiotiques, perçus comme une agression extérieure par l'organisme, agissent en simple révélateurs de la mycose. Le Dr Lerolle-Mollaret pousse sa démonstration plus loin : « Je m'élève en force contre la pénicilline. On ne devrait employer ce médicament que contre la syphilis et la maladie d'Osler pour lesquelles il a une véritable efficacité. » Pour toutes les autres familles d'antibiotiques, elle conseille d'ajouter pendant la même durée du traitement un antifongique, dont le but est de tuer le *Candida albicans*.

Si cet exemple était un cas isolé dans le milieu médical, on pourrait penser que ce médecin hyperspécialisé ne voit qu'une fraction infime de la population consommatrice d'antibiotiques. Mais, plus troublant, le Dr Micheline Marié, dermatologue-vénéréologue à l'hôpital de Montmorency, dans le nord de Paris, fait des constatations quasi identiques. On n'est plus devant un cas isolé, mais en face d'un phénomène reproductible. Elle s'explique : « C'est aux environs de 1975 que je faisais progressivement la découverte d'une pathologie inexplicable : le déclenchement de mycoses par la prise d'antibiotiques. Je savais que les antibiotiques perturbaient l'écologie de la flore. Mais des cas similaires se présentaient tellement fréquemment que je me voyais obligée de conclure à la responsabilité du médicament... et du cloisonnement médical. Chaque spécialiste regarde les maladies de sa spécialité sans considérer les autres. » Depuis cette époque, le Dr Marié ne prescrit pratiquement d'antibiotiques qu'en cas de force majeure.

Le corps médical est divisé au sujet des effets secondaires. Pour le Pr Lagrange, déjà cité, ces exemples sont des cas isolés. « Certes, 10 % des gens sont allergiques à la pénicilline, assure-t-il, mais la consommation d'antibiotiques n'entraîne des effets secondaires que dans 1 ou 2 % des cas. » Le débat reste entier.

Le problème des antibiotiques va assez loin, en tout cas jusqu'à la question de l'immunité naturelle. Ainsi, selon certains, la prescription d'antibiotiques chez le jeune enfant passe pour une hérésie. En

Les effets secondaires des antibiotiques divisent les médecins

d'autres termes, en délivrant d'emblée une médication antibactérienne, parfois très puissante, on ne laisse pas l'enfant faire connaissance avec ses propres microbes. On ne le laisse pas développer lui-même son système immunitaire, et donc lutter seul contre l'agression extérieure. C'est en tout cas la conviction de Danielle Bardelay, cofondatrice de la revue *Prescrire* et pharmacienne de formation : « Un enfant à qui on prescrit des antibiotiques très jeune se fragilise, parce que son immunité s'habitue aux médicaments. » Sous-entendu : quand une nouvelle infection advient, ses propres défenses ne suffiront plus. Ce point de vue est partagé par plusieurs praticiens. Une "petite phrase" revient souvent : « On écrase une fourmi avec un char d'assaut, vous imaginez les dégâts que cela peut faire ! »

On imagine actuellement des médicaments capables d'agir efficacement tout en renforçant le système immunitaire. Certains font de la médecine-fiction et pensent que d'ici à vingt ans toute une série d'antibiotiques seront abandonnés. Pour le Dr Michel Bernard, généraliste dans le X^e arrondissement de Paris : « L'antibiotique est une bêquille en attendant que le système immunitaire reprenne son travail. Le jour où l'on aura inventé le moyen d'accroître les défenses directes de l'organisme, on ralentira le nombre des infections et on utilisera moins d'antibiotiques. » Cela dit, ces médicaments révolutionnaires ne sont pas pour demain.

Selon le Pr Lagrange, on est déjà en train de se rendre compte que les antibiotiques ont une influence, même à des doses considérées comme infrathérapeutiques. Il dénonce « l'erreur pharmacologique : l'antibiotique n'est pas toujours administré en quantité adéquate ; et l'erreur immunologique : l'antibiotique peut être reconnu et éliminé par un anticorps ». Autrement dit, aujourd'hui, on construit un mur contre l'ennemi. Demain, on empêchera l'adversaire de produire ses armes.

La prise de conscience reste, en tout cas, lente. La plupart des cliniciens hospitaliers ne sont pas au courant du coût de leurs traitements. « Le prix d'un seul antibiotique pour une seule infection sur un seul malade peut monter parfois jusqu'à 20 000 francs en hôpital », constate un pharmacien d'hôpital qui souhaite une meilleure collaboration entre les services et la "banque du médicament". ». Quand un nouvel antibiotique sort sur le marché, le circuit idéal voudrait que le laboratoire pharmaceutique présente son produit au clinicien, au bactériologue et au pharmacien. Pour permettre d'en définir, entre experts, le bon usage. En pratique, il n'en est rien. « Chacun fait son truc dans son coin, et la pression de l'industriel s'exerce sans que le bactériologue soit consulté », ajoute le Dr Bismuth, déjà cité.

En revanche, on sait depuis plusieurs années, en milieu hospitalier, l'importance particulière de l'hygiène dans les services d'infectiologie. C'est en

effet dans les services de réanimation et de chirurgie que l'on trouve le plus de phénomènes de résistance. Selon les spécialistes, on pourrait prévenir autour de 50 % des infections par une hygiène plus efficace. Dans ce domaine, tous les progrès restent à faire. La fonction de médecin hygiéniste n'existe, en France, que dans cinq établissements à peine !

Pour la ville, Michelle Lebas, de l'hôpital Ambroise-Paré, introduit une réflexion originale : le pharmacien d'officine, mieux formé à la connaissance du médicament, devrait, selon elle, avoir le choix d'intervenir sur l'ordonnance. Notamment en ce qui concerne les "génériques", ces médicaments qui ont des noms de marques différents sur le marché, mais dont la formule pharmaceutique est strictement la même. « Le pharmacien devrait pouvoir rectifier le tir du médecin, qui ne connaît souvent pas assez l'antibiotique. » Concernant les maladies d'origine virale par exemple, la revue *Prescrire* milite pour les ordonnances de réserve. Devant une grippe : • délivrer une ordonnance purement virale sans antibiotique ; • rédiger une deuxième ordonnance recommandant un antibiotique en cas de complication bactérienne. La deuxième ordonnance ne sera donc pas utilisée s'il n'y a pas de surinfection. Le patient et la Sécurité sociale auront économisé de l'argent. Cette revue procède depuis maintenant une dizaine d'années à une critique en règle de chaque médicament mis sur le marché français. Elle est rédigée par des médecins, mais aussi des pharmaciens. Pourtant, isolée parmi les dizaines de titres de la presse médicale, elle ne compte que 20 000 abonnés, soit 1/6^e des praticiens de ville. Par ailleurs, on sait qu'un antibiotique arrivant sur le marché français a déjà eu une vie commerciale à l'étranger. Il semble étonnant qu'aucune publication ne se consacre à l'étude biographique de ces médicaments avant leur pénétration dans l'Hexagone.

Peut-être aussi faut-il tenir compte de l'influence de la publicité, sans laquelle une grande partie de la presse médicale serait en difficulté, en raison de l'absence d'un nombre suffisant d'abonnés payants. Les agences de publicité, les centrales d'achat d'espace et les services de marketing de l'industrie pharmaceutique seraient un peu trop influents, selon un spécialiste qui préfère taire son nom.

Eric Abadie, directeur des affaires médicales au SNIP, reconnaît « qu'il faudra une génération de médecins avant que cette situation change ». Enfin, il y a le problème culturel, celui des patients qui ignorent les conséquences d'un usage inconsidéré des antibiotiques et qui devraient se comporter en adultes plus avisés. Comme observe un biologiste : « Je me demande dans quelle mesure les bactéries n'ont pas plus d'imagination que l'homme ! » **Fabrice Hervieu**

**Patients,
comportez-vous
en adultes !**

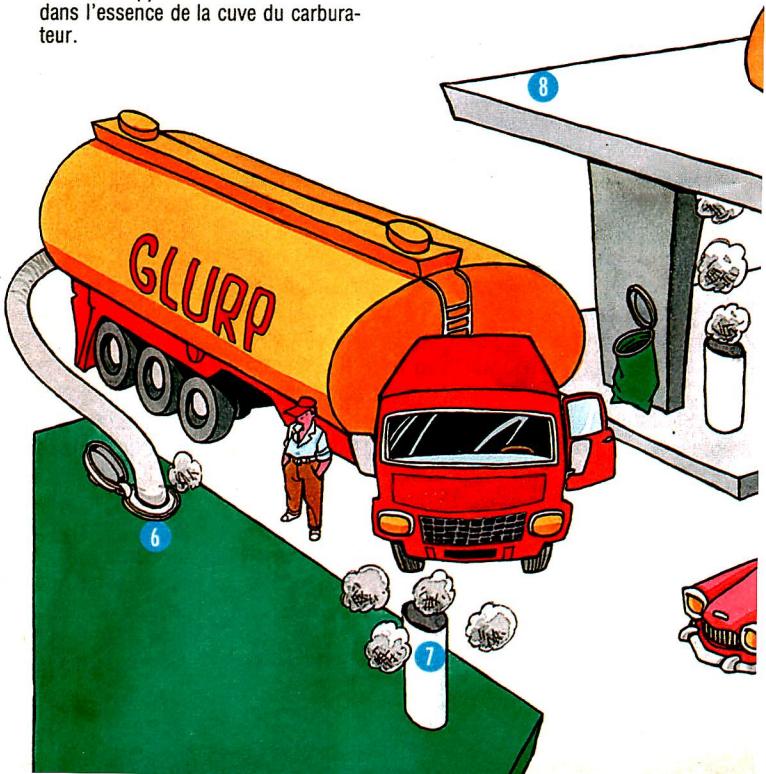
LE PLUS BANAL DES CANCERS

Tout le monde y est exposé, quelques-uns plus que d'autres (pompistes, mécaniciens, travailleurs de l'aéronautique et de l'industrie chimique, employés de parfumerie). Bien peu savent qu'il est cancérogène : il provoque des leucémies. Les employés de l'industrie chimique sont (théoriquement) très protégés et surveillés. Mais le supercarburant auto, et surtout le super sans plomb, comme le kérosoène des avions, contiennent du benzène contre lequel personne n'est protégé. Et notre législation est en retard.

On ne pourra pas dire que nous n'avons pas été prévenus : depuis environ un siècle, médecins et pouvoirs publics savent que le benzène est dangereux. Et, depuis environ soixante ans, qu'il est cancérogène. Restait à en informer le public. Et, pour commencer, à trouver des preuves fraîches : en voici donc. Pour la période 1972-1981, des chercheurs chinois ont mesuré, pour les 500 000 ouvriers exposés professionnellement au benzène chaque année, les concentrations atmosphériques en benzène des locaux de travail : en moyenne, on y respire une concentration de 300 ppm de la molécule toxique. C'est trois cents fois la concentration-seuil de sécurité en vigueur dans la Commu-

DANS LES STATIONS-SERVICE,

1. Les moteurs surchauffés des autos qui viennent de rouler vaporisent entre 50 et 500 ppm de benzène contenu dans l'essence de la cuve du carburateur.
2. Les gaz d'échappement en contiennent fréquemment plus de 16 ppm.



ÉRIGÈNES, LE BENZÈNE

nauté européenne. Egalement dans l'industrie chimique, mais cette fois aux Etats-Unis, un chercheur indépendant (1) a réalisé une étude de mortalité sur 14 000 employés de sept usines : leurs doses cumulées de benzène (en nombre de ppm atmosphériques multipliés par le nombre de mois d'exposition) sont là encore très importantes, puisque 30 % des ouvriers ont reçu entre 180 et 719 ppm/mois et que 19 % ont reçu plus de 720 ppm/mois (51 % ont été soumis à moins de 180 ppm/mois).

Peu étonnant, donc, qu'aux Etats-Unis l'International Agency for Research on Cancer (2) ait classé le benzène dans la catégorie n° 1 des cancérogènes certains (3) : c'est le palmarès des mutagènes, qui n'enregistre que peu d'élus. Il n'y a que 55 produits dans leur liste des cancérogènes certains, ce qui

(1) O. Wong, Environmental Health Associates, Inc, Oakland, Californie

(2) 150 Cours Albert-Thomas, Lyon. Tél. 72 73 84 85.

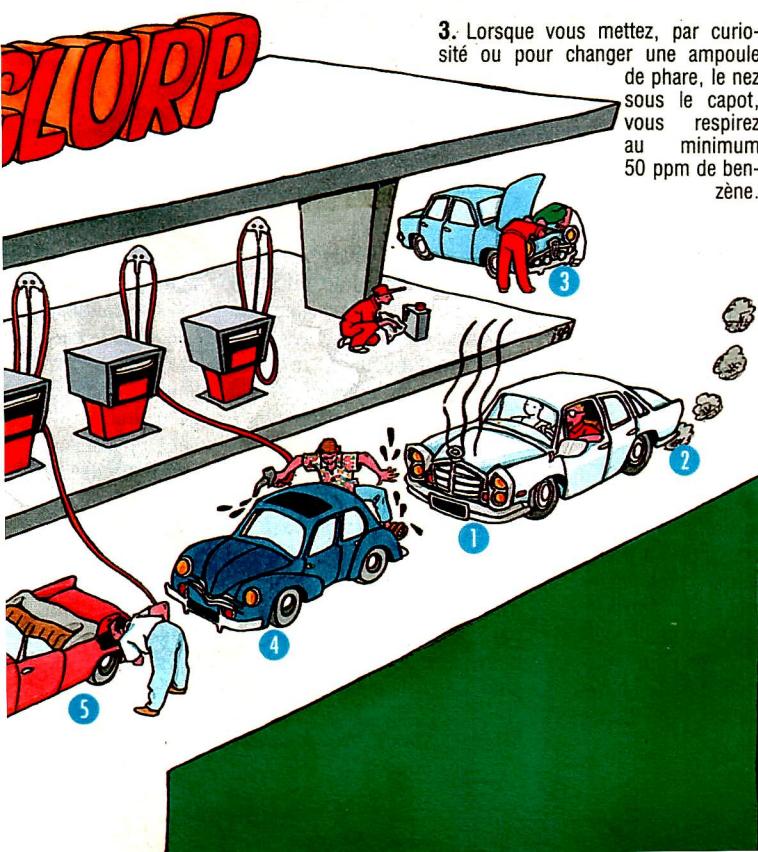
(3) Catégorie pour laquelle il existe des preuves "lourdes", obtenues par des études épidémiologiques, de la responsabilité d'une substance chimique dans la survenue d'un cancer chez l'homme.

montre à quel point on est sûr de la responsabilité du benzène. Mais la connaissance scientifique est une chose et la décision de réglementer en est une autre : il faut négocier des concentrations, des seuils acceptables pour tous avec les industriels sans mettre en péril une branche d'activité, mais sans non plus mettre en danger la santé des employés de cette branche.

En France, notre législation contingente sévèrement les opérations de fabrication, de stockage, de transport et d'utilisation du benzène. Quatre substances seulement font l'objet, en France, d'une réglementation spéciale aussi sévère pour les concentrations dans l'atmosphère de travail : l'amiante (cancers bronchiques), le benzopyrène (cancérogène chez toutes les espèces animales), le chlorure de vinyle (angiosarcomes) et le benzène (leucémies).

Ainsi — c'est un exemple parmi d'autres —, dans les laboratoires de recherche où le benzène est utilisé, les chercheurs et les techniciens sont soumis au contrôle annuel obligatoire : une prise de

NOUS RESPIRONS TOUS DU BENZÈNE



3. Lorsque vous mettez, par curiosité ou pour changer une ampoule de phare, le nez sous le capot, vous respirez au minimum 50 ppm de benzène.

4. Si, par maladresse ou parce que le tuyau de remplissage de votre réservoir est trop coudé, vous vous versez de l'essence sur les mains, vous recevez 200 ppm pour 150 cm² de peau.

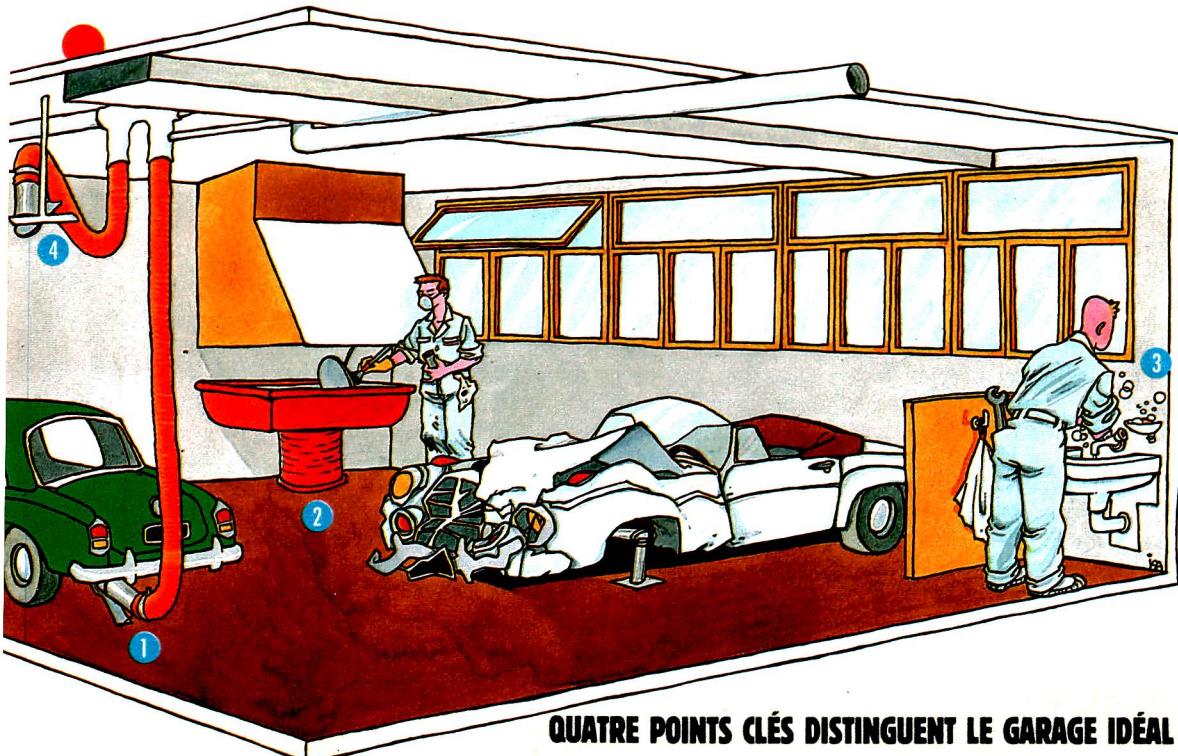
5. Pour éviter cet incident, vous surveillez de près l'écoulement de l'essence au sortir du pistolet de la pompe : vous respirez 1 ppm.

6. Lorsque le camion-citerne remplit de super la cuve souterraine de la station, les gaz résiduels de la cuve sont refoulés à grand débit par le "reniflard". Si vous êtes à proximité, vous respirez 17 ppm de benzène.

7. L'auvent de la station vous protège de la pluie ou du soleil pendant que vous faites le plein, mais il retient le benzène émanant des pleins successifs, ce qui est bien plus dangereux !

8. Pour couronner le tout, même dans les stations-service, il est fréquent — bien que tout à fait illégal — de trouver un récipient plein d'essence pour se laver les mains : 219 ppm de benzène.

Faites le compte, puis comparez avec le seuil à ne pas dépasser établi par la loi : 1 ppm par jour ou par huit heures de travail.



QUATRE POINTS CLÉS DISTINGUENT LE GARAGE IDÉAL ...

sang pour compter les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes sanguines, et mesurer la concentration en hémoglobine, substance qui véhicule l'oxygène. Ces mesures sont obligatoires partout où la surveillance spéciale du benzène est considérée comme nécessaire : industrie chimique et pétrochimie, fabrication de simili-cuir, de vernis, de colles et de peintures, de produits d'entretien. La parfumerie emploie le benzène comme solvant d'extraction d'essences végétales, l'industrie biologique dans des dénaturants ou des réactifs de laboratoire.

Les décrets précisent les valeurs minimales des différentes concentrations cellulaires du sang, au-dessous desquelles il convient de chercher une anomalie et d'arrêter l'exposition au benzène. En pratique, les ouvriers sont bien surveillés, mais, étant donné le délai d'apparition de la maladie, il est arrivé plus d'une fois que l'on mette en prétraite des employés dont les valeurs biologiques flirtaient avec les seuils dangereux pour l'entreprise, ou qu'on note tout simplement l'anomalie sans rien faire. Malgré tout, en France, et pour quelques dizaines de milliers de travailleurs, le benzène est, dans les textes, sous haute surveillance partout.

Les médecins du travail ont constaté une plus grande exposition au benzène, et donc au risque de leucémie, chez les mécaniciens des petits garages (employant moins de cinq personnes) que chez ceux travaillant dans les établissements qui comptent de cinq à trente techniciens. Ils attribuent cette différence au meilleur respect de la loi dans les grands garages. Celle-ci recommande quatre précautions essentielles :

1. un système d'aération suffisant (utilisant un extracteur d'air à grand débit).
2. Un tuyau à enrouleur pour évacuer

les gaz d'échappement lors des essais moteur.

3. Un dispositif de lavage des pièces mécaniques comportant une hotte pour l'extraction des vapeurs du solvant utilisé pour le lavage des pièces (le décret de la loi de 1986 rappelle l'interdiction de laver celles-ci avec des carburants auto utilisés comme solvants ou diluants de nettoyage).

4. La présence d'un lavabo ou d'une fontaine de lavage des mains, pour dissuader les mécaniciens de se nettoyer les mains pleines de cambouis à l'essence, ce qui est également illégal.

Partout, sauf pour un produit de très grande consommation au contact duquel des millions de Français sont soumis quotidiennement, et qui contient des quantités importantes de benzène : c'est le carburant automobile. Et nous nous intoxiquons tous lentement au benzène contenu dans le "super". Pour Mireille Chiron, chercheuse à l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (¹), c'est même le dernier "repaire" du benzène : la loi du 13 février 1986 interdit en particulier d'employer des dissolvants ou des diluants renfermant, en poids, plus de 0,2 % de benzène, et la concentration de vapeurs de benzène de l'air inhalé par un travailleur ne doit pas dépasser 5 ppm en moyenne par journée de travail. La loi réclame également que ne soit pas dépassée, pour le benzène du carburant auto, une valeur limite de 5 %. Cette législation est

(¹) "Les carburants automobiles resteront-ils le dernier repaire du benzène?", *Recherche-Transports-Sécurité*, mars 1990.

rarement respectée dans les faits (*voir encadré p. 60 sur la parfumerie*).

Aux Etats-Unis, l'industrie chimique a mis des bâtons dans les roues du gouvernement pour l'empêcher de trop réglementer le benzène. L'agence fédérale OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), au vu des dernières enquêtes épidémiologiques, avait souhaité, en 1977, faire baisser la concentration atmosphérique maximale de benzène acceptable de 10 à 1 ppm aux postes de travail exposés. Les compagnies avaient attaqué cette décision devant la Cour suprême, arguant que l'OSHA n'avait pas fait la preuve que les concentrations faibles de benzène étaient dangereuses. Les industriels s'étaient appuyés principalement sur une étude de J.J. Thorpe, un chercheur américain qui, paradoxalement, avait obtenu ses données en Europe : il n'avait pas retrouvé, chez 38 000 travailleurs européens de la chimie, un excès de leucémie aux

Or, cette étude comporte de nombreuses erreurs méthodologiques : les compagnies ne connaissent pas toutes les causes de décès de leurs employés, ce qui fausse l'analyse statistique ; par ailleurs, les définitions des postes de travail sont si vagues qu'il est impossible de dire si tel ou tel employé a été ou non exposé à de faibles ou à de fortes concentrations en benzène, et combien de temps. « Pourtant, écrivait Peter Infante, en 1983, dans *Environmental Health Perspectives*, cette étude est toujours citée comme la preuve qu'il existe un seuil pour l'induction de la leucémie chez les ouvriers exposés au benzène. » La Cour suprême ayant renvoyé sa copie à l'OSHA, en juillet 1980, l'organisme a démontré, en 1987, qu'il y avait bien un risque significatif pour les employés, même exposés à de faibles doses. C'est le modèle dit "linéaire continu" de Robert A. Rinsky⁽⁵⁾ qui a permis de l'établir (*voir graphique p. 62*) : le risque relatif de déclencher une leucémie aiguë — quand on s'expose au benzène — commence dès les faibles doses.

Le problème, comme pour les faibles doses de radiations ionisantes, tient à ce qu'il est difficile de mesurer un sur-risque faible pour des individus exposés à de faibles doses atmosphériques de benzène (les mesures en sont très fluctuantes en fonction du vent, de la chaleur, etc.), et surtout quand il s'agit de détecter une maladie aussi rare que la leucémie. La discussion reste ouverte entre savants, mais, par sécurité, les Etats-Unis ont fini par accepter de baisser les valeurs d'exposition maximale et moyenne en benzène. Il n'empêche que, de 1971 à 1987, du fait de la bataille judiciaire, on a perdu seize années pendant lesquelles le seuil de 10 ppm

de benzène a continué de s'appliquer : de combien de leucémies aiguës supplémentaires dues à ce taux trop élevé l'industrie chimique américaine s'est-elle ainsi rendue coupable ?

En 1988, le ministre du Travail américain, John A. Pendergrass, a révélé les estimations de ses statisti-

(5) Robert A. Rinsky, "Benzene and Leukemia", *New England Journal of Medicine*, 1987.

... DU GARAGE À RISQUE DE LEUCÉMIE

Négligeant souvent l'une ou l'autre de ces précautions, les mécaniciens des petits garages mal équipés, encombrés, confinés, mal aérés, sont beaucoup plus exposés aux dangers du benzène contenu dans l'essence. Et c'est encore plus le cas en hiver, où les portes sont fermées pour s'abriter du froid.

Penchés sur un moteur chaud, et respirant de ce fait des vapeurs de benzène, les mécaniciens d'aujourd'hui sont aussi exposés que les ouvriers teinturiers du siècle dernier. Voici quelques exemples de doses de benzène reçues.

Un démontage de carburateur expose la peau à 164 ppm, en plus des 63 à 220 ppm respirés.

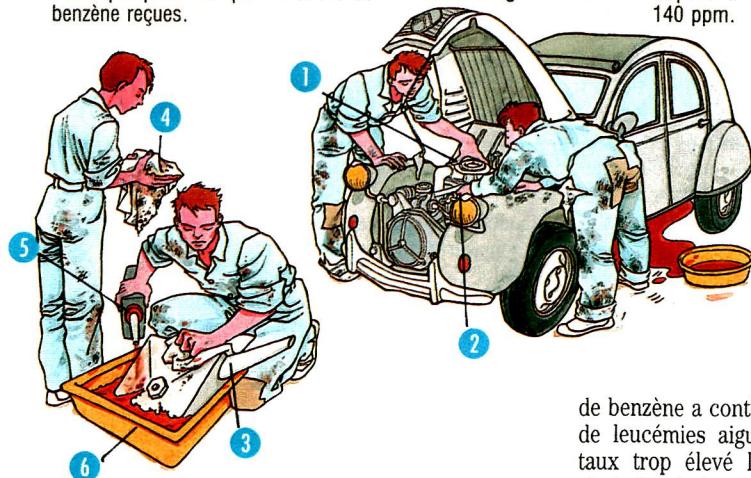
Un nettoyage de démarreur, qui dure en moyenne sept minutes, correspond à 214 ppm.

Une intervention sur le réservoir expose à 117 ppm.

Le lavage des mains à l'essence, image d'Epinal du garagiste, correspond à 219 ppm.

Le lavage de pièces à l'essence expose à 200 ppm.

Une vidange de réservoir expose à 140 ppm.



postes de travail peu exposés. Cette étude a longtemps servi de "preuve" qu'il y avait bien un seuil, au-dessous duquel aucune mesure de protection n'était utile ou rentable.

ciens : une exposition à des concentrations de 10 ppm de benzène, huit heures par jour, pendant toute une vie de travail, provoque un excès de 95 leucémies pour mille travailleurs. Le nouveau seuil de 1 ppm imposé par l'OSHA permettra de réduire le sur-risque à moins de dix leucémies supplémentaires pour mille ouvriers. On éviterait ainsi, dans une vie de travail (quarante-cinq années d'activité professionnelle), 326 morts par leucémie et autres maladies sanguines dues au benzène.

La situation des pompistes, de France ou d'ailleurs, n'est que la partie émergée de l'iceberg : il se pourrait bien que les Français dans leur ensemble absorbent trop de benzène ! On peut espérer que les pouvoirs publics y pourvoiront.

La loi du 13 février 1986 impose, dans son article 3, les normes décrites plus haut aux stations de distribution de carburants à l'air libre, ainsi qu'aux postes de chargement des camions-citernes de carburant. Mais, dans le même décret, l'alinéa 3 de l'article premier exclut expressément de la surveillance médicale spéciale les personnels de ces établissements... La loi dispense également les employeurs des stations-service de faire une déclaration obligatoire d'exposition au benzène. Tout fonctionne donc comme si le benzène contenu dans l'essence des autos était moins dangereux que celui utilisé dans l'industrie.

Pour Jean-Luc Pasquier, de la direction des relations du Travail du ministère de M. Delebarre, le benzène de l'essence auto est moins concentré. « Nous n'avons jamais mesuré plus de 1 ppm dans l'atmosphère des stations-service, nous avons donc exclu de la protection accordée par la loi des postes de travail et non des employés », protégés par ailleurs (par exemple, un pompiste est souvent également mécanicien et bénéficie en tant que tel d'une surveillance). Dans la pratique, cela ne change rien. Les décrets statutaires renvoient aux dispositions du Code du travail. Subtile nuance, certainement comprise des pompistes, qui sont bien entendu

LA PARFUMERIE FRANÇAISE "POINT NOIR" DU BENZÈNE

L'industrie de la parfumerie française utilise le benzène comme solvant : elle est désormais la seule. Dans des extracteurs de 6 000 litres, on charge la matière première (des mousses, des résines ou des fleurs) sur une plaque perforée, où l'on fait passer successivement, sous pression, trois bains de benzène. L'hydrocarbure gazeux dissout et emporte avec lui les précieuses essences de parfum dans un circuit où sont installés en série des décanteurs, des évaporateurs et des ballons réfrigérants. Puis, tout le circuit est nettoyé à la vapeur d'eau, le benzène résiduel est évacué, et enfin séparé des eaux usées.

Normalement, les circuits sont étanches et le benzène ne doit pas se répandre dans l'atmosphère. Pourtant, l'INRS de Nancy a trouvé des chiffres effrayants au cours d'une campagne d'étude d'exposition au benzène dans trois usines de fabrication de matières premières pour la parfumerie. Citons-le : « L'ouverture du réacteur est incontestablement l'activité la plus polluante, puisque assez fréquemment on dépasse 1 000 ppm au niveau des voies respiratoires. »

Les expositions individuelles des conducteurs de batterie, des manœuvres, des conducteurs d'alarme

bic ou des chefs d'équipe sont loin d'être rassurantes : en moyenne, une mesure sur quatre est supérieure à 5 ppm ! La conception elle-même des réacteurs explique comment l'atmosphère peut être polluée en benzène : le circuit d'arrivée de l'eau de rinçage du circuit d'évacuation des eaux usées et du benzène n'y est pas isolé de la pièce. Le chercheur a effectué, pendant trois minutes, un prélèvement de l'air à proximité immédiate de l'arrivée de l'eau de rinçage : la concentration atmosphérique y était de 63 ppm, tout simplement parce que l'eau de rinçage agit comme une trompe à eau qui attire le benzène résiduel hors de la cuve du réacteur. Il a pu également constater une pollution importante des ateliers par des émanations provenant d'un regard d'égoût, des fuites du matériel (réacteur, pompes, vannes).

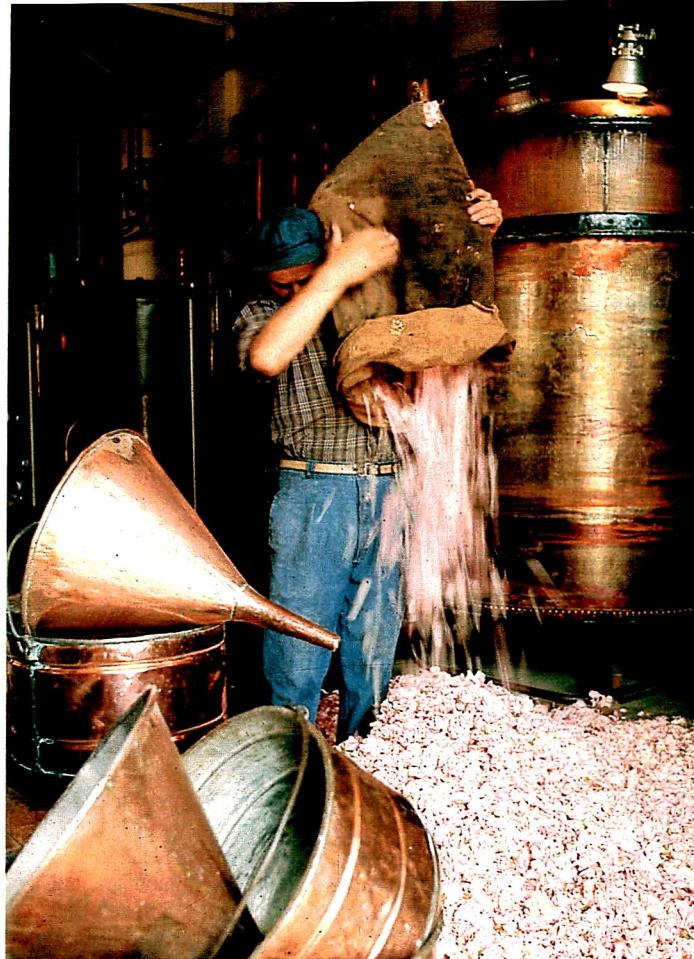
Les remèdes sont simples pour éviter que cette pollution perdure : changer les joints des canalisations plus souvent, et moderniser les installations trop vétustes. Mais le vrai, le seul remède serait de ne plus utiliser le benzène dans la parfumerie : c'est ce qu'ont fait les Etats-Unis et la Suisse depuis trois ans ; ces deux pays utilisent d'autres solvants non cancérogènes.

surinformés de leurs droits.

Reste à préciser que les dispositions en question (il s'agit de l'article L-231-1 du Code du travail) ne concernent que les salariés du régime général, excluent les mineurs et la SNCF, mais sont muettes sur le sort spécifique des pompistes. Or, d'une part les arguments des experts scientifiques qui ont permis l'élaboration de ce décret se sont bornés à l'exposition atmosphérique du benzène contenu dans l'essence, et d'autre part ils méconnaissent des données scientifiques publiées au moment de la signature du décret.

Il existe une autre façon très efficace de s'intoxiquer au benzène : c'est la pénétration par la peau. Qui ne s'est jamais éclaboussé avec le trop-plein de carburant refoulé par l'orifice du réservoir ? André Cicolella et Gilles Levery, deux chercheurs de l'Institut national de recherche et de sécurité, se sont d'ailleurs intéressés à cette exposition sur laquelle les textes de loi français sont muets : ils ont interrogé 106 mécaniciens de garage, effectué des mesures d'exposition atmosphérique au benzène, et calculé, d'après le modèle animal, l'exposition cutanée pour chaque opération mécanique.

Quand il démonte un carburateur pour le net-



toyer, le mécanicien reçoit le carburant encore contenu dans la cuve sur les mains, soumettant 150 cm² de peau à une exposition équivalente à 164 ppm atmosphériques (il faut ajouter à cela le benzène contenu dans le carburant vaporisé dans l'air lorsque le mécanicien nettoie les pièces à la soufflette pneumatique) ; le nettoyage d'un démarreur, aux fins de réparations, expose, pendant les sept minutes qu'il dure, à un équivalent de 214 ppm ; la vidange d'un réservoir expose à 140 ppm et le seul nettoyage des mains avec un chiffon imprégné d'essence auto (opération spécifiquement interdite par les décrets de loi) l'expose à 219 ppm de benzène.

Il faut dire ici que pour les 36 000 points de vente de carburants répertoriés dans sa thèse de médecine (6) par le Dr Bernard Brichon, pour l'année 1984, « il n'existe aucune statistique sur le nombre de personnes concourant à la distribution de carbu-

(6) Thèse pour le doctorat d'Etat en médecine, université Claude-Bernard, Lyon 1, 1985.

(7) A. Bond, "Self-Service Station Vehicle Refueling Exposure Study". Proceedings of 1986 EPA/APCA Symposium on Measurement of Toxic Air Pollutants, Air Pollution Control Association.

(8) William Morton, "Leukemia Incidence by Occupation in the Portland-Vancouver Metropolitan Area". *American Journal of Industrial Medicine*.

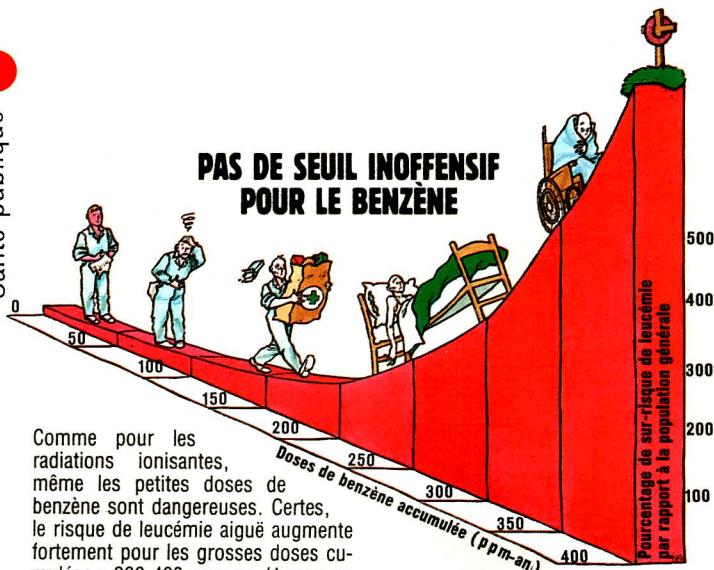
rants au détail [...]. Aucune statistique non plus sur la durée moyenne de l'emploi. Il y en a 28 000 qui appartiennent à des gérants indépendants, des concessionnaires, des agents de marque et des garagistes, mais on ne sait pas du tout s'ils emploient des salariés et combien. Souvent, il s'agit d'un travail d'été, ou alors c'est l'épouse (qui peut être enceinte) du garagiste qui sert le carburant, ou l'apprenti mécano (qui s'intoxique ainsi et au garage et à la pompe).

Les jeunes employés saisonniers qui bénéficient d'un contrat à durée déterminée dans les stations-service sont placés en théorie sous la protection de la médecine du travail. En pratique, les enquêtes effectuées par les chercheurs révèlent souvent une ignorance totale de la loi, tant de la part de l'employeur que de celle de l'employé, sur-

tout dans les petits établissements.

Quant aux clients des stations, ils peuvent respirer les vapeurs de benzène émises en bouffées par les reniflards des cuves, lorsqu'on remplit celles-ci, ou pendant le remplissage du réservoir de leur voiture (1 ppm en moyenne, selon une étude de A. Bond datant de 1986 (7) au cours du congrès de l'Association de contrôle de la pollution atmosphérique), ou tout simplement dans l'habitacle, en roulant (les concentrations de benzène peuvent atteindre de 40 à 60 nanogrammes/m³). Un autre argument des fonctionnaires de la DRT, revient à dire : « Montrez-moi une leucémie des pompistes et je modifierai la loi. » Or, les "leucémies des pompistes" existent bel et bien, et depuis longtemps.

En 1984, William Morton (8), chercheur de l'université de Portland, dans l'Oregon, a publié les résultats d'une enquête sur les 1 678 cas de leucémies aiguës apparues en quinze ans dans la région de Vancouver : il a identifié 14 catégories professionnelles courant un risque anormal de contracter une leucémie. Celui d'une leucémie aiguë lymphocytaire y était surtout élevé pour les professionnels de la mécanique auto et les pompistes (avec, pour ces derniers, un taux annuel de 16,2 leucémies pour



bien présent. Seulement, la leucémie étant une maladie relativement rare dans la population générale, les études statistiques sont difficiles. Sans compter que l'industrie répugne à donner les chiffres d'exposition des travailleurs.

100 000 habitants, alors que le taux moyen de la population générale n'est que de 6,2 pour 100 000).

Eugene Schwartz, un spécialiste de santé publique du New Hampshire, a lui aussi retrouvé en 1987 cette trop grande mortalité par leucémies aiguës dues au benzène chez les mécaniciens auto (453 décès par leucémie), et chez les travailleurs des stations-service et de transport de carburants (134 décès par leucémie).

Georges Flandrin a découvert en 1964 la leucémie à tricholeucocytes (une forme rare de leucémie aiguë lymphoïde, très grave, mais qu'on guérit aujourd'hui grâce à un médicament anticancéreux, l'interféron alpha). En 1988, il a remarqué sur un total de 161 patients atteints de cette maladie rarissime une proportion très élevée de garagistes et de pompistes, de mécaniciens et de conducteurs de camion (22 % du groupe), toutes professions en contact direct avec le benzène (¹). Une étude est en cours avec Sylvaine Cordier, de l'unité 170 de l'INSERM, pour re-

trouver et questionner toutes les victimes de leucémie à tricholeucocytes sur leur passé professionnel et, entre autres, sur leur éventuelle exposition au benzène.

Car, aujourd'hui, ce ne sont plus seulement les leucémies aiguës de la famille "lymphoïde" qui sont en sur-nombre chez les sujets exposés : on commence à trouver aussi chez eux un excès de leucémies dites "granuleuses", qui attaquent les cellules myéloïdes (précurseurs des cellules macrophages et des monocytes). Martha Linet, épidémiologiste du National Cancer Institute, organisme américain, a épousé en 1988 le registre environnement-cancer des travailleurs suédois (¹) et a trouvé, chez les mécaniciens (automobiles et camions), un risque anormalement élevé de leucémie aiguë myélocyttaire. Mais les pompistes des stations-service ne sont pas

les seuls exclus de la protection et ignorés par la médecine du travail. Les pompistes de l'aviation ont peut-être eux aussi des soucis à se faire. A cause du kéro-sène. Le volume 45 des monographies de l'IARC (*International Agency for Research on Cancer*) répertorie ainsi les hydrocarbures aroma-

UNE MOLÉCULE SOUPÇONNÉE DEPUIS UN SIÈCLE

C'est un cycle aromatique de six atomes de carbone : le plus simple des hydrocarbures. Michael Faraday l'a découvert en 1826 dans les goudrons de houille : il est incolore, extrêmement volatil, explosif quand il est mélangé à l'air. Il a une odeur douce et agréable, et c'est le plus dangereux de tous les cancérogènes chimiques pour l'homme.

Nous sommes au début de la révolution industrielle, et la benzine (nom donné alors au benzène) est largement utilisée comme solvant car elle se dissout dans les colles, les vernis, les peintures, le caoutchouc, les parfums, les résines, les encres d'imprimerie, les pigments colorés, etc. On l'extract industriellement des houilles à partir de 1849. Les artisans et ouvriers de la chaussure, des tanneries, les teinturiers, les mineurs, les chimistes en respireront sans frein pendant près de cinquante ans.

Citons le Dr Le Noir, médecin à l'hôpital de la Charité, en 1897 : « Il paraît qu'une fois par semaine, dans les ate-

liers de teinture, les ouvriers sont occupés uniquement à des manipulations dans lesquelles la benzine entre pour une large part. La pièce est remplie de vapeurs benzinées, et les ouvriers, rapidement incommodés, doivent aller respirer l'air au dehors de temps... »

Howard Runnion, un chercheur américain, a mesuré en 1977 la quantité de benzène contenue dans l'atmosphère d'un local, clos et mal ventilé, de nettoyage de pièces mécaniques avec de l'essence automobile. Il a trouvé des valeurs de l'ordre de 100 parts de benzène par million de parts d'air (ppm) dans la pièce, avec même des pics de 500 à 1 000 ppm au niveau des voies respiratoires des sujets exposés. Encore n'y avait-il dans cette pièce qu'un seul poste de travail, avec un unique récipient d'essence, et cette essence ne contenait qu'une fraction somme toute faible de benzène. Par comparaison, les concentrations colossales de benzène qui devaient se diffuser dans ces ateliers de teinture

tiques contenus dans le kérosoène (jet-fuel) : on y trouve jusqu'à 3 % de benzène ! Et pour Mme Partensky, qui travaille à l'IARC, des résultats préliminaires d'une enquête feraient soupçonner un excès de leucémies aiguës chez ces "pétroliers" de l'aéronautique, qui effectuent les pleins sur les pistes des aéroports.

Le ministère du Travail reconnaît pourtant que plus on est exposé au benzène plus on risque une leucémie. Robert Rinsky, spécialiste de l'évaluation des risques pour l'environnement des Centers for Disease Control (organismes d'étude et de recherches épidémiologiques, d'Atlanta, en Géorgie, a été plus loin : il a pu montrer que les taux de mortalité par leucémie, déjà plus élevés que la norme, avaient tendance à grimper avec l'augmentation des doses de benzène : dans des fourchettes d'exposition croissantes au benzène (de 1 à 40 ppm/an ; de 40 à 200 ppm/an ; de 200 à 400 ppm/année ; plus de 400 ppm/an), le rapport du nombre de morts observées sur le nombre de morts calculable est respectivement de : 109, 322, 1 186 et 6 637.

Mais qu'en est-il du risque de leucémie dû aux faibles expositions au benzène ? Pour l'instant, il est faible, si faible même qu'il n'a pu être détecté ; mais ce n'est peut-être qu'une question de temps, ou de moyens statistiques. De plus en plus, les carburants sont disséminés dans la population qui, de ce fait, y est exposée dans son ensemble, comme consommateur de station-service ou même comme

riverain d'installations. Le benzène est si diffus que l'on peut trouver presque partout des expositions atmosphériques de 0,1 à 1 ppm. Dans ces conditions, seuls quelques bergers pyrénéens et des marins pêcheurs bretons sont encore — pour combien de temps ? — des témoins réellement non exposés. Tous les autres Français sont contaminés.

« De toute façon, les décrets sont faits pour être amendés, nous a dit J.-L. Pasquier. Celui sur le benzène fixe un maximum qui peut être contestable. Si un corps suffisant de données scientifiques nouvelles peut être examiné au cours d'un débat contradictoire et public sur ce thème, nous le ferons. »

On a vu plus haut que le carburant auto ne peut contenir, théoriquement, que 5 % de benzène au maximum. Mais la réalité est parfois tout autre. Exemple : en Inde, dans la ville de Lucknow, des chercheurs ont constaté en 1975 que l'essence automobile proposée dans les 21 stations-service de la localité contenait entre 10 et 17 % de benzène. Et sur les 51 pompistes testés, 45 avaient dans leurs urines des taux de phénol (un déchet urinaire du benzène) supérieurs à 20 mg/l. C'était il y a quinze ans, et la convention internationale n° 136 du travail (1), comme les législations nationales sur les

(suite du texte page 137)

(9) Georges Flandrin. « Perspectives pour une étude épidémiologique de la leucémie à tricholeucocytes », compte rendu de l'Académie des sciences, Paris 1988.

(10) Martha Linet, "Leukemias and Occupation in Sweden : a Registry-Based Analysis", *American Journal of Industrial Medicine*, 1988.

du début du siècle, où se brassaient des centaines de litres de solvants imprégnés de benzène, ou de benzène pur, étaient peut-être 100 ou 1 000 fois supérieures, qui sait ?

C'est presque depuis sa découverte que le benzène est soupçonné : dans un compte rendu d'une séance de la Société médicale des Hôpitaux de Paris de 1897, les Drs Le Noir et Claude décrivent à leurs collègues le cas étrange d'un ouvrier teinturier. L'homme a 28 ans, en bonne santé jusqu'alors. Et soudain, spontanément, des ecchymoses et des taches purpuriques apparaissent sur sa peau, ses gencives saignent, ses urines deviennent hémorragiques, et ce sans la moindre fièvre ou un signe d'infection. C'est un purpura, une atteinte des petits vaisseaux et des plaquettes sanguines. Pour les médecins, il s'agit à l'évidence d'un processus toxique, accompagné d'une grave anémie. Il doit s'agir d'un cas d'intoxication aiguë par le benzène lors des opérations de benzinaage dans la teinturerie. A l'appui de cette hypothèse, ils citent même le Dr Proust, parent du célèbre homme de lettres, qui a déjà signalé les phéno-

mènes d'ebriété accusés par les ouvriers occupés au dégraissage des étoffes au moyen de la benzine. Ils citent aussi le Dr Santesson, médecin suédois qui, au congrès de Moscou de 1897, a exposé avoir observé « dans une fabrique de vélocipèdes où l'on employait une solution de caoutchouc dans la benzine, neuf cas d'empoisonnement chronique, dont quatre mortels, exclusivement chez des jeunes femmes », avec, là encore, une anémie grave et des hémorragies spontanées. La fabrique, mal ventilée, comportait des ateliers où les ouvrières restaient très longtemps dans une forte odeur de benzine.

Ce n'est qu'à partir de 1928 qu'on commence à suggérer une association possible entre l'exposition au benzène et la leucémie : Pierre Delore et Charles Borgomano ont décrit cette année-là une leucémie aiguë chez un travailleur exposé pendant cinq ans au benzène. A partir de là, des dizaines d'études de par le monde vont accumuler les preuves que le benzène est toxique pour l'homme, qu'il provoque dans la moelle osseuse un cancer des cellules sanguines, avec un délai varia-

ble, parfois supérieur à trente ans, entre l'exposition et l'apparition de la maladie.

Cela, tout le corps médical l'a admis, et depuis longtemps. Des foyers de leucémies professionnelles ont été identifiés par de nombreux auteurs dans le passé (Aubertin et Grellety-Bosviel en 1923, Health and Hassterlik en 1963, Ederer, Meignan et Knox en 1965, Dowsett, Mainwaring, Fraumeni en 1966, Fiorentino, Goldenberg et Zarowski en 1967, Glass, Gunz et Spears en 1968, Corbette, Schey, Janerich en 1981, pour n'en citer que quelques-uns). Et, plus près de nous, l'exposition au benzène a été découverte comme la cause de leucémies par Vigliani dès 1964.

La législation du travail s'est d'ailleurs rapidement emparée du problème puisque, dès 1931, le "benzolisme" est indemnisé en France (création du quatrième tableau de maladies professionnelles du régime général). Les décrets se sont multipliés tout au long du XX^e siècle pour limiter de plus en plus son utilisation, régir sa manipulation et surtout surveiller médicalement les travailleurs exposés : 18 décrets de loi en tout entre 1939 et 1973 !

Pour ceux qui vont réalire le monde.



154

Pour étonner le monde, il faut s'étonner de lui. Les savants et Science & Vie Junior ne font rien d'autre. Mais à une époque où les satellites se marchent sur les antennes pour déverser l'information, où chaque mois voit sa moisson de découvertes, il faut un flair de chercheur d'or pour trier les pépites. Sans parler de la traduction nécessaire des jargons de la Babel scienti-

fique. Et c'est le rôle de Science & Vie Junior. Dire très simplement des choses compliquées. C'est le style de Science & Vie Junior. Les dire avec des photos spectaculaires, les expliquer avec rigueur mais sans se prendre au sérieux, c'est l'esprit de Science & Vie Junior. Quand on est junior, c'est toujours le moment de découvrir, mais ce n'est jamais celui de s'ennuyer.

ECHOS DE LA RECHERCHE

MÉDECINE-HYGIÈNE-CULTURE

Un couvre-feu national s'impose !

C'est un éditorial inattendu que publiait un journal peu enclin aux généralités culturelles, "Science" donc, organe de l'American Society for the Advancement of Science, dans son numéro du 1^{er} juin dernier.

Sous le titre "Le nouveau puritanisme", l'auteur y recensait quelques absurdités concernant l'état d'esprit de la communauté scientifique et surtout parascientifique en ce qui touche à la santé publique. Cet état d'esprit a inspiré des interdictions innombrables et continue d'en inspirer. « Considérez ainsi le ski, la navigation de plaisance, le deltaplane, écrit John Winthrop dans l'éditorial en question, ils sont certainement plus dangereux pour la santé que l'exposition à la fumée du tabac des autres et devraient être interdits... »

Notons que l'auteur ne dit pas que les voyages en avion devront aussi être restreints, sinon interdits, puisqu'ils exposent les voyageurs à des quantités anormales de rayons gamma. Sans doute eût-il pu ajouter que l'auto aussi devrait être interdite, car elle est très dangereuse pour la santé, en même temps qu'elle est ruineuse pour l'Etat (les accidents de la route ont coûté, en 1989, 80 milliards!).

« Parce que l'extrapolation de gens qui fument trois paquets de cigarettes par jour suggère que l'inhalation passive de tabac entraîne des taux accusés de cancer, les désignations de lieux où le tabac est autorisé, dans les bureaux, les stades de football et les tunnels, ne réduira pas le risque à zéro et le tabac devra donc être déclaré illégal. Grâce aux progrès de la technologie, les calculs montrent qu'un individu qui fume dans l'Etat d'Iowa expose un piéton de

Los Angeles à un danger mesurable, et donc ou bien le tabac devra être interdit dans l'Etat d'Iowa, ou bien il faudra interdire aux gens de Los Angeles d'aller à pied. Etant donné qu'un apéritif avant dîner est, dans l'ordre des grandeurs, plus dangereux que l'inhalation passive de tabac, il faudra aussi l'interdire... »

« Un récent rapport de chercheurs sur le sommeil, poursuit cet auteur décidément savoureux, indique que beaucoup de gens dorment trop peu. Certains individus se vantent d'avoir besoin de peu d'heures de sommeil pour soutenir leurs emplois du temps héroïques. Or, les rapports des chercheurs montrent que ces gens abrègent leur vie et qu'ils sont, de surcroît, peu efficaces. Comme les enfants de neuf ans, la majorité des individus ne savent pas se mettre au lit tout seuls. Il nous faudra donc un couvre-feu national. »

De plus, il faudra que « l'habillement fasse l'objet d'une législation future, car les gens mal habillés infligent aux yeux des épreuves qui, dans toute société bien faite, devraient être mises sur le même plan que celles qui sont infligées aux oreilles et aux poumons. »

Il devient, en effet, évident, que l'instinct d'interdiction à son prochain de toute opinion ou coutume différente de la sienne, qui est aussi ancré dans l'être humain que l'instinct de conservation, atteint désormais des limites intolérables. *Surveiller et punir*, l'ouvrage de Michel Foucault consacré à cet

instinct, est encore plus d'actualité que jamais. Si l'inhalation passive de tabac est dangereuse pour la santé, que dire des dangers encourus par un piéton dans n'importe quelle ville de France, qui traverse un passage clouté et, à plus forte raison, d'un automobiliste innocent, qui se trouvent tous deux exposés à l'erreur d'appreciation d'un automobiliste, donc menacés soit de mort subite, soit encore d'infirmité à vie ?

A-t-on mesuré les effets de la pollution de l'air par les gaz d'échappement des engins motorisés, même sans plomb, sur les poumons des citadins ? Il nous semble qu'un règlement interdisant l'accès des rues aux piétons pendant les heures où les véhicules motorisés circulent devient aussi urgente que le couvre-feu demandé par *Science*...

G.M.

Le zigzag en échec : un cham-pignon traité génétiquement a protégé cet été les forêts américaines du Nord-Est contre des insectes parasites (le bombyx disparate, *Lymantria dispar*, familièrement zigzag).

Une légende mise à mal : sombres révélations d'une biographie de Dian Fossey, l'amie des gorilles du Kenya, qui fut sauvagement assassinée en 1985, et dont la vie servit de base à un film hagiographique. *The Dark Romance of Dian Fossey*, de Harold T. Hayes, paru en juin dernier, indique que ses méthodes scientifiques consternaient les éthologistes (la promiscuité avec les gorilles ne crée pas les bonnes conditions d'observation) et qu'elle fut d'une brutalité exceptionnelle, menaçant les indigènes du Rwanda de magie noire et de mort par arme à feu, les faisant fouetter sur les organes génitaux et kidnappant leurs enfants. Alcoolique, elle se fit des ennemis des éthologistes qui tentèrent de collaborer avec elle et dont les témoignages publiés dans ce livre sont accablants.

ARCHÉOLOGIE

Nouvelles vedettes : Huaca, Dashly, Kerma !

Le paysage archéologique s'est beaucoup enrichi ces dernières années, sans que le public en ait été informé. En effet, trois sites majeurs ont été dégagés.

Dix saisons de fouilles sur les hauts plateaux du Pérou ont permis de reconstituer l'image d'une civilisation de bâtisseurs contemporaine de l'Egypte pharaonique et des cités-Etats sumériennes. Antérieure de 3 000 ans à celle des Aztèques et de 2 000 ans à celle des Mayas, elle construisit des cités impressionnantes telles que Huaca, centrées sur des temples hauts d'une trentaine de mètres, richement décorés et témoignant d'un urbanisme déjà développé, puisqu'on retrouve des voies de communication axées sur de grandes places et desservant des quartiers résidentiels. On trouve même des décharges publiques. Il semble qu'il se soit agi de cités-Etats à l'économie essentiellement agricole. Mais on n'a pas encore établi la raison pour laquelle les habitants de ces cités, qui semblaient originaires des côtes, les ont fui pour s'installer à des altitudes aussi peu accueillantes que celles qu'on trouve dans les Andes, à quelque 3 000 m. Ceux qui voudraient braver les périls des embuscades dressées par des sentiers révolutionnaires trouveront, par exemple, des fresques somptueuses et encore fraîches.

Le deuxième grand site récemment découvert a peu de chances d'être ouvert de sitôt aux visiteurs ; il se trouve, en effet, en Afghanistan du Nord. Il a été découvert de manière détournée : en effet, les marchands et amateurs d'objets de fouilles s'étonnaient de voir apparaître sur le marché des objets de bronze, d'or, d'argent, des sculptures de calcite et de chlorite, des bijoux anciens à base de lapis-lazuli, de turquoise, de cornaline, qui non seulement étaient d'origine inconnue, mais encore ne ressemblaient à rien de connu. On pouvait toutefois juger qu'ils étaient contemporains des artefacts produits par des civilisations des III^e et II^e

millénaire, Egypte, Mésopotamie, Indus.

Ces objets étaient indéniablement anciens et originaux. Plusieurs grands musées, dont le Louvre et le Metropolitan de New York et divers grands collectionneurs en ont quand même acquis. Petit à petit, il s'est avéré qu'ils provenaient de fouilles clandestines, faites dans les années soixante et soixante-dix en Afghanistan du Nord. Les archéologues soviétiques, dont la curiosité avait été piquée, organisèrent sous la direction du Pr Viktor Sarianidi plusieurs campagnes de fouilles, de 1969 à 1979, sur un certain nombre de sites de ce qui avait été l'ancienne plaine de Bactriane.

Et c'est ainsi qu'on a fait une découverte majeure en archéologie : c'est que cette région, loin d'avoir été quasiment déserte jusqu'à son annexation par l'empire perse, au V^e siècle avant notre ère, avait été un centre de civilisation important et même avancé, puisqu'il avait, entre autres, découvert et maîtrisé la technique de fabrication du bronze. On a retrouvé en particulier, dans l'oasis de Dashly, les vestiges d'une structure urbaine circulaire, dont les édifices utilisèrent des briques, et qui se distingue des autres structures de l'époque par sa conception systématiquement géométrique.

On en déduit pour le moment, à en croire un ouvrage publié par le Centre Ligabue de Venise, que ces places fortes servaient à protéger les grandes routes caravanières qui unissaient l'Indus et les cités-Etats sumériennes. Donc, que tout en étant nomades, les premiers habitants de la Bactriane possédaient aussi des centres fixes où certains d'entre eux étaient sédentaires. C'est un très grand chapitre de l'histoire de l'Orient que les Russes ont donc ouvert avec Dashly. Nul doute qu'il modifie considérable-

ment l'idée qu'on se faisait des développements des premières civilisations.

Troisième découverte majeure, celle de la première capitale du légendaire royaume de Koush, en Nubie, dont furent originaires deux pharaons. Ce royaume était craint des pharaons, qui l'occupèrent et l'annexèrent à deux reprises, à quoi les Koushites ou Nubiens d'aujourd'hui répliquèrent en occupant l'Egypte à deux reprises. On en connaît deux capitales, Napata et Meroë ; il semble que Kerma, qui se trouve près de la ville du même nom, entre Assouan et Khartoum, ait été habitée entre 2 500 à 1 500 avant notre ère ; ce serait donc la plus ancienne capitale de Koush, puisque Napata ne fut habitée que de 750 à 590 avant notre ère et que Meroë est beaucoup plus tardive.

Il y avait une quarantaine d'années que la découverte de Kerma s'annonçait. En effet, lors de la campagne de sauvegarde des monuments de Nubie, la mission archéologique suisse au Soudan commença des fouilles et fut intriguée par la découverte dans le sable d'épaisses structures circulaires, une fois de plus, en brique crue, ce qu'on appelle en nubien des *deffoufus*. Les uns pensèrent que c'étaient d'anciennes tours égyptiennes pour la surveillance des bateaux marchands, d'autres des comptoirs fortifiés, puis au fil des ans on comprit que c'étaient d'anciens temples, placés, comme à Dashly, au cœur d'une structure circulaire fortifiée et vaste, puisqu'elle couvre 10 ha. Ce genre de structure n'est en aucune manière égyptien. De plus, des plaques et des animaux en faïence bleue qu'on y a retrouvés n'ont pas d'équivalents en Egypte, mais sont similaires à d'autres pièces retrouvées dans d'autres sites de Nubie.

C'est ainsi que Charles Bonnet, chef de la mission suisse, a compris qu'il s'agissait là du site d'une civilisation originale et, de fil en aiguille, que c'était le grand centre du royaume de Koush. Vieux de quelque 5 000 ans, il présente un intérêt archéologique et historique supplémentaire, car la sécheresse du climat a remarquablement bien conservé quelque 30 000 tombes et les vestiges qui font actuellement l'objet d'études.

G.M.

La Turquie réclame à l'Allemagne le grand autel de Pergame

Conséquence inattendue de la réunification de l'Allemagne : la Turquie requiert des Nations unies son secours pour la récupération du plus grand et du plus important vestige de l'art hellénistique, le grand autel de Pergame, qui se trouvait depuis 1880 à Berlin-Est, au Staatliche Museum.

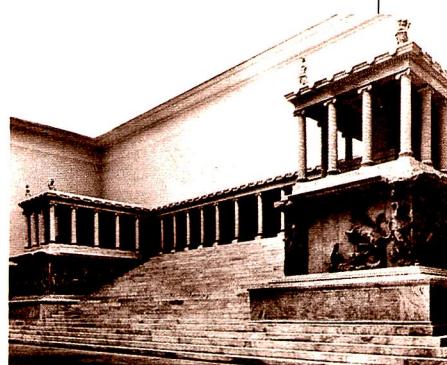
Construit par le monarque attalide Eumène II, au cours du II^e siècle avant notre ère, pour célébrer une victoire sur les Galates, ce monument, le grand autel de Zeus, est à la fois un chef-d'œuvre architecturale et l'un des plus riches ensembles de sculpture hellénistique au monde. Le mur extérieur est, en effet, recouvert de fragments importants d'une frise colossale, représentant une gigantomachie ou combat de géants. L'ensemble fut dûment acheté par un ingénieur allemand, qui transporta le tout à Berlin en 1880.

La Turquie réclame cet autel en vertu du fait que Pergame se trouve actuellement sur son territoire. Tant que Berlin était sous la coupe d'un pouvoir communiste, la Turquie n'avait guère de chances de

faire aboutir sa demande. Mais depuis que les Nations Unies ont, en 1987, pris parti pour le retour des œuvres d'art volées ou achetées à leurs pays d'origine, elle peut faire valoir son bon droit. L'affaire serait donc simple.

En réalité, elle risque de ne laisser apparaître sa complexité qu'au fur et à mesure de son instruction. D'abord, et du strict point de vue historique, Pergame ne ressortit au gouvernement turc que depuis le XV^e siècle. C'était auparavant une cité dépendant de l'Empire byzantin et, auparavant, une des cités de la Grande Grèce. Historiquement donc, ce serait la Grèce qui pourrait faire valoir ses droits sur ce monument.

Ensuite, la résolution des Nations unies est assez singulière, et



ne semble pas marquée au coin du bon sens, puisqu'elle prévoit la restitution des œuvres même achevées. Or, c'est le cas de toutes les œuvres de tous les musées qui n'ont pas été exportées par fait de guerre, comme butin, ou tout simplement pillées. Les musées de France, par exemple, devraient donc rendre à l'Italie toutes les œuvres d'art italien, y compris *la Joconde*, et à la Grèce toute la galerie d'art grec, de même qu'à l'Egypte ses collections d'art égyptien, etc.

Théoriquement, la mise à exécution de cette résolution entraînerait l'un des plus formidables va-et-vient d'œuvres d'art jamais vu, y compris les plus grandes, comme l'autel de Zeus, ou le temple de Dendérah, qui se trouve tout entier au Metropolitan Museum de New York. Tout le XXI^e siècle devrait être consacré à ces déménagements.

Et pour quel bénéfice ? L'autel de Pergame sera, désormais, beaucoup plus commodément admiré à Berlin qu'il ne l'était jusqu'ici ou ne le sera à Pergame. Le temple de Dendérah instruit beaucoup mieux le public à New York qu'il ne le ferait à Dendérah même. Des générations entières de Parisiens ou de Londoniens qui n'ont pas pu se rendre en Grèce peuvent s'initier à l'art grec grâce aux collections du Louvre avec, par exemple, *la Victoire de Samothrace* ou les frises du Parthénon.

La résolution nationaliste ou, plus exactement, provincialiste des Nations unies ne tient pas compte du fait que de pareils chefs-d'œuvre appartiennent à l'humanité entière et non à un pays ou l'autre.

Mieux vaut indéniablement, en



MÉDECINE

Pourquoi le virus du sida devient soudain virulent

Plusieurs questions cruciales continuent d'être posées par médecins, malades et public en ce qui concerne le sida. Certains médecins se sont ainsi demandé, depuis quelques années, s'il était possible que quelqu'un soit contaminé par le virus HIV sans présenter d'anticorps.

fonction des progrès techniques de l'archéologie, qui font qu'un objet de fouille "parle" d'autant mieux que son site a été scientifiquement inventorié, hâter simplement contre les fouilles sauvages, qui se poursuivent dans le monde entier, et qui produisent des objets sans mémoire, donc de moindre valeur didactique.

Mieux vaut, également, prendre les décisions qui s'imposent pour que certaines œuvres d'art volées, en France, par exemple, ne puissent pas être vendues le plus légalement du monde dans certains autres pays, passé un certain délai, mettons de trois ans, au Japon, par exemple.

Si les Nations unies sont en veine de résolutions ambitieuses, elles n'ont qu'à proclamer l'internationalisation des musées, sous l'égide d'une direction mondiale, par exemple. Pas la sienne, de préférence.

G.M.



Acclamée comme le "veau d'or" de la Bible, cette figurine de 7 cm, trouvée en Israël en juin dernier, est en fait en bronze et en plomb, ce qui laisse les historiens perplexes. En effet, l'animal légendaire, avatar exilé du dieu égyptien Apis, était, lui, assez grand pour qu'on dansât en foule autour, et il n'y a pas de raison de penser que ses adorateurs aient été à ce point avariceux qu'ils l'aient façonné en bronze. Même bien frotté et brillant, le bronze n'est pas l'or ! De toute façon, Moïse avait détruit l'idole. Jusqu'à plus ample informé, il semble donc que ce ne soit qu'un modèle réduit comme il dut y en avoir plusieurs.

Les femmes petites seraient plus exposées aux attaques cardiaques, selon une étude épidémiologique américaine.

apparemment identique de la souche SF 13, celle-ci, qui était virulente, devient tout à coup inoffensive et incapable de tuer les cellules.

Donc, il y a une différence qualitative fondamentale entre le gène *env* du virus virulent et celui du virus dormant, qui déclenche une modification totale du comportement du virus.

Une autre découverte très prometteuse est celle qu'ont faite au début de l'année trois équipes de chercheurs, l'une des laboratoires de la firme pharmaceutique américaine Merck, Sharp & Dohme, l'autre du National Cancer Institute, également américain, la troisième, du Birkbeck College de l'université de Londres. Ce sont tous des cristallographes ; en fait, la cristallographie, science de la structure des cristaux, a été déterminante en biologie, puisque c'est déjà grâce à elle qu'il a été possible d'établir la structure de l'ADN. Ses techniques de photomicrographie aux rayons X offrent un moyen unique de reconnaissance des structures vivantes. Ces chercheurs ont donc reconstitué le modèle d'un élément très important dans la vie du virus HIV, sa protéase. Celle-ci est un enzyme qui permet au virus de fondre plusieurs protéines entre elles pour en faire une protéine géante ou polyprotéine. Sans cette protéase, le virus est impuissant.

On se faisait une idée théorique de cette protéase. Les trois équipes ont montré qu'elle est, en fait, très différente des modèles. Les trois sont d'accord et se sont d'ailleurs corrigées l'une l'autre.

Maintenant qu'on connaît en détail la structure chimique de la protéase, on essaie de trouver des produits qui la bloquent ou la déforment. Cela permet de dire que la recherche avance.

G.M.

Mieux que la drogue : le "cyberespace"



C'est dans les années soixante que le désir d'échapper à la réalité par le biais des drogues connaît la déplorable explosion que l'on sait.

Outre l'actuelle consommation de drogues délirantes, qui entretiennent la désinsertion sociale, une des retombées de ce phénomène sociopsychologique, né sur la côte ouest des Etats-Unis, fut l'art dit "psychédélique". Il consistait en visions fantasmagoriques, fondées sur l'emploi de motifs hypnagogiques tels qu'on en voit quand on se presse les paupières, les yeux fermés, ou comme en voient, contre leur gré, les victimes du scotome scintillant dans la migraine ophthalmique.

Plusieurs compagnies américaines, dont American Telephone and Telegraph, IBM, la NASA, de nombreux chercheurs universitaires en informatique s'intéressent actuellement à un nouveau concept de parcs de loisir qui offrirait à leurs clients des hallucinations d'un genre inédit, sans recours, bien évidemment, à quelque substance psychoactive que ce soit.

Le client revêtirait à l'entrée du parc une combinaison spéciale,

branchée à un ordinateur. Il enfilerait également des gants récepteurs et transmetteurs d'informations, et mettrait des lunettes qui seraient, en fait, deux écrans vidéo. Et dès lors, il entrerait dans un univers parallèle, analogue à celui des écrans de simulation d'entraînement, mais beaucoup plus perfectionné, appelé "réalité virtuelle". Il est à noter que cette expression est désormais la propriété de M. Jaron



Lanier, fondateur d'une compagnie intitulée VPL Research Inc., qui compte développer ces concepts.

D'un geste du gant, il déclencherait sur ses lunettes-écrans une vue aérienne de l'espace dans lequel il se trouve, qui lui donnerait l'illusion qu'il s'envole. D'un autre geste, il "décapiterait" un adversaire monstrueux dans un combat également imaginaire, inonderait la salle où il se trouve et danserait avec des raies ou des dauphins...

Ces illusions seraient complétées par le fait que, s'il s'élevait, traversait le feu ou descendait au fond de l'eau, la température à l'intérieur de sa combinaison changerait en conséquence. Ce n'est là qu'un exemple. Il est impossible, pour le moment, d'offrir ici un catalogue complet des illusions que les exploitants de la réalité virtuelle se proposent d'offrir à leur public.

On peut supposer que les parcs d'attraction actuels sembleront bien fades auprès de ces délices fantastiques. On n'ose imaginer ce qu'en seraient les applications dans le domaine réservé aux amateurs de kung-fu ou de pornographie... Bref ! le principe de gouvernement des Romains "*panem et circensis*" semble toujours valable. On trouvera, p. 72 de ce numéro, un article ("Le casque de sept lieues") sur les recherches françaises dans ce domaine tout neuf.

Dans un registre plus sérieux, on s'attend à trouver bientôt dans le commerce des logiciels qui permettront de présenter sur écran la réalité telle qu'elle est perçue, couleurs incluses, à travers des yeux d'abeille par exemple (les abeilles sont surtout sensibles aux rayons ultraviolets).

G.M.

Une heure de sommeil en plus compte beaucoup dans le niveau de vigilance, d'après une étude de l'hôpital Henry-Ford, de Detroit. Dormir beaucoup rend plus vif.

Lien possible entre les cancers et l'électromagnétisme induit par les champs électriques, d'après une agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA). Trop de corrélations ont été établies pour qu'on en rejette l'hypothèse. Reste à établir l'éventuel lien de cause à effet.

Mais qu'est-ce donc qu'une réaction ?

Tous les chimistes savent ce que c'est que la chimie, mais aucun d'entre eux ne sait ce qu'est vraiment une réaction chimique.

Si l'on prend la réaction la plus simple qu'on puisse imaginer :



dite réaction d'échange d'hydrogène, où un atome d'hydrogène remplace un autre atome d'hydrogène dans une molécule d'hydrogène diatomique, il se trouve que l'atome d'hydrogène H et la molécule d'hydrogène H_2 se combinent pour former une molécule de transition H_3 . Celle-ci réarrange alors ses liaisons pour former une nouvelle molécule d'hydrogène H_2 et un atome d'hydrogène H. On voudrait bien savoir ce qui se passe dans la molécule de transition H_3 ; mais elle ne dure que quelques femtosecondes, et ce n'est pas non plus une molécule isolée qu'on puisse étudier à loisir.

Il faut donc recourir à la physique pour imaginer ce qui se passe. Étant donné que l'atome d'hydrogène est le plus simple du monde, puisqu'il n'est constitué que d'un proton et d'un électron, on peut induire qu' H_3 est constitué de trois protons et de trois électrons. De là, il faut sauter à la mécanique quantique : étant donné qu'un proton est 2 000 fois plus lourd qu'un électron, il se meut plus lentement et les trois protons d' H_3 vont donc moins vite que les trois électrons, qui doivent réorganiser leur structure très vite afin de se maintenir à l'orbite la moins énergétique possible. Parce que chaque arrangement d'électrons dans une molécule implique un potentiel d'énergie de surface distinct, puisque ce sont les électrons qui cimentent cette molécule par leur énergie et que cette énergie dépend de la disposition dans l'espace et de leur mouvement angulaire ou spin.

Jusqu'ici, on est demeuré dans le champ de la physique classique ; mais quand on tient compte du principe de la mécanique quanti-

que selon lequel les énergies des atomes ne varient pas de manière continue, progressive, mais discontinue, par sauts, et qu'ils suivent des stades d'énergie dits quanta, on est contraint de postuler que les protons et les électrons suivent un scénario particulier. Celui-ci a été expliqué par le physicien Jim Baggett dans l'hebdomadaire britannique *New Scientist* du 12 mai dernier : le niveau énergétique change quand les deux atomes de la molécule s'approchent ; il tombe d'abord à un seuil minimal quand les atomes se rapprochent, puis il augmente par suite de l'effet de répulsion entre les protons qui sont tous deux positifs ; puis il atteint un plateau quand les nouvelles liaisons se forment.

Jusqu'ici, c'est encore assez simple ; mais cela se complique quand on sait que chaque molécule vibre. Sa vibration engendre des niveaux d'énergie discrets, chaque niveau correspondant à un taux d'excitation dans lequel le noyau oscille à des états d'énergie voisins dont la moyenne est constituée par son niveau moyen le plus bas ; chaque niveau est défini par un nombre quantique vibratoire, v . De plus, chaque niveau est assorti d'une série de niveaux strictement espacés, qui résultent du fait que la molécule d' H_3 tourne dans l'espace ; chacun de ces niveaux secondaires répond à un nombre quantique de rotation, j . Ces nombres v et j définissent l'état quantique de la molécule. Et il n'est pas possible d'imaginer ce qu'est une réaction chimique sans en tenir compte.

C'est à peu près le problème qui se pose dans une réaction plus complexe, celle qui se produit quand on chauffe une molécule organique qui est le 2,3 diazabicyclo (2.2.1) hept-2-ène exo-exo 5 - d2. Elle perd son azote et se transforme en deux molécules presque identiques. Elle ne peut le faire,

qu'en franchissant une barrière énergétique. Quand on l'a chauffée, en effet, elle a gagné de l'énergie, elle a donc passé la barrière et elle a atteint, elle aussi, un état de transition. Or, cet état est aléatoire, en ce sens qu'il peut produire l'une ou l'autre de deux réactions voisines. Telle est la raison pour laquelle, de temps en temps, le diazabicyclo chauffé produit des molécules différentes de la moyenne, comme l'a observé le chimiste Barry Carpenter, de l'université Cornell, à Ithaca. La prévision des "aberrations" peut se faire de manière statistique. Mais en répétant ses expériences dans des conditions différentes, Carpenter a constaté que la méthode statistique n'est pas fiable dans l'explication des réactions chimiques ; il faut alors recourir à la méthode quantique. « Mais là, il faudrait aussi occuper tous les ordinateurs du globe pendant toute une vie pour arriver à une réponse. »

Si l'on veut donc "coller" un chimiste, il faut lui demander ce qu'est au juste une réaction chimique... G.M.

Les jeunes Américains s'entretenent par armes à feu quatre fois plus que les jeunes d'âge correspondant (de 15 à 24 ans) des 21 pays où les taux de mortalité criminelle sont les plus élevés. Le taux de meurtres dans cette classe d'âge est de 21,9 par 100 000 habitants. Le pays qui vient tout de suite après sur la liste, l'Ecosse, a un taux quatre fois moindre, 5 par 100 000. Les Etats-Unis, qui ont quasiment instauré la prohibition du tabac, se refusent toujours à imposer celle des armes à feu et, notamment, des armes semi-automatiques.

Les manuscrits de la mer Morte continuent d'exaspérer les savants qui n'y ont pas accès : s'ils ont théoriquement le droit de demander photocopie de n'importe quel manuscrit, en pratique, c'est impossible parce qu'il n'existe pas de liste des 800 manuscrits ! Elle ne sera publiée que « dans un ou deux ans ». La *Biblical Archaeological Review* estime en tout cas que les fameux manuscrits ne seront jamais publiés en l'an 2 000, parce que c'est impossible en l'état actuel des choses, c'est-à-dire avec une poignée d'exégètes pour mener à bien cette tâche immense.

Le bon air des aéroports...

Afin de poursuivre sur la nécessité d'un couvre-feu national (*voir p. 65*), fort sérieux en dépit de son ton humoristique, il nous faut rappeler les dangers auxquels ne sont pas exposés les riverains des aéroports, selon les données exposées par le Dr R. Garnier, dans le Concours médical du 14 juillet dernier : les réacteurs des appareils volants émettent du gaz carbonique, de l'oxyde de carbone, des oxydes d'azote, des produits de combustion oxygénés, des hydrocarbures non brûlés, du carbone, des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des phénols, etc. « A titre d'exemple, les quantités émises sur Kennedy Airport, à New York, exprimées en tonnes par kilomètre carré et par jour étaient estimées à 4,3 pour l'oxyde de carbone, 1,2 pour les oxydes d'azote et 0,93 pour les hydrocarbures totaux. » Mais, ajoute cet auteur : « Il serait hâtif et erroné d'en déduire que les aéroports sont à l'origine d'une pollution importante de l'environnement. »

On veut bien le croire : 30 t d'oxyde de carbone et 8,4 t d'oxydes d'azote par km² par semaine, c'est en effet, « négligeable ». « Les études françaises montrent aussi, poursuit cet auteur, que les teneurs mesurées à Orly et Roissy sont habituellement inférieures à celles constatées à Paris *intra-muros* pour tous les polluants surveillés. » Il faut donc en déduire logiquement que les polluants qui circulent dans les rues parisiennes sont étonnamment élevés, ou bien que les aéroports sont particulièrement sains.

Mais il est vrai que notre auteur conclut : « Du point de vue de la santé des riverains, la principale nuisance liée au trafic aérien n'est pas toxique : c'est le bruit. » Lequel est, comme chacun sait, sans effets sur la santé... G.M.

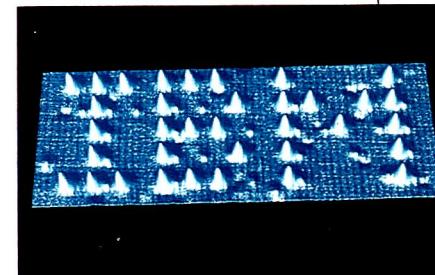
Ecrire avec des atomes

Grâce au microscope électronique à effet tunnel, on pouvait déjà "voir" les atomes individuellement (après reconstitution holographique par ordinateur). On peut aussi les déplacer avec précision.

Des chercheurs d'IBM à San José, en Californie, l'ont prouvé. Ils ont, en effet, aligné un par un des atomes de xénon sur une surface de nickel pour leur faire dessiner le sigle de leur compagnie. C'est le plus petit "logo" connu qu'ils ont donc réalisé.

Le principe du microscope électronique est le suivant : une pointe extrêmement fine passe au-dessus d'une surface à explorer. Un très faible courant électrique, dit courant tunnel, établi entre cette pointe et la surface, est maintenu à un niveau constant ; de ce fait, la distance entre cette pointe et la surface est également constante, ce qui fait que la pointe reproduit au-dessus de cette surface toutes les aspérités qu'elle rencontre, et cela à l'échelon atomique. C'est-à-dire que la pointe reproduit le relief de la surface, constitué par les atomes.

Ce mode d'exploration est dit "non perturbant", car il ne déplace pas les atomes. Mais si l'on place la pointe au-dessus d'un atome, puis qu'on l'abaisse tout en augmentant le courant tunnel, on déplace l'atome. En effet, la force d'attraction entre la pointe et l'atome augmente. Celui-ci se trouve lié à la pointe. C'est ainsi qu'on peut donc faire glisser un atome de xénon. La plaque de nickel sur laquelle on effectue ce glissement est constituée, elle, de façon cristalline, c'est-à-dire avec des atomes régulièrement disposés. Pour déposer ensuite l'atome en un point donné de cette plaque, il suffit de baisser le courant ; l'attraction entre atome et pointe disparaît, mais l'atome reste en place. On peut recommencer avec un autre atome, que l'on peut serrer auprès du premier jusqu'à une distance de 5 angströms, soit un demi-millionième de mm, du moins en ce qui concerne les atomes de xénon. Et on recommence jusqu'à obtenir un dessin, comme l'ont donc fait les chercheurs d'IBM.



Ce n'est pas encore là une amusette à laquelle on pourra se livrer couramment, car l'opération doit se dérouler à une température voisine du zéro absolu, 14°K, soit -269°C, température à laquelle les atomes, "givrés", se comportent plutôt docilement, sans subir les effets de l'agitation thermique. Dès que la température s'élève, le dessin disparaît.

M.M.

Anxiété et préjugés : une étude de psychologues américains indique que l'agressivité à l'égard de l'homosexualité dériverait d'une anxiété générale, essentiellement sexuelle.

Corrélation troublante, mais chez les femmes seulement, entre la maladie d'Alzheimer et les attaques cardiaques : on soupçonne une substance, libérée dans l'organisme après l'attaque, d'altérer le cerveau. On n'a retrouvé aucune preuve d'une responsabilité de la thyroïde dans le déclenchement de la maladie.

Donner un bain à son chat est la meilleure manière de lutter contre une éventuelle allergie à ce félin. La rhinite allergique, l'asthme, les éruptions dermatologiques, signes banals de l'intolérance aux chats, disparaissent à raison d'un bain mensuel de dix minutes à l'eau tiède. Contrairement à ce qu'on croit, les chats supportent très bien d'être shampooinés.

LE CASQUE DE SEPT LIEUES

Piloter un avion la nuit en voyant clairement le paysage survolé défiler sous ses yeux ; diriger un missile sur sa cible en fixant simplement celle-ci du regard ; éviter une batterie antiaérienne dissimulée derrière un bosquet : tout cela sera bientôt possible grâce aux visuels de casque. Ces extraordinaires systèmes optiques sont aujourd'hui étudiés dans le monde entier. Nous nous sommes particulièrement intéressés à celui qui est destiné aux pilotes du futur hélicoptère de combat "Tigre".

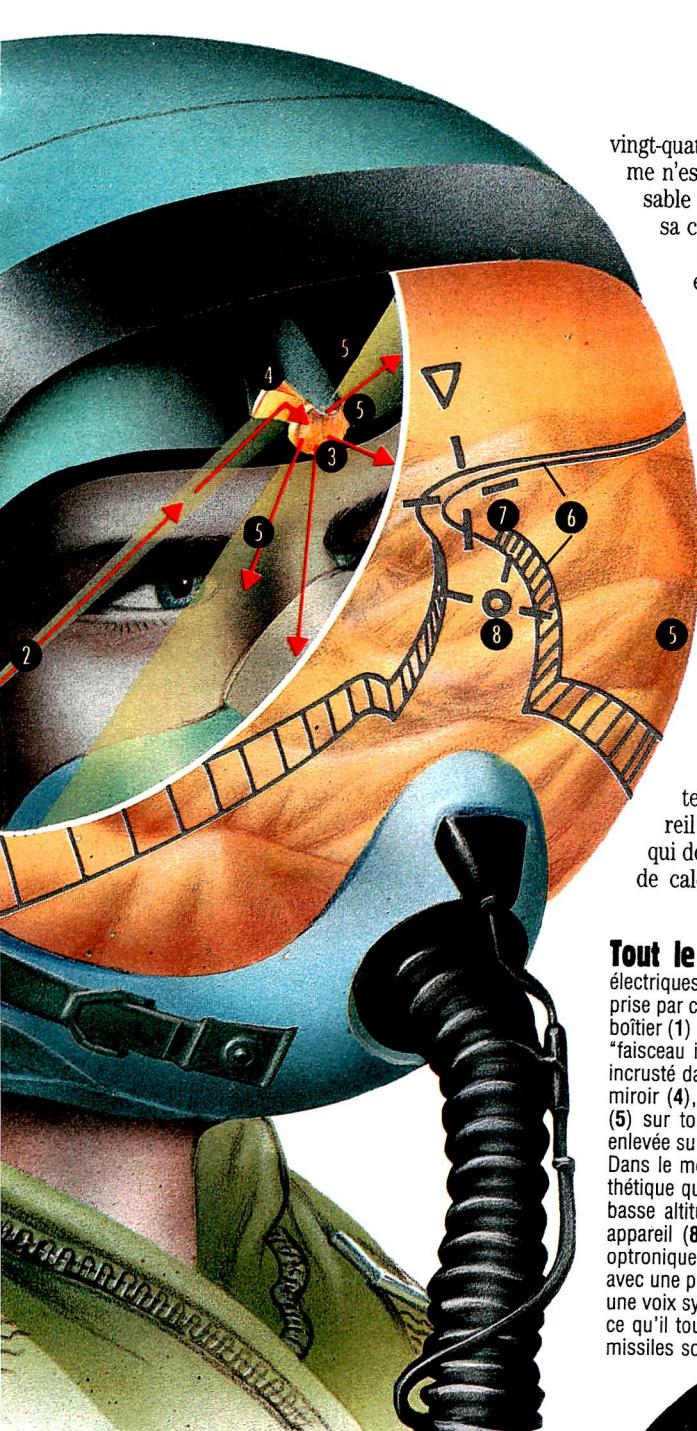
PAR SERGE BROSSELIN

Que la détente qui semble s'instaurer entre l'Est et l'Ouest conduise, à terme, à une réduction des armements militaires, nul ne saurait en douter. Mais ce qui est tout aussi certain, c'est que les industries d'armement et les bureaux d'étude ne sont pas près de chômer. Car le progrès technologique, lui, ne connaît pas de détente, et ce qu'on va perdre en quantité on le regagnera en qualité.

Ce court préambule explique mieux qu'un long

discours les raisons pour lesquelles les nouveaux systèmes de visualisation, et en particulier les visuels de casque pour pilotes d'hélicoptère et d'avion de combat, font aujourd'hui l'objet d'intenses recherches dans le monde entier. Car, bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'armes, leur rôle sera néanmoins déterminant dans la manière de mener le combat.





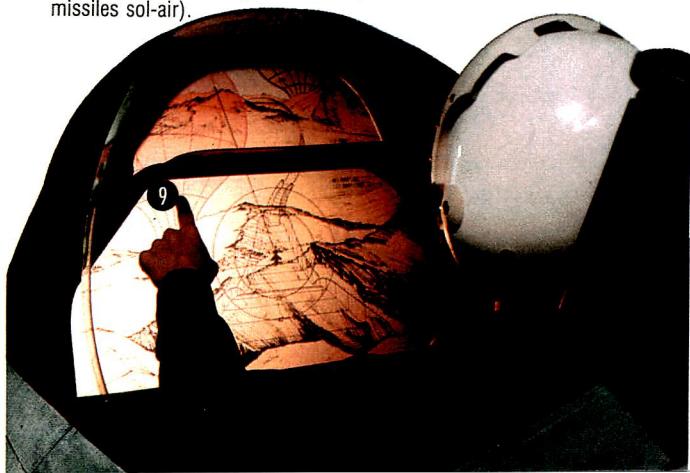
vingt-quatre heures sur vingt-quatre. Or, l'homme n'est pas nyctalope : il est donc indispensable de suppléer par des moyens artificiels sa cécité nocturne.

Par ailleurs, il y a un décalage de plus en plus important entre la densité et la précision des informations que peuvent donner les moyens modernes d'investigation et la capacité humaine à les absorber et à les "digérer", afin de les utiliser avec un maximum de profit. D'où la nécessité de présenter les renseignements en question de façon immédiatement assimilable. Prenons un exemple : avertir un pilote d'hélicoptère ou d'avion de la proximité d'un danger (présence d'une batterie de missiles ou apparition d'un chasseur ennemi) par un signal lumineux ou une alarme sonore n'est pas satisfaisant en termes d'efficacité si cette indication n'est pas directement reliée à la route que suit l'appareil menacé, et si c'est le pilote lui-même qui doit établir la corrélation par une série de calculs et d'approximations. En revan-

Tout le paysage dans une bulle.

Les signaux électriques correspondant à l'image du terrain survolé — prise par caméra vidéo ou infrarouge — arrivent dans un petit boîtier (1) logé dans le casque optronique. De là est produit un "faisceau imageur" (2) qui est dirigé sur un petit miroir (3) incrusté dans la bulle du casque, qui le réfléchit sur un autre miroir (4), logé à la hauteur du front, lequel projette l'image (5) sur toute la surface de la bulle (dont une partie a été enlevée sur le dessin pour montrer la circulation du faisceau). Dans le même faisceau imageur est injectée une image synthétique qui peut indiquer au pilote le "tunnel" de pénétration basse altitude (6), les cibles repérées (7), l'attitude de son appareil (8). En 1984, des études similaires sur l'imagerie optronique étaient effectuées par McDonnell-Douglas, mais avec une projection sur la planche de bord à écran tactile (9 — une voix synthétique informe le pilote que le ballonnet d'espace qu'il touche du doigt est à éviter, il cache une batterie de missiles sol-air).

Ce qu'il faut bien comprendre, c'est que, en cas d'éventuel conflit, les conditions de son déroulement ne seront plus du tout les mêmes qu'auparavant. Il n'y aura pas, par exemple, de rupture de rythme entre les opérations de jour et les opérations de nuit. Il faudra être apte à combattre



che, si l'information est présentée en surimpression sur une vue de l'itinéraire à emprunter, et si elle est précisément localisée par rapport à cet itinéraire, alors le pilote pourra immédiatement l'exploiter sans perdre un temps précieux à l'interpréter.

Une telle présentation synthétique est aujourd'hui courante sur les avions commerciaux. En effet, depuis l'arrivée des écrans de visualisation, les pilotes peuvent observer sur un seul et même écran (le "plateau de route") à la fois la trajectoire

présente et future de l'appareil et la situation météorologique. Désormais, les équipages n'ont plus à coordonner les informations météo délivrées par un écran radar, avec leurs propres calculs de route, pour savoir s'ils vont ou non pénétrer dans une zone perturbée. D'où un allègement

de la charge de travail à bord et un gain de temps procurant ce que les spécialistes appellent une "avance de phase", c'est-à-dire un précieux délai permettant d'anticiper une décision.

Les recherches menées actuellement dans les grands laboratoires et les bureaux d'étude, tant aux Etats-Unis (chez Honeywell et Kaiser Electronics notamment) qu'en Grande-Bretagne (GEC Avionics), en France (Sextant Avionique) ou en Israël (Elbit), procèdent de la même démarche, mais s'appuient sur des technologies totalement différentes, puisqu'il ne s'agit plus cette fois de présenter des informations sur un simple écran électronique, mais de les projeter dans le champ visuel du pilote, grâce à des systèmes optiques d'une incroyable ingéniosité. Ce programme ambitieux, dont l'aboutissement le plus élaboré est le visuel de casque, a exigé une mobilisation pluridisciplinaire. Ainsi, opticiens, électroniciens, mécaniciens, psychologues, physiologues et spécialistes en ergonomie collaborent depuis plusieurs années dans le seul dessein de présenter au moment opportun la meilleure information possible, sous la forme la plus directement assimilable.

Concrètement, le but visé par les concepteurs du casque à visualisation est triple et peut se décomposer de la façon suivante :

Permettre de voir la nuit, grâce à des images fournies par des capteurs optroniques (capteur infrarouge ou caméra de télévision à intensification de lumière).

Faciliter la navigation en projetant, en superposition sur ces images, des figurines synthétiques balisant la route à suivre (créant des sortes de "tunnels" que doit emprunter l'appareil) et indiquant les menaces potentielles (batteries de canons antiaériens ou de missiles sol-air) repérées par les systèmes de renseignement couvrant le champ de bataille. Celles-ci apparaîtront sous forme de ballonnets, de forme et de volume différents selon la

nature du danger. Le pilote devra éviter à tout prix de pénétrer à l'intérieur des volumes ainsi définis (qui représentent en fait les zones dans lesquelles les armes en question peuvent être mortelles).

Viser avec les yeux. Dans un stade ultérieur, en effet, ce casque doit permettre au pilote de désigner, par le simple mouvement des yeux, une cible aérienne ou terrestre à l'autodirecteur d'un missile, ce dernier se calant alors automatiquement sur l'objectif qui lui a été assigné.

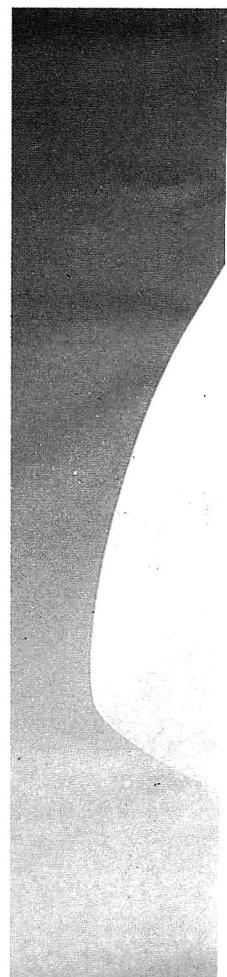
Les principales fonctions des casques panoramiques étant ainsi définies, voyons quelles solutions techniques Sextant Avionique a retenues pour son modèle. Démarrées en France au début des années 1970, les études sur les visuels de casque devraient normalement aboutir à un premier modèle en 1995, date de la mise en service de l'hélicoptère de combat anglo-franco-allemand "Tigre", une seconde version, plus évoluée, étant prévue pour 2005. C'est dire l'ampleur et la complexité du programme, puisque, de son lancement à sa pleine maturité, il se sera écoulé plus de trente années, soit un délai comparable à celui qui est envisagé pour la réalisation de l'avion hypersonique (lequel pourrait être achevé vers 2020-2025).

D'une manière générale, tous les visuels de casque actuellement à l'étude dans le monde se ressemblent, les seules différences provenant de la manière dont chaque constructeur prend en compte les mouvements de la tête du pilote (nous y reviendrons).

Structurellement parlant, un visuel de casque se compose de deux ensembles :

Le casque proprement dit, doté d'une visière spéciale de protection. La fonction de cette visière (sur les modèles de première génération) est de protéger les yeux du pilote contre les flashes des lasers d'aveuglement. En effet, des équipages américains se sont plaints d'avoir été éblouis par ces lasers de faible puissance mais de grand éclat, alors qu'ils inspectaient des bâtiments soviétiques évoluant dans le Pacifique. La masse de ce

L'avion ennemi foudroyé du regard



casque est d'environ 1,6 kg.

La partie dite optique. Si l'on se rapporte à l'objectif que se sont fixé les ingénieurs de Sextant Avionique, son poids ne devrait pas excéder 0,6 kg, soit, pour le visuel complet, environ 2,2 kg.

Les images présentées dans le champ naturel de vision proviennent, nous l'avons succinctement indiqué, de deux sources :

- La première est constituée par deux types de capteurs, des capteurs thermographiques (infrarouges) et des capteurs à intensification de lumière (TV-BNL, caméras TV à bas niveau de lumière). Les premiers sont habituellement implantés à l'extérieur du cockpit (dans le nez de l'hélicoptère ou au-dessus du moyeu rotor), car leur masse est trop importante pour qu'ils puissent être fixés sur le casque lui-même. Quant aux senseurs à intensification de lumière, ils peuvent ou bien être installés à l'extérieur, comme les précédents, ou bien être directement intégrés au casque (de chaque côté du visage au niveau des oreilles).

- La seconde source — dont les images viennent se mélanger à la vue du paysage fournie par les capteurs précités — est le générateur de symboles,

dont le rôle est de "fabriquer" les figurations synthétiques évoquées plus haut.

On remarquera au passage qu'il n'a pas été prévu de visualiser une image radar du paysage. En revanche, il est très sérieusement envisagé d'offrir au pilote la possibilité de fusionner les images provenant des caméras à intensification de lumière et des caméras infrarouges, cela afin d'optimiser les conditions de visibilité, en compensant la dégradation progressive de l'image obtenue par le premier type de senseurs par la même image mais fournie par le second type de capteurs. Une telle possibilité permettrait par exemple au pilote, lors d'opérations crépusculaires, d'observer dans un premier temps le paysage environnant grâce à ses caméras TV-BNL, puis, à mesure que l'obscurité s'accroît, de substituer progressivement aux images qui s'estompent les mêmes vues restituées par les capteurs infrarouges.

Pourquoi alterner ces deux modes de vision et ne pas enclencher, dès la nuit tombée, la visualisation infrarouge ? Parce que les images fournies par les caméras à intensification de lumière sont plus familières à l'œil que les images infrarouges qui, elles, sont moins naturelles et nécessitent une certaine interprétation. Il est donc préférable de profiter au maximum de la lumière résiduelle, quitte à l'amplifier (comme le font déjà les caméras de télévision pour les reportages en milieu peu éclairé), et de passer ensuite graduellement à la vision thermographique, afin de laisser à l'œil le temps de s'y habituer. Seule la fusion des sources rend possibles ces transitions adaptatives et ces passages d'un mode à l'autre.



DES "LUNETTES" OPTRONIQUES

Sur les casques optroniques de 1^{re} génération, l'image n'est pas projetée sur toute la visière, mais seulement sur l'extrémité de deux languettes transparentes (1). Celles-ci sont en fait des lames très particulières qui font office de guides d'ondes issues du minitube cathodique logé dans le casque (2) et provenant des caméras à bas niveau de lumière ou d'un générateur de symboles (voir p. 73, le dessin du casque de deuxième génération).

Des lentilles pour les militaires ?

Dans la poussière soulevée par son hélicoptère, le pilote distingue enfin la patrouille qu'il cherche. Halentant dans la chaleur de l'habitacle, il va se poser, réduit l'inclinaison des pales, joue de la commande du rotor de queue. Les yeux lui piquent : depuis ce matin, ses conjonctives injectées pleurent d'abondance. La poussière... Soudain, une douleur fulgurante s'allume dans son œil gauche, il lâche les commandes pour porter les mains à sa visière, l'hélico boule et s'écrase lourdement sur les hommes qu'il devait sauver. Dans l'explosion du kérosène, des aldéhydes et des composés hydro-carbonés du carburant, les six hommes, le pilote et l'appareil s'enflamme comme des allumettes. Et tout cela à cause... d'une petite lentille de contact souple, posée sur la cornée de l'aviateur, où s'est glissé un corps étranger.

Ce scénario, bien sûr, ne s'est pas réalisé. Mais parce qu'ils s'intéressent aujourd'hui de près aux lentilles de contact, les militaires doivent en peser soigneusement les avantages et les inconvénients, avant d'autoriser leurs pilotes à en porter. D'où ces scénarios extrêmes, improbables.

Les lentilles, petits sacs de plastique gorgés d'eau, ont bien des avantages sur les lunettes. Les lentilles procurent en effet à leur porteur une correction parfaite de l'erreur réfractive et parfois même une meilleure acuité visuelle que les verres. Le champ visuel d'un œil équipé de lentille est également plus grand : elle s'applique directement sur l'œil, elle bouge en même temps que lui, toute la surface visible de la cornée est couverte et la vision est donc corrigée, même dans son champ le plus périphérique.

Aujourd'hui, on peut porter les lentilles plusieurs jours sans les enlever, elles protègent bien mieux de l'éblouissement que les lunettes, elles pourraient même assurer une protection contre certaines émanations toxiques ou la pollution atmosphérique, elles ne se couvrent pas de buée...

Cela dit, les caméras TV-BNL ont aussi des inconvénients. Le plus grave est qu'elles ne détectent pas les menaces cachées (un fantassin muni d'un missile antiaérien et camouflé derrière un buisson, par exemple, ou bien une batterie de canons ou de missiles sol-air dissimulée derrière un bosquet). Aussi lorsque le pilote subodore un danger de ce genre a-t-il intérêt à passer au plus vite en vision infrarouge, laquelle révélera immédiatement toute présence indésirable.

Mais quel que soit le mode de visualisation adop-

De plus en plus, dans les cockpits, le "matériel humain" est doté d'aides surpuissantes de guidage, de vision, de visée de cible et de pilotage. Ainsi, de nouveaux casques optroniques vont équiper les hélicoptères de combat *Tigre* ou *Apache 64*. On est bien loin des vieilles Ray-Ban des pilotes du Pacifique ! Et il n'y aura pas de place dans ces casques pour y glisser encore une banale paire de lunettes. Les masques de protection contre les armes chimiques ou les lasers, mis au point par l'armée de l'air et la marine, sont également conçus pour épouser étroitement la forme du visage. D'où l'intérêt supplémentaire des lentilles de contact.

On pourrait imaginer des visières de casque en verre correcteur. Lattimer et Markovits, deux chercheurs militaires américains, ont bien essayé. Mais l'amélioration visuelle est décevante.

Les militaires auraient-ils donc du temps à perdre ? Il leur suffirait après tout de ne sélectionner que des pilotes sans défaut de vision. Oui et non. Là, il faut s'arrêter pour constater à quel point les philosophies militaires sont différentes de part et d'autre de l'Atlantique.

L'armée des Etats-Unis recrute ses pilotes dans la population générale ; or, 130 millions d'Américains sont porteurs de lunettes, 21 millions de lentilles. Il en résulte que 27,4 % des pilotes de l'armée de l'air, 19 % des pilotes de l'aéronavale et 18 % des pilotes de l'armée de terre ont besoin d'une correction de la vue. Bien sûr, avec cette correction optique, ils ont tous une acuité visuelle de 10/10, une vision nocturne parfaite, un champ visuel excellent. Les militaires américains se contentent de cette sélection douce : en effet, ils ont peur, s'ils la rendent plus sévère, de manquer de pilotes !

La France a, depuis vingt ans, établi des normes d'une sévérité telle que ne peuvent être retenus que des sujets à la vision "anormalement parfaite". Les

sensations visuelles, les formes, les mouvements, les couleurs, les contrastes, l'acuité et le champ visuel de l'impétrant ne doivent pas seulement être plus que parfaits ; le moindre soupçon d'un risque futur de myopie suffit à le recaler.

Mais l'on commence à ressentir les effets négatifs de cette sélection : des jeunes, pour améliorer leurs chances d'être sélectionnés, font opérer leur myopie par un chirurgien qui pratique une kératotomie radiaire. Ils annulent leurs chances d'être pris, car la diffraction de la lumière sur la cicatrice de la cornée provoque un éblouissement incompatible avec le pilotage de chasse. Et les ophtalmologues militaires pensent aujourd'hui qu'une sélection moins sévère, accompagnée de l'autorisation de porter lentilles ou lunettes, permettrait d'améliorer leur recrutement aujourd'hui trop faible.

Mais les avantages de ces lentilles sont-ils vraiment supérieurs aux inconvénients ? Une étude récente du comité de vision du National Research Council américain démontre qu'il faut être prudent. Les infections de la cornée sont fréquentes chez les porteurs de lentilles : le plastique abrase la surface de la cornée et empêche l'oxygène de l'atteindre. Le liquide de conservation des lentilles est très fréquemment contaminé par des microbes, même chez un sujet ayant une parfaite hygiène, provoquant des kératites superficielles ou des infections du centre de la cornée, des paupières ou des glandes lacrymales. Le port de lentilles est aussi responsable des yeux rouges, de productions excessives de mucus (qui altèrent alors la vision) ; elles peuvent aussi faire des trous microscopiques dans l'épaisseur de la cornée, et enfin modifier carrément sa convexité.

Chez les pilotes d'avion, les risques sont multipliés par l'environnement très particulier :

- à haute altitude, un jet d'attaque est peu pressurisé. Le pilote ressent une pression fictive, équivalente à une alti-

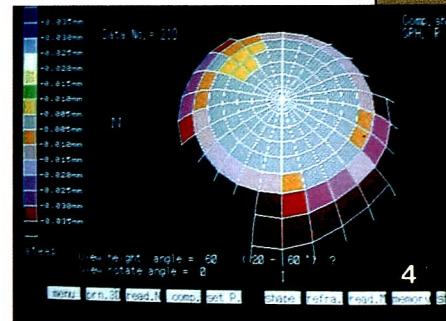
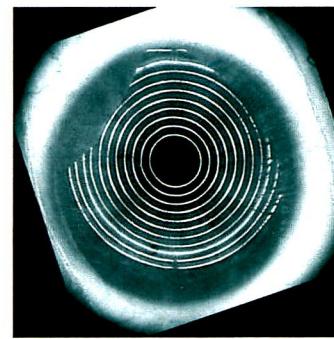
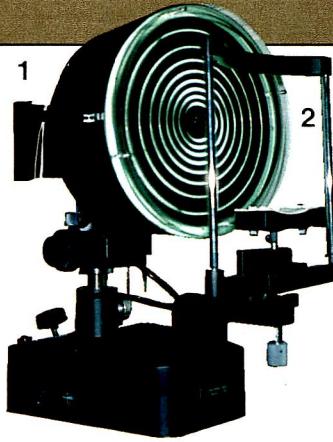
té, il est essentiel, pour que le réalisme des images soit préservé, que celles-ci soient présentées au pilote à l'échelle 1, c'est-à-dire en dimensions et en distances analogues à celles que saisit habituellement l'œil. Cela n'exclut nullement que l'on puisse éventuellement (comme c'est prévu, du reste) commander un champ grossissant, afin de mieux observer un détail ; mais une telle manœuvre doit rester à l'initiative du pilote. Ainsi seront évitées les interprétations erronées qui pourraient naître de modifications intempestives du champ, ou d'une échelle

tude de 12 000 pieds, pour une altitude réelle de 30 000 pieds (alors que sur les avions de ligne, pour le confort des passagers, la pression est voisine de celle du niveau de la mer). Dans les bombardiers, c'est encore pire. Or, la concentration des gaz vitaux diminue avec l'altitude et les basses pressions : la pression de l'air est de 18 % celle du niveau de la mer, à une altitude de 40 000 pieds. La diminution de l'oxygène disponible pour le pilote et sa cornée est considérable : elle est de 60 % à 12 000 pieds. Et la cornée a des besoins énormes en oxygène, elle "brûle" 10 microlitres d'oxygène par cm² et par heure. Si elle est en manque, elle fabrique de l'acide lactique et elle gonfle : l'œdème cornéen est une conséquence réelle du port de lentilles à haute altitude. Mais il est vrai que les lentilles souples, très riches en eau, laissent mieux diffuser l'oxygène que les lentilles rigides.

- La climatisation des jets modernes pompe toute l'eau de l'air et ne laisse que 5 % d'humidité. Aggravant cette situation incommode, les pilotes reçoivent directement sur le visage un jet d'air sec et chaud, qui ne fait que tarir le film liquide nécessaire au glissement physiologique de la lentille sur la cornée. Des protéines de graisses s'y déposent et rendent l'œil "non mouillable". La paupière, la cornée, les bords de l'œil s'irritent et deviennent douloureux. S'il s'agit d'une lentille souple, elle aussi perd son eau qui s'évapore dans l'air sec, et cela altère la vision de l'œil.

- Dans notre scénario catastrophe, nous avions enveloppé le pilote dans la poussière. C'est souvent le cas dans les hélicoptères ayant des ouvertures sur le côté du cockpit, dans des conditions de vol arides et poussiéreuses. Des corps étrangers de toute nature peuvent alors se glisser entre la cornée et la lentille.

- La cabine d'un bombardier, d'un hélico de combat ou d'un chasseur est souvent empuante par les gaz d'échappement. J.-P. Stroud et



En relevant les "courbes de niveau" de l'œil, on peut fabriquer des lentilles parfaitement adaptées donc beaucoup plus sûres. Pour cela, un appareil photo (1), placé derrière une lampe qui émet des lumières circulaires (2), prend un cliché de l'image de ces cercles sur la cornée (3) — les courbes obtenues ne sont pas circulaires car l'œil n'est jamais absolument sphérique — et les transmet à l'ordinateur qui établira la "cartographie en relief" (4).

Georges Pollards, du laboratoire de recherche aéromédicale de Fort Rucker, en Alabama, ont trouvé plus de 200 composés chimiques dans l'ambiance d'hélicoptères. Or, si les lentilles rigides sont imperméables à ces produits, les lentilles souples sont de véritables aspirateurs. Aucune étude de longue durée n'a encore été mise en route pour connaître les effets de l'absorption de produits chimiques par les hydrogels des lentilles souples et, par voie de conséquence, de la cornée qu'elles recouvrent.

- En conditions de combat, les pilotes d'hélicoptère se retrouvent parfois durant des jours ou des semaines dans des campements rudimentaires, soumis à des conditions d'hygiène minimales. Or, le port, l'entretien et la conservation de lentil-

les réclament de pouvoir au moins se laver les mains et de préserver les liquides conservateurs des contaminants bactériens.

- Enfin, les accélérations positives et négatives subies par les pilotes lors des ressources ainsi que les mouvements centrifuges déplacent les lentilles dans l'œil et diminuent l'acuité visuelle ; les décompressions rapides provoquent la formation de bulles d'air sous la lentille.

Tous ces inconvenients peuvent compromettre l'issue de missions d'observation, de chasse, de transport. On comprend que les généraux et les médecins militaires reculent encore devant les lentilles. Ce n'est pas demain qu'il y aura des lentilles pour Tanguy et Laverdure.

Jean-Michel Bader

non naturelle. En outre, pour que la fusion des senseurs soit possible, il est impératif que les différents capteurs fournissent des images à la même échelle (autrement dit, à l'échelle 1), sinon elles ne seraient pas superposables. Chez Sextant Avionique, ces problèmes d'échelle sont en voie de résolution. Seules subsistent quelques imperfections mineures telles que des distorsions géométriques qui entraînent, dans certaines zones du champ visuel, une concordance imparfaite entre les images provenant du FLIR (*Forward Looking Infra Red*), c'est-

à-dire de la caméra infrarouge, et celles issues des capteurs à bas niveau de lumière.

Pour en venir plus précisément au visuel de casque destiné aux équipages de l'hélicoptère de combat "Tigre" (et également, soit dit en passant, à ceux de l'hélicoptère franco-allemand de transport militaire NH 90), on peut révéler que ses performances seront homogènes avec les missions assignées à l'appareil. Ces missions sont globalement contenues dans l'appellation générique du "Tigre", à savoir HAP/HAC, c'est-à-dire hélicoptère appui-

40 ingénieurs pour un casque sur mesure

protection et hélicoptère antichar⁽¹⁾). En bref, la portée visuelle des images présentées sera d'environ 3 km, et le champ angulaire d'exploration, d'abord limité à 40°, sera ultérieurement élargi à 60°.

Comment un tel casque fonctionne-t-il ? Grossièrement, il peut être considéré comme une centrale d'information et de visualisation, sorte de lieu géométrique où tout aboutit et d'où tout part. Les images provenant des capteurs extérieurs sont acheminées dans le champ de vision du pilote en deux temps. Une liaison vidéo les amène tout d'abord jusqu'à un minitube à rayons cathodiques situé à l'intérieur même du casque.

Ensuite, les procédés diffèrent selon qu'il s'agit d'un visuel de première ou de seconde génération.

Dans les visuels de première génération, les images issues du minitube cathodique sont conduites vers l'œil du pilote à travers une languette (une devant chaque œil). Cette lame est un système optique très perfectionné, puisqu'elle se comporte comme un guide d'ondes, à l'intérieur duquel images et symboles (en provenance du générateur de symboles) sont transmis jusqu'à la pupille adjacente. En l'état d'avancement actuel des choses, l'image reçue par le pilote est monochrome (jaune verdâtre), mais il est d'ores et déjà prévu qu'elle bénéficiera de la polychromie.

Dans les visuels de seconde génération, qui verront le jour en 2005, les images ne seront plus transmises par l'intermédiaire de deux lames optiques, mais projetées sur la visière du casque qui tiendra lieu d'écran panoramique. Bien entendu, cette visière sera très différente de celles que nous connaissons actuellement, généralement réalisées en polycarbonates. Celle-ci fera appel à des matériaux optiques hautement élaborés et relativement fragiles. C'est pourquoi elle sera vraisemblablement doublée par une autre visière superposable, destinée à la protéger des chocs et des agressions du champ de bataille (lasers, flashes, etc.).

Tout ce que l'on sait de cette surface de projection, c'est qu'elle s'inspirera des optiques semi-réfléchissantes utilisées pour les viseurs tête haute (ou HUD, sigle de l'anglais *Head Up Display*) installés sur les avions de combat. Quant à la manière dont les images issues du minitube cathodique seront acheminées jusqu'à la visière, rien jusqu'ici n'a été dévoilé. En partie parce que la solution définitive n'a pas encore été arrêtée, mais aussi parce que tout ce qui touche à ce visuel demeure plus ou moins confidentiel. On peut cependant faire des hypothèses — qui ne doivent pas être très éloignées de la réalité. Compte tenu de l'endroit où le

minitube cathodique est implanté dans le casque (à hauteur des oreilles), on peut supposer que les images qui en sortent seront envoyées sur un premier miroir, placé devant lui, et orienté de telle sorte que le faisceau soit dirigé vers un second miroir, disposé, lui, au milieu du front, juste au-dessus du nez. C'est ce miroir central qui réfléchira les images sur la visière. En somme, un dispositif assez simple, couramment utilisé en optique.

Là où les choses se compliquent, c'est lorsqu'il s'agit de présenter sur une surface concave (la visière) une image identique à celle que l'on verrait sur une surface plane (un viseur classique monté face au pilote ou un écran de visualisation). En d'autres termes, la visière, malgré sa courbure, doit être capable de renvoyer des rayons qui soient parallèles entre eux, faute de quoi l'image serait déformée. Cela est-il possible ? Oui, mais à deux conditions : 1^o) que la surface concave réfléchissante (la visière) soit de forme parabolique ; 2^o) que la source lumineuse (ici, le miroir central projetant l'image) occupe le foyer de la parabole. C'est tout simplement le principe des phares d'automobile !

Rappelons qu'il ne s'agit que d'hypothèses ; néanmoins les problèmes à résoudre se posent bien dans les termes où nous les avons présentés. De toute façon, le visuel de seconde génération ne devait être opérationnel que dans quinze ans, les ingénieurs ont encore du temps devant eux pour trouver les solutions les plus adéquates.

Jusqu'ici, il a surtout été question d'optique, mais pour qu'un casque à visualisation soit vraiment performant, il faut aussi qu'il soit accordé aux mouvements du pilote, c'est-à-dire qu'il permette à ce dernier, lorsqu'il tourne la tête, de voir ce qu'il verrait sans casque. Certes, on nous objectera que l'on peut fort bien tourner la tête à droite et regarder vers la gauche ou lever la tête et regarder vers le bas. Mais, d'une manière générale, le regard suit les mouvements du visage et lorsque l'on veut observer à droite, on ne tourne pas la tête à gauche. Aussi, dans un premier temps, les concepteurs de visuels de casque se sont-ils surtout intéressés à la manière dont le système peut prendre en compte les mouvements de la tête, réservant pour plus tard la prise en charge du mouvement des yeux.

Ce problème de concordance entre ligne de visée et image présentée est extraordinairement complexe et nécessite d'innombrables adaptations. Prenons un exemple. Le pilote, avons-nous dit, reçoit dans son champ de vision deux types d'images : des images réelles et des images synthétiques. Pour les images réelles, peu importe que l'on connaisse la position et le cap suivi par l'hélicoptère, puisqu'elles ne dépendent que de la direction dans laquelle regarde le pilote. En revanche, pour les images synthétiques, il est essentiel que non seulement la position et le cap, mais aussi l'attitude (la posture

(1) Sur l'hélicoptère de combat, voir aussi *Science & Vie* n° 844, p. 62 : "Eurocopter, le char volant".

de vol : inclinée, cabrée, en piqué) et l'altitude de l'appareil soient parfaitement déterminés, car c'est à partir de ces quatre paramètres que le générateur de symboles construira l'image et choisira la perspective selon laquelle elle sera présentée.

Toujours à propos de concordance entre ligne de visée et image présentée, on a beaucoup parlé de la possibilité, grâce aux visuels de casque, de pointer directement les canons de combat ou les missiles sur la cible indiquée par l'œil du pilote. Cela est exact, à condition toutefois d'établir une distinction. Avec les casques de première génération, le pilote disposera dans son champ de vision d'un petit réticule (un carré, un cercle ou un triangle) occupant une position fixe. Pour désigner sa cible, il devra amener ce réticule sur elle. Ce faisant, il donnera au casque un certain mouvement. Comme le débattement de la ligne de visée des canons ou des autodirecteurs des missiles sera asservi au

débattement du casque, le mouvement en question sera à même de régler le tir. Ce n'est qu'avec les casques de seconde génération que le regard du pilote désignera directement la cible.

En attendant, voyons comment on parvient à détecter en temps réel la direction et l'amplitude des mouvements du casque — et, partant, de la tête du pilote. Trois techniques sont en concurrence : la détection électromagnétique, la détection électro-optique et la détection par ultrasons.

• **La détection électromagnétique** est le procédé qui, actuellement du moins, a la faveur de la majorité des fabricants de visuels de casque. Son fonctionnement repose sur deux principaux éléments : un émetteur électromagnétique composé de trois bobines orthogonales et occupant dans le cockpit une position fixe par rapport aux axes de l'hélicoptère, et un récepteur magnétique intégré au casque et comprenant lui aussi trois bobines orthogonales. Pourquoi ces trois bobines ? Parce que tout mouvement dans l'espace se repère dans un référentiel à trois dimensions. Ainsi, chaque bobine correspond à l'une de ces dimensions. Lorsque les trois bobines de l'émetteur envoient un signal, la valeur du champ magnétique induit dans chacune des bobines réceptrices dépend de la position de la tête du pilote. Constante lorsque la tête est immobile, elle

(suite du texte page 166)

Les "antennes" du casque.

Sur l'hélicoptère de combat franco-allemand "Tigre", le futur casque optique (ici, les pilotes portent des casques conventionnels) sera alimenté, entre autres, par deux systèmes FLIR (*Forward Looking Infrared*) : l'un dans l'axe du rotor, pour la navigation de nuit (1) ; et l'autre pour le tir (2).





LE TÉLESCOPE SPATIAL ÉTAIT PRESBYTE DE NAISSANCE

Il suffit d'observer l'horizon lointain à la jumelle pour voir tout de suite que l'air est loin d'être transparent ; c'est bien pis en astronomie quand on observe le cosmos. D'où l'idée de placer le télescope Hubble en orbite bien au-dessus de l'atmosphère. Encore aurait-il fallu qu'il ne soit pas affligé dès le départ d'un grave défaut de vision.

Pour les astronomes, le projet était ambitieux et passionnant : débarrassé de cette atmosphère poussiéreuse et trouble, le télescope spatial allait permettre de voir des détails dix fois plus fins et donc d'aller observer les astres jusqu'au fond de l'Univers ou de détecter d'éventuelles planètes autour des étoiles proches. C'était en 1977, et tous les chercheurs se mirent à rêver de cet engin, qui, en précision pure, allait être capable de séparer le dixième de seconde d'arc — l'angle sous lequel on voit, à 40 km de là, deux petites ampoules écartées de 2 cm, au lieu de percevoir un seul point lumineux.

Il leur fallut déchanter à mesure que passaient les années. Le

Ils ne savaient pas ! Les astronautes de la navette Discovery assistent de leur hublot au largage du télescope spatial Hubble par le bras qu'ils télécommandent. Ils ne savent pas encore que leurs efforts sont vains.



lancement du télescope spatial était prévu pour octobre 1983 ; dès 1980, la baisse des crédits alloués à la NASA, maître d'œuvre du projet, fit repousser le départ à 1985 ; en octobre 1983, tout fut encore remis en question et la mise en orbite fut programmée pour juin, puis août, puis octobre 1986.

Entre-temps, il y eut l'accident de la navette spatiale sur laquelle on comptait pour mettre l'engin dans l'espace. Tout était à recommencer, et la date de lancement reprit sa course errante : décembre 1988, puis décembre 1989, mars 1990 et enfin, 24 avril 1990. Sept ans de retard, c'était beaucoup et l'enthousiasme des débuts avait bien tombé.

Il baissa encore d'un cran quand on apprit que l'instrument avait des problèmes de stabilité, puis qu'il souffrait de vibrations parasites. Ces ennuis furent corrigés depuis le sol — ce qui constitue un exploit technique fabuleux — et on attendit enfin les premières photos bien nettes. Elle ne vinrent

pas, et on sait maintenant qu'il n'y en aura jamais : le supertélescope est affligé d'un défaut de vision irrémédiable.

Dans la communauté scientifique, qui attendait tant de cet instrument libéré des eaux troubles de l'atmosphère, ce fut la consternation : comment avait-on pu lancer un télescope incapable de faire une mise au point correcte ?

C'est comme si on avait bâti à grands frais (2 milliards de dollars !) un super appareil photo pour s'apercevoir après coup que son objectif n'est qu'un vilain cul de bouteille incapable de donner une image nette.

Il fallut beaucoup d'ingéniosité aux spécialistes de la NASA pour trouver d'où venait le défaut : c'est bien l'objectif qui est en cause, et plus précisément le grand miroir de cet objectif, qui en comporte deux. Un télescope, en effet, tout comme une lunette ou un appareil photo, est constitué d'un objectif qui va donner une image réelle des objets étudiés (ici des astres) et d'un système qui va analyser cette image : oculaire, film, ou détecteur électronique.

Dans les lunettes, l'objectif est fait de lentilles en verre, alors que le télescope utilise des miroirs courbes. La courbe la plus simple à tailler étant la sphère, on a dès le début de l'astronomie fait des lentilles ou des miroirs à profil sphérique. Mais il ne fallut pas longtemps pour constater que ce profil ne permettait pas d'avoir une image nette car celle-ci est entachée de ce qu'on appelle aberration sphérique — et, paradoxalement, c'est justement le défaut dont souffre le télescope spatial.

Cette aberration sphérique empêche d'avoir une seule image bien fine à une distance donnée de la lentille ou du miroir ; en réalité, et on le vérifie facilement en prenant une loupe et en formant l'image d'une lampe ou d'une fenêtre sur un papier

blanc, on obtient une image à peu près nette sur une petite plage de distances — et non pour une seule et unique distance fixe.

La même chose est vraie pour un miroir sphérique, et quand on l'étudie très finement avec les moyens de l'optique, on constate que l'image d'un point lumineux comme une étoile n'est pas un point mais une petite tache ronde qui, de plus, s'éteint en profondeur. Pour que l'image soit ponctuelle, il faudrait que tous les rayons issus de l'étoile et atteignant un point quelconque du miroir soient réfléchis vers un même point.

Or, étant donné la loi de la réflexion (l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence), cela est impossible à obtenir avec une surface sphérique : les rayons arrivant sur le pourtour du miroir convergent plus près que ceux arrivant vers le milieu — bien qu'elles opèrent par réfraction et non par réflexion, les lentilles sont affligées du même défaut.

Il s'agit là d'un phénomène lié au profil géométrique de la surface, d'où son nom d'aberration sphérique (bien qu'il puisse affecter également d'autres profils courbes non sphériques). C'est donc par la géométrie qu'on peut tenter de résoudre le problème, et de fait il existe des profils qui donnent une image ponctuelle d'un point situé sur l'axe du miroir : parabolique si le point est à l'infini, elliptique ou hyperbolique si le point est à distance finie.

Relevons tout de suite cette condition très restrictive qui veut que le point observé soit dans l'axe du miroir ; si le point est hors de l'axe, l'image donnée par un miroir parabolique ou elliptique est pire encore que celle du miroir sphérique. En astronomie, toutefois, cette restriction n'est pas très gênante car le champ observé est si étroit qu'il peut être assimilé à un très mince faisceau de rayons parallèles arrivant dans l'axe du miroir.

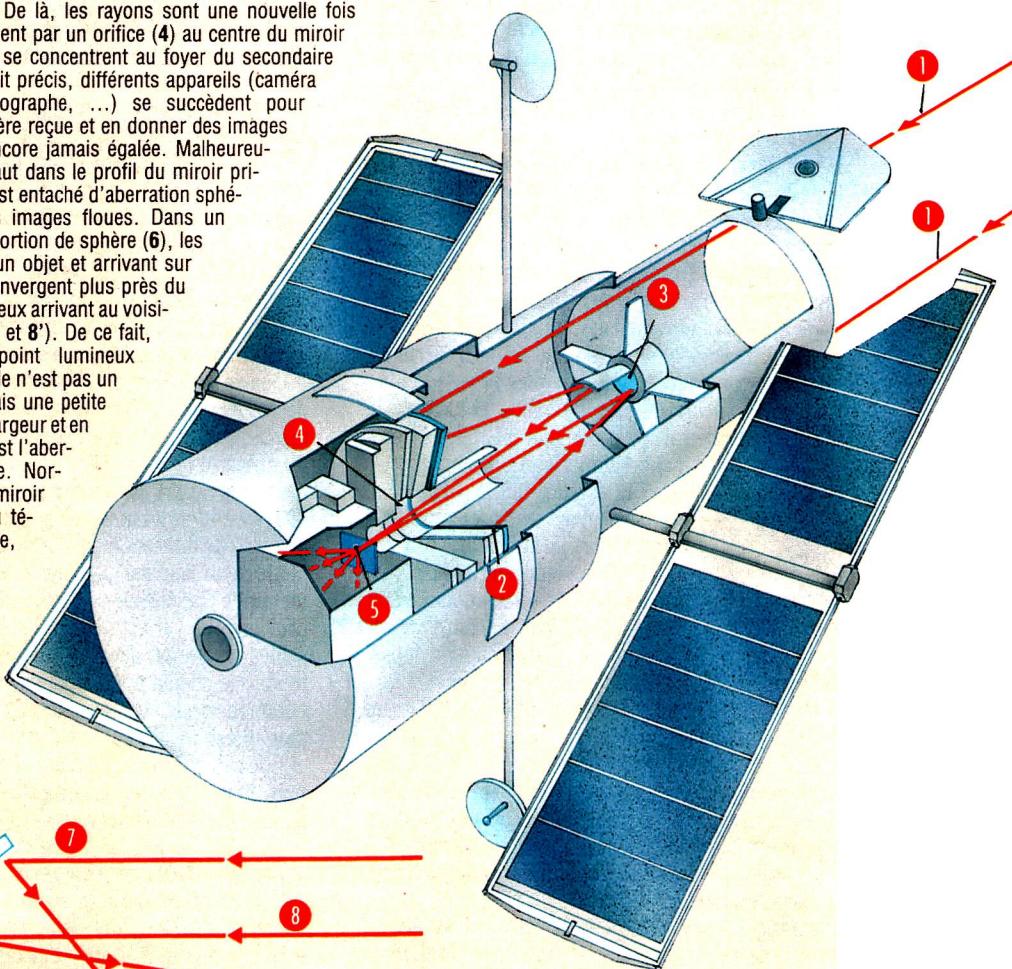
Les astres étant de plus à l'infini, c'est le miroir à profil de parabole ($y = x^2$) qui sera le miroir primaire ; mais cette image étant du même côté du miroir que l'objet, on ne peut l'observer sans intercepter les rayons arrivant de l'étoile, d'où l'idée de l'astronome français Cassegrain de mettre un miroir secondaire orienté dans l'autre sens et qui va renvoyer les rayons réfléchis à travers un trou percé dans le miroir primaire (*voir dessin p. ci-contre*). Ce miroir secondaire est en général à profil d'hyperbole ($y = 1/x$).

Si l'on veut un champ d'observation un peu plus large, on utilise une variante du système Cassegrain dite Ritchey-Chrétien, où les deux miroirs sont hyperboliques. C'est cette formule qui fut choisie pour le télescope spatial. Si les deux miroirs sont taillés au profil géométrique voulu, les images sont d'une grande netteté, mais le moindre écart par rapport à ce profil va ramener l'aberration sphérique. Or, comme viennent de le constater les chercheurs de la NASA, le miroir primaire du téles-

Le télescope spatial n'a pas le bon profil

HUBBLE FRAPPÉ D'ABERRATION SPHÉRIQUE

La lumière (1) provenant des objets célestes arrive sur le miroir primaire du télescope (2), qui les renvoie sur un miroir secondaire (3). De là, les rayons sont une nouvelle fois réfléchis et passent par un orifice (4) au centre du miroir primaire, où ils se concentrent au foyer du secondaire (5). A cet endroit précis, différents appareils (caméra optique, spectrographe, ...) se succèdent pour analyser la lumière reçue et en donner des images d'une netteté encore jamais égaleée. Malheureusement, un défaut dans le profil du miroir primaire fait qu'il est entaché d'aberration sphérique, d'où des images floues. Dans un miroir taillé en portion de sphère (6), les rayons issus d'un objet et arrivant sur les bords (7) convergent plus près du miroir (7') que ceux arrivant au voisinage de l'axe (8 et 8'). De ce fait, l'image d'un point lumineux comme une étoile n'est pas un point unique mais une petite tache étalée en largeur et en profondeur : c'est l'aberration sphérique. Normalement le miroir hyperbolique du télescope Hubble, s'il avait été bien taillé, n'aurait pas présenté cette aberration.



cope spatial n'a pas le profil exact et les images ne seront jamais bonnes ; c'était pourtant un chef-d'œuvre d'optique instrumentale. Au départ, les contraintes étaient bien plus dures que pour un télescope destiné à un observatoire terrestre. D'une part l'instrument devait tenir dans la soute de la navette, ce qui limitait sa taille, et d'autre part sa masse ne devait pas excéder 11 tonnes.

L'ensemble — car il y a non seulement le télesco-

pe lui-même, mais aussi les systèmes vidéo d'enregistrement de l'image, les spectrographes, les émetteurs radio, les panneaux solaires, les dispositifs de contrôle et de stabilisation — faisait donc 13,30 m de long et 4,30 de diamètre (12 m avec les panneaux solaires déployés). Bien entendu, le miroir primaire, fait par Perkin-Elmer, était la pièce essentielle de l'instrument et il aurait dû frôler la perfection.

Le diamètre retenu fut de 2,40 m, ce qui en fait

déjà un très grand instrument — le meilleur télescope en France, celui de l'observatoire de Haute-Provence, fait 1,93 m. Mais, malgré cette imposante dimension, il devait rester léger, en fait ne pas dépasser la tonne. C'était là un pari difficile car si on l'avait taillé dans un disque de verre plein, formule habituelle pour tous les télescopes terrestres, sa masse aurait dépassé les 3 tonnes.

Les ingénieurs choisirent alors une formule qui sortait complètement de la tradition : le miroir n'était plus homogène, mais fait d'un quadrillage de lamelles de verre pris entre deux disques minces de silice. Ce sandwich permit de descendre la masse à 950 kg seulement, tout en satisfaisant aux autres conditions imposées : être stable du point de vue thermique, et insensible aux dilatations et contractions qui surviennent chaque fois que l'instrument passe du froid spatial dans l'ombre de la Terre au rayonnement brûlant du Soleil dans le vide.

L'un des deux disques de silice encadrant le noyau quadrillé fut taillé par une machine à commande numérique pour lui donner le profil concave en hyperbole ; le polissage final se fit, comme toujours, à la main. Mais, cette fois, les spécialistes voulurent dépasser ce qui se faisait de mieux comme était de surface et leur but fut d'arriver

à ce que les irrégularités ne dépassent pas le 1/64^e de la raie orangée du néon.

Cette raie ayant une longueur d'onde de l'ordre de 0,64 millième de millimètre, la tolérance voulue était donc voisine du centième de micromètre. On imagine mal ce que représente ce degré de rectitude et, pour en avoir une juste idée, disons que si ce miroir était agrandi aux dimensions de l'Europe (de l'Atlantique à l'Oural) : les collines et vallées n'excéderaient pas le centimètre !

Jamais aucune pièce de verre n'avait atteint ce niveau de perfection dans le polissage : la surface immobile d'un grand étang sous un ciel gris d'automne est loin d'être aussi lisse. Restait maintenant à déposer un film réfléchissant sur le verre ; le métal ayant le meilleur pouvoir réflecteur dans le visible est l'argent, suivi de près par l'aluminium.

Mais ce dernier est plus efficace sur les courtes longueurs d'onde du violet, sans être transcendant pour autant. Dans l'infrarouge, les deux métaux sont quasiment équivalents. Or, les astronomes voulaient des images parfaites aussi bien en visible qu'en ultraviolet ou en infrarouge. L'aluminium fut donc retenu et, pour améliorer ses performances dans l'ultraviolet, il fut à son tour recouvert d'un film de fluorure de magnésium. Grâce à cela, le pouvoir réflecteur dans l'ultraviolet est de 75 % ; mais, chaque chose ayant son revers, la réflexion dans le visible tombe de 98 % à 85 %.

Le miroir secondaire de 30 cm, convexe, fut fabri-

qué avec le même soin et, on s'en doute, le travail ne se fit pas en un jour : il fallut sept ans pour que le télescope soit complètement fini. Son schéma optique, analogue à celui des "télés" chers aux photographes, lui permet d'avoir une focale de 57,60 m pour une longueur réelle de seulement 6,40 m. Et voilà la merveille qui ne donnera jamais une seule bonne image.

S'être donné tant de mal pour rien avait de quoi susciter des questions délicates et, cela va sans dire, des querelles féroces (nous sommes aux Etats-Unis, où la valeur de l'engin se mesure non seulement en secondes d'arc, mais aussi en dollars...) où chacun se renvoie la faute. Pour rester au strict niveau scientifique, les dernières évaluations faites à partir des clichés — un peu flous — ont montré que l'aberration sphérique relevée correspondait à un profil incorrect de 4 micromètres vers les bords.

Quatre micromètres, ce n'est rien sur une culasse de moteur, mais c'est une erreur colossale, gigantesque, sur un miroir qui était taillé au centième de femtomètre ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$, soit 1 million de milliardième de m). En chiffres ronds, on dépasse de 400 fois la tolérance acceptable — l'équivalent d'une route dont les inégalités atteindraient la dizaine de m au lieu des quelques cm tolérables : même un blindé chenillé ne pourrait y circuler. Savoir d'où provient l'erreur est devenu l'idée fixe des responsables du projet, d'autant plus qu'il faut remonter toute une chaîne pour espérer y parvenir : le miroir commence par être dessiné puis calculé sur le papier ; il est ensuite taillé en fonction de ces calculs et poli selon les données ; après quoi il est contrôlé, puis on doit vérifier sa compatibilité avec le miroir secondaire. Précisons tout de suite que ce dernier test n'a jamais été fait, faute de crédits.

Le profil théorique a été revérifié, et les spécialistes s'accordent pour le moment à le considérer comme juste. La taille et le polissage par la machine à commande numérique sont difficiles à contrôler après coup, et pourtant il semble que l'erreur se soit glissée là. Plus exactement, c'est le dispositif de contrôle du profil par laser qui est mis en cause — un outil que les Américains appellent "null corrector".

Ce dispositif est une version automatisée et numérisée du test interférentiel bien connu des astronomes amateurs, le test de Ronchi. Il comporte une source laser et un ensemble optique complexe avec deux miroirs et des lentilles : la moindre erreur de calcul, de centrage, d'alignement, de profil ou de nature du matériau dans un seul élément de cet ensemble suffit à fausser tous les résultats.

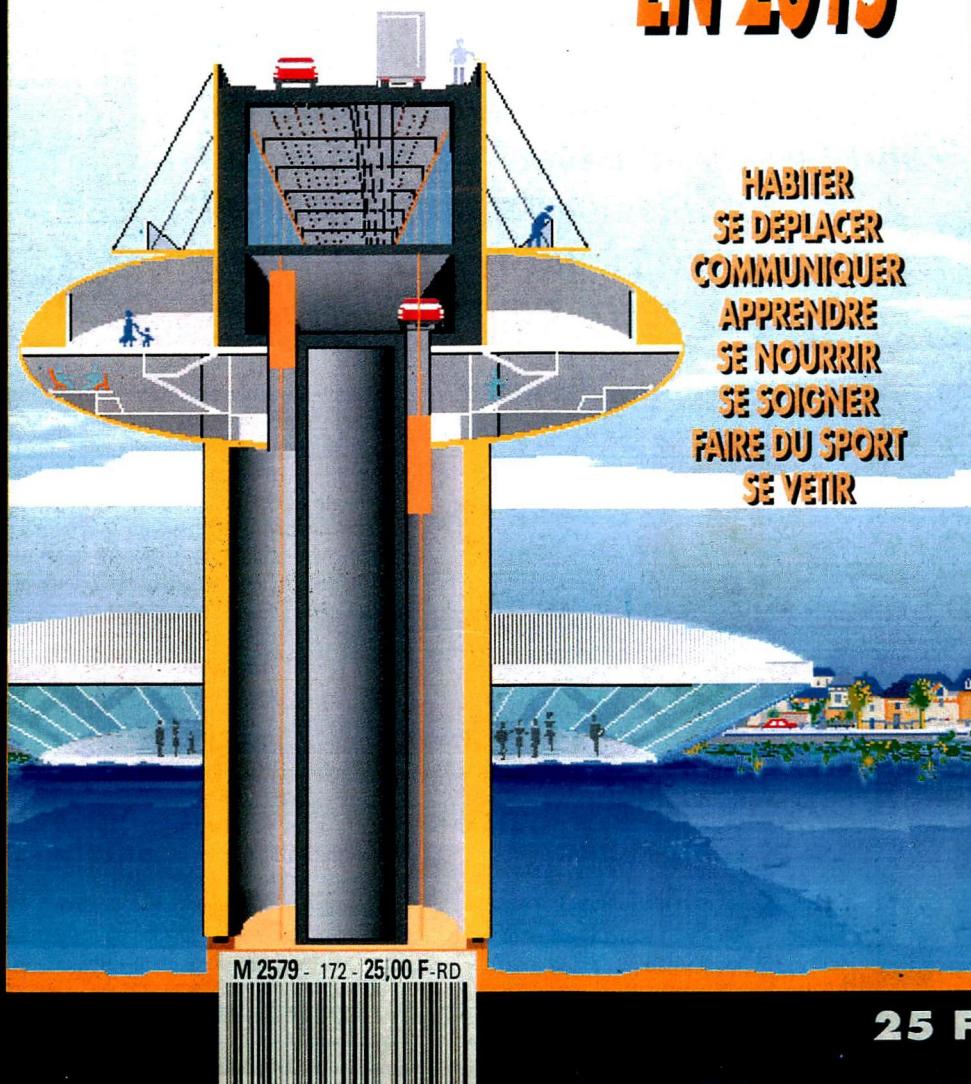
Le raisonnement des ingénieurs est facile à suivre : il peut y avoir instruction erronée de l'ordinateur qui commande la machine à polir, ou un jeu parasite dans cette machine, ou une instabilité du support qui tient le disque de verre, et à chaque fois il y aura un défaut dans le profil taillé. Mais ce

180 FB - 7 FS - 3250 DT - 640 ESC - 700 PIAS - 34 DH - 5700 L - SCAN 4.50 - USA NYC \$ 5.50 - FLL1 - IMAGE CONCUE SUR ARCHITRION - DOMINIQUE ZOARD

N° 172 SEPT 1990
SCIENCE & VIE
HORS-SÉRIE

**LA VIE
QUOTIDIENNE
EN 2015**

HABITER
SE DEPLACER
COMMUNIQUER
APPRENDRE
SE NOURRIR
SE SOIGNER
FAIRE DU SPORT
SE VETIR



M 2579 - 172 - 25,00 F-RD

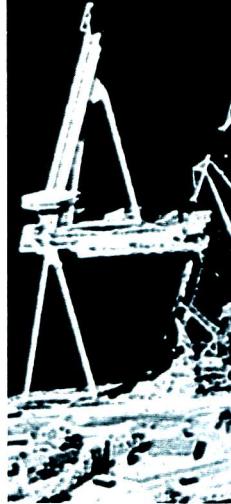


25 F

**EN VENTE PARTOUT
PARUTION LE 8 SEPTEMBRE**

CONFLIT DU GOLFE : LES SATELLITES SAVENT TOUT

Les Romains chargeaient les oies de veiller sur le Capitole : elles savaient déjà donner l'alarme contre les envahisseurs nocturnes. Les grandes puissances, elles, ont des satellites qui verraien même un verre sur votre terrasse !



PAR SERGE BROSSELIN



Le département américain de la Défense l'a officiellement reconnu : ce sont les observations obtenues (12 photos/minut) par leurs cinq satellites de reconnaissance et d'inspection KH-11 et KH-12 qui ont donné l'alerte sur les premiers mouvements des troupes irakiennes. Ces satellites espions, lourds et manœuvrables en orbite basse, ont été en mesure de déterminer le type exact des radars déployés pour la protection des forces de l'Irak dans les heures qui ont précédé l'invasion du Koweït. Un

autre satellite américain, radar celui-là, fournit des indications précieuses avec une résolution (c'est-à-dire la longueur en-deçà de laquelle deux points ne peuvent plus être distingués l'un de l'autre) très fine (moins de 10 cm, pense-t-on).

Ces satellites à défilement complètent un autre réseau, fixe celui-là, de satellites géostationnaires (un au-dessus de l'océan Indien, deux autres au-dessus de l'océan Pacifique et un au-dessus de l'Atlantique) constituant le système "Defense Support System". Le satellite qui observe le Moyen-Orient se trouve au-dessus de l'océan Indien. Ses informations sont relayées vers les Etats-Unis par les stations australiennes de Nurrungar, à 500 km d'Adélaïde, et de Pine Gap, aux environs d'Alice Springs en plein centre du continent australien. Le général John L. Piotrowski, chef de l'US Space Command, assure que ces satellites peuvent détecter, grâce à des capteurs infrarouges et neutroniques, tous les lancements de missiles tactiques ou balistiques surveillant dans les pays du tiers-monde, ainsi que les explosions nucléaires clandestines.

Les Soviétiques ne sont pas en reste, et les réseaux américains du NORAD ont observé des réajustements d'orbite de leurs derniers satellites Cosmos de reconnaissance, afin de les faire passer plusieurs fois par jour au-dessus de la zone de conflit.

Pour l'instant, seuls les Etats-Unis et l'URSS disposent de systèmes opérationnels de satellites de

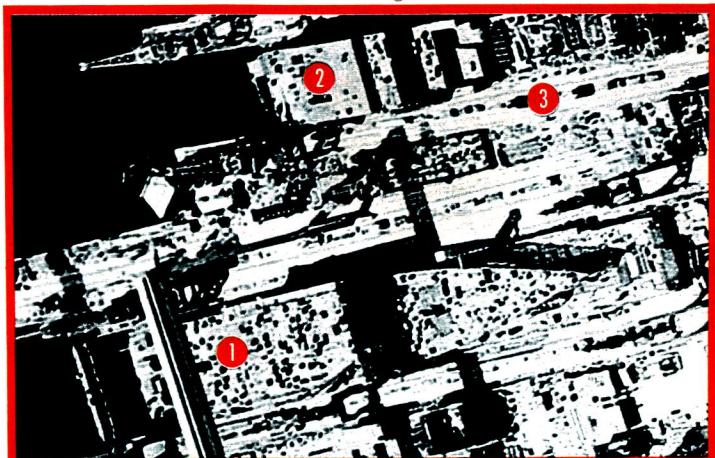


Dès le 29 juillet dernier, bien avant l'invasion du Koweït par l'Irak, on sait que les satellites américains avaient remarqué à la frontière entre les deux pays une activité irakienne inhabituelle. Rien n'échappe, en effet, aux satellites espions, qui observent en lumière visible aussi bien qu'en infrarouge ou en radar. Les seules images satellite militaires à avoir jamais été publiées — une indécence d'un analyste dépressif — sont celles du chantier naval soviétique de Nikolaïevsk, prises par un KH-11 américain et retravaillées par ordinateur. On y distingue : l'assemblage d'un porte-avions nucléaire (1) ; l'arrière du navire, assemblé séparément (2) ; les voies de chemin de fer (3) ; un engin de débarquement de type Rogov (4).

reconnaissance. Certes, Israël a bien lancé par ses propres moyens, le 4 avril dernier, son satellite météorologique Ofek-2. En fait, ce satellite, doté d'une caméra électro-optique de pointe pour surveiller en temps réel les mouvements de troupes et les bases de lancement de missiles dans les pays arabes, est considéré par la plupart des observateurs comme le prototype des satellites dont ce pays entend se doter à partir de 1992. Bien que les Israéliens soient très discrets, on pense que ce satellite, dont la durée de vie annoncée au moment du

lancement était de deux ans, continuera de leur fournir des informations en permanence sur la situation du Golfe.

Bien qu'ils aient lancé le 8 décembre dernier une fusée à trois étages capable de mettre des satellites en orbite grâce à sa poussée totale de 70 t, les Irakiens ne disposent pas encore de satellites de reconnaissance opérationnels. Toutefois, ils seraient déjà disponibles. De conception entièrement irakienne et normalement destinés à la météorologie, à l'agriculture, à la géologie et aux communica-



tions, ils seraient prêts à être lancés, affirmait déjà en février le sous-secrétaire du ministère irakien de l'Industrie et de l'Industrialisation militaire.

La mission du satellite militaire d'observation est précieuse, et l'on comprend pourquoi une nation, dès qu'elle accède à l'espace, cherche immédiatement à s'en doter.

Que demande-t-on au satellite de reconnaissance ? D'assurer trois missions : la détection, l'identification et la description. Ces termes ne doivent pas être confondus, car ils impliquent des degrés de précision, autrement dit des pouvoirs de résolution, différents. Par détection, on entend le repérage brut d'un objectif, un submersible par exemple. Un pouvoir de résolution compris entre 20 et 30 m y suffit, ce qui revient à dire que tous les satellites d'observation civils travaillant en optique de jour à une altitude orbitale comprise entre 400 et 1000 km sont en mesure de s'acquitter d'une telle mission.

Veut-on savoir si ce submersible est un sous-marin stratégique lance-missiles ou un très gros sous-marin d'attaque ? Alors intervient l'identification, qui consiste, elle, à définir la nature précise d'un objectif déjà repéré dans le cadre de la mission précédente. Pour cela, il faut multiplier par 5 le pouvoir de résolution du satellite, c'est-à-dire lui demander de distinguer un objet de 6 mètres. Ce n'est pas encore ce que l'on est convenu d'appeler la "qualité militaire", mais c'est déjà une précision que ne peuvent atteindre les satellites civils. A une exception près, cependant : la nouvelle agence russe Soyouzkarta, qui propose pour le marché civil des images correspondant à un pouvoir de résolution de... 5 m.

Mais un état-major militaire ne manquera pas de vouloir en savoir plus encore sur ce submersible. S'agit-il d'un sous-marin nucléaire d'attaque ou d'un sous-marin à propulsion classique ? En ce cas, il faudra multiplier encore par 4 le pouvoir de résolution du satellite, auquel on demandera de distinguer des détails de l'ordre de 1,5 mètre. Ce sous-marin

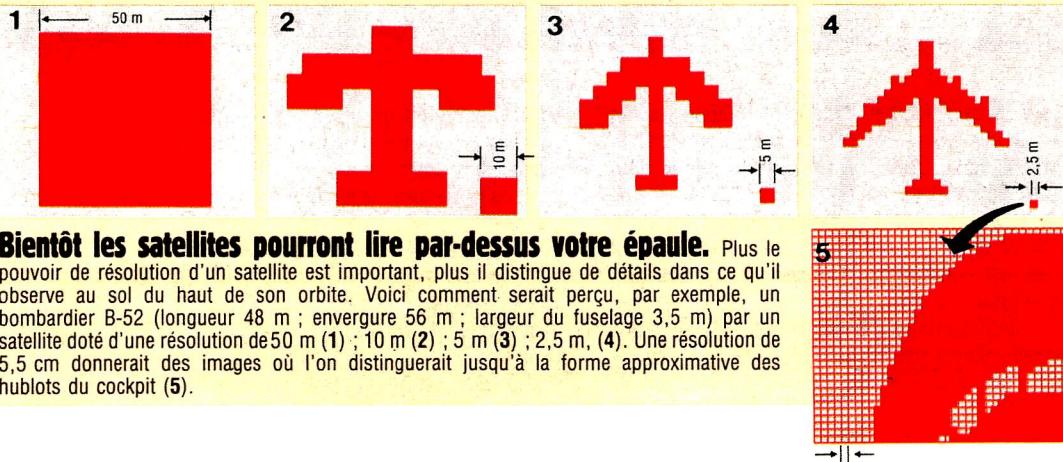
est-il en train d'embarquer des torpilles ou des caisses de vivres ? Pour le distinguer, le pouvoir de résolution du système d'observation en orbite devra encore être doublé...

A ce stade, on est depuis longtemps sorti du domaine d'intervention des satellites civils pour entrer dans ce que les spécialistes appellent "l'inspection rapprochée", à savoir l'analyse de détails d'une quinzaine de centimètres. Seuls en sont capables à l'heure actuelle, du moins peut-on le présumer (†), les satellites de renseignement dont disposent Russes et Américains.

À côté de l'observation optique, celle en infrarouge présente un très grand intérêt, même si elle ne peut concurrencer l'optique en matière de pouvoir séparateur (rappelons, par exemple, que le satellite Spot a permis de confirmer la fusion du réacteur n° 4 de Tchernobyl lorsque les Soviétiques étaient encore silencieux). Et de fait, l'utilisation de l'infrarouge n'est pas uniquement destinée à suppléer l'optique de jour.

Pour commencer, l'imagerie thermographique dispose d'une certaine mémoire. On peut, par exemple, photographier des appareils qui ont décollé quelques heures plus tôt, et cela grâce à l'énergie qui continue de rayonner à l'endroit où étaient stationnés les avions. Cette dernière permet parfois d'obtenir une image qui, sans aller jusqu'à rendre possible une description précise du mobile qui a occupé l'emplacement, offre néanmoins la possibilité sur un terrain d'aviation, par exemple, de déterminer s'il s'agit d'un avion de chasse ou d'un ravitailleur en vol (*voir photo p. ci-contre*).

En second lieu, l'imagerie thermique n'a pas pour seule aptitude de "voir le passé" en surface, elle est également en mesure de "décéler le présent" en profondeur. C'est ainsi qu'un satellite disposant d'une caméra infrarouge peut, non seulement détecter la présence de réservoirs de carburant souterrains, mais également déterminer... le niveau de remplissage des cuves. D'où la possibilité, dans le



Bientôt les satellites pourront lire par-dessus votre épaulement. Plus le pouvoir de résolution d'un satellite est important, plus il distingue de détails dans ce qu'il observe au sol du haut de son orbite. Voici comment serait perçu, par exemple, un bombardier B-52 (longueur 48 m ; envergure 56 m ; largeur du fuselage 3,5 m) par un satellite doté d'une résolution de 50 m (1) ; 10 m (2) ; 5 m (3) ; 2,5 m, (4). Une résolution de 5,5 cm donnerait des images où l'on distinguera jusqu'à la forme approximative des hublots du cockpit (5).

Voir dans le passé et dans le sous-sol.

Les satellites de reconnaissance captant les infrarouges enregistrent les différences de température. Sur un terrain d'aviation (1), par exemple, ils distinguent parfaitement les avions dont les réacteurs sont en marche (les traînées blanches sont dues à la chaleur des gaz d'échappement). Comme ils permettent de voir l'emplacement d'où un avion a décollé : le sol y apparaît plus sombre car plus froid (avant de partir, l'avion faisait écran aux rayons du soleil). Lorsqu'ils sont dotés de capteurs radar, ils voient sous terre. Le radar SIR-A embarqué par la navette spatiale a pu ainsi mettre en évidence, en 1977, les structures géologiques (2 — bande noire) enfouies sous la surface du Sahara (photo en jaune prise par le satellite Landsat).



cadre d'un accord de désarmement, de vérifier que des dispositions limitant le rayon d'action des appareils sont effectivement appliquées, les réservoirs des avions et des hélicoptères ne devant pas être remplis au-delà d'une limite convenue.

Il reste que si les optiques infrarouges permettent de voir la nuit, elles ne peuvent pas plus que les caméras en lumière visible percer les couches nuageuses importantes (la vapeur d'eau et *a fortiori* les précipitations absorbent en effet le rayonnement IR émis par la terre). Or, un continent comme l'Europe, qui était jusqu'à ces derniers temps le plus formidable théâtre d'opérations potentiel de la planète et, à ce titre, le plus surveillé, est pendant les deux tiers du temps sous les nuages, autrement dit non observable, de jour comme de nuit, par les optiques travaillant dans le visible et l'infrarouge.

D'où le recours à une troisième grande technique d'observation capable, quant à elle, de s'accommoder des pires conditions de visibilité : le radar. En ce domaine, seuls les Etats-Unis et l'URSS occupent le terrain. Le ministère français de la Défense avait certes envisagé, à titre lointain, le lancement d'un satellite d'observation équipé d'un capteur radar. Mais, en février dernier, le ministre a annoncé que ce projet était reporté au-delà de l'an 2000, notamment à cause des coûts de réalisation et des difficultés de mise au point.

Quoique d'un pouvoir de résolution au sol très médiocre — en tout cas sans commune mesure avec ce que peut offrir une optique de jour — les satellites radar présentent l'avantage majeur de fournir des renseignements par tous les temps. Mais cet avantage ne suffit pas à justifier les énormes efforts consentis par certains pays pour maîtriser cette technique. Il est probable que la véritable raison, qui pourrait bouleverser les données actuelles de l'observation spatiale à des fins militaires, réside dans la capacité que possèdent certaines microondes (celles ayant notamment une fréquence de 3 GHz) de pénétrer plus ou moins profondément sous terre. Bien que la haute fréquence dans laquelle opère le satellite américain Lacrosse, lancé par la navette Atlantis en décembre 1988, n'ait pas été divulguée, il a tout de même été implicitement admis par des experts américains que le système radar installé à bord de la plate-forme du satellite pouvait pénétrer la couche terrestre jusqu'à 5 m de profondeur. On remarquera — mais s'agit-il vraiment d'une coïncidence ? — que le futur satellite radar géant Almaz (destiné à des applications pourtant civiles), dont le poids avoisinerait les 20 t, trahirait en bande C, c'est-à-dire à 3 GHz.

De leur côté, dans un article paru en octobre 1988 dans la *Pravda*, les Soviétiques ont révélé que le satellite Cosmos 1870, lancé par eux le 25 juillet

1987, avait été utilisée par les militaires pour repérer des sous-marins nucléaires américains. Le journal soviétique n'allait pas jusqu'à préciser si les submersibles en question étaient en plongée ou en surface, mais le fait eût-il mérité d'être mentionné dans ce dernier cas ?

Il est bien évident que si, demain ou plus tôt, on découvrait qu'il est possible, à partir des seuls capteurs spatiaux (et non pas de bouées acoustiques ou de sonars transmettant les informations aux satellites en orbite), de pénétrer très profondément dans les profondeurs des océans, une percée technologique considérable aurait été réalisée. Ses conséquences seraient énormes puisque les profondeurs ne seraient plus des refuges pour les sous-marins stratégiques ; et c'est tout le concept de seconde frappe qui serait remis en cause et, du même coup, la notion de dissuasion nucléaire qui disparaîtrait (les sous-marins sont en effet destinés à riposter à une première attaque nucléaire).

Selon les experts en détection, personne ne pourrait encore déceler à coup sûr, à partir de l'espace, un sous-marin en immersion profonde (de l'ordre de 500 à 600 m pour fixer les idées). S'ils se trompaient, il importe de noter que personne sur cette planète



La France aussi. Dans une crise comme l'actuel conflit du Golfe, la France pourra bientôt, comme aujourd'hui les Etats-Unis et l'URSS, connaître en temps réel tous les détails des préparatifs militaires. Ces renseignements lui seront communiqués par son futur satellite militaire de reconnaissance, Hélios, grâce à sa résolution de 1 mètre.

communication ? C'est fort probable.

L'information circule plus librement en ce qui concerne l'aptitude qu'auraient certains ensembles spéciaux radar logiciels à pénétrer très profondément sous terre. C'est ainsi qu'en 1987 a filtré une information selon laquelle des radars américains ultra-puissants (l'un installé à bord d'un hélicoptère et l'autre sur un quadrimoteur Hercules C-130) étaient parvenus, d'une altitude de 5 000 m, à établir une cartographie géologique jusqu'à 200 m de profondeur !

Or, le système en question a été testé dans le cadre d'applications purement civiles; on imagine donc assez mal que les militaires se privent de moyens de détection aussi performants. On a alors toutes les raisons d'espérer que les futurs satellites bleus (¹), s'ils voient le jour, ne laisseront rien dans l'ombre.

Serge Brosselin

QUELLE RÉSOLUTION POUR DÉTECTOR QUOI ?

OBJET	DÉTECTION (en m)	RECONNAISSANCE (en m)	IDENTIFICATION (en m)	DESCRIPTION (en m)
Habitations civiles	60	30	3	3
Sous-marins (surface)	9	6	1,5	0,9
Routes	9	6	1,8	0,6
Camps militaires	9	90	4,5	1,5
Champs de mines	9	6	0,9	0,03
Ponts	6	4,5	1,5	0,9
Troupes	6	2	1,2	0,3
Avions	4,5	1,5	0,9	0,3
Batteries de missiles	3	1,5	0,6	0,3
Radars	3	0,9	0,3	0,15
Dépôts de matériel	1,5	0,6	0,3	0,25
Véhicules terrestres	1,5	0,6	0,3	0,05
Artillerie, DCA	0,9	0,6	0,15	0,05

(1) Ces chiffres ont été cités par Paul Benkheiri au cours d'un colloque sur l'espace militaire qui s'est tenu à Paris en 1985, l'intervenant se référant à des sources américaines.

(2) Le présumer seulement, car Soviétiques et Américains refusent catégoriquement de mettre à la disposition de la communauté internationale les photos prises par leurs satellites. La raison est simple : produire de tels clichés reviendrait à dévoiler le pouvoir de résolution de leurs systèmes optiques, ce qui entraînerait deux conséquences : d'une part, l'adversaire prendrait connaissance de ce que l'autre est capable de détecter (*ou a contrario de ne pas voir*), et, d'autre part, il prendrait aussitôt tout un ensemble de mesures afin, sinon de se soustraire totalement, du moins de faire échec partiellement aux systèmes de détection mis en œuvre par le camp d'en face. Mais la loi du silence a tout de même été transgessée à plusieurs reprises. C'est ainsi qu'à la fin de 1987, un membre du Congrès américain a précisé que le satellite de reconnaissance militaire KH-12 (KH pour *key-hole*, ce qui veut dire trou de serrure), lancé l'an passé, aurait un pouvoir de résolution inférieur à 10 cm !

(3) En 1982, la France a proposé à l'ONU de créer une agence internationale de surveillance par satellite des accords de désarmement. Les Etats-Unis s'abstinent alors de voter en faveur de tels "satellites bleus" (comme les Casques-Bleus de l'ONU), et les Soviétiques se prononcèrent contre. Depuis, beaucoup d'eau a coulé sous les ponts du Potomac et de la Moskva.



SEDAO
la sélection

L'EUROPE, C'EST DANS LA POCHE !

Pendant que certains philosophent sur l'Europe, d'autres la font ! Ainsi, le TRADUCTEUR DE VOYAGE est déjà prêt pour le grand pas en avant.

Fort de ses 5 langues (anglais, espagnol, italien, allemand, français), il saura très vite s'imposer comme votre interpréteur indispensable. En voyage d'affaires ou pendant vos loisirs, à Londres, Madrid, Rome ou Berlin, il sera un allié capital vous proposant instantanément des phrases complètes répondant aux cas de figure les plus courants classés en 10 rubriques (aéroport, transport, hôtel, téléphone, médecine, urgence, argent...). Ces phrases (724 par langues) s'inscrivent sur les 2 lignes de 20 caractères chacune dans la langue de votre choix, d'un simple geste vous en obtenez la traduction simultanée dans l'une des 4 autres langues. De plus, sa fonction calculatrice classique est munie d'une option « conversion de monnaie » avec 3 taux de change en mémoire, enfin une horloge interne fait office de réveil et de calendrier.

- Dim. 18 x 8 x 2,5 cm.
- Manuel d'utilisation détaillé et phrase book (livré).
- Alim. piles (fournies).

Réf. 16F 1986 TRADUCTEUR DE VOYAGE . 790 F



MÉNAGEZ VOTRE MAGNÉTOSCOPE !

■ Répétez des centaines de fois, le rembobinage des K7 vidéo finit par diminuer l'efficacité des têtes de lecture.

Confiez donc cette tâche au REMBOBINEUR AUTOMATIQUE DE K7. Vous économisez ainsi la durée de vie des têtes électro-magnétiques, tout en préservant la bande de votre K7 (rembobinage sans frottement). Mieux, vous pouvez en même temps nettoyer votre bande grâce au galet de dépoussiérage (3 galets fournis).

- Dim. 22 x 7 x 20 cm.
- Avance et retour rapide.
- Arrêt automatique avec avertisseur sonore.

Réf. 16F 1926
REMBOBINEUR AUTOMATIQUE DE K7 290 F



BON DE COMMANDE

A retourner à CENTRALE D'ACHATS SEDAO
37-39, rue des Grands-Champs - 75980 PARIS CEDEX 20

16F

OUI Je désire commander les articles suivants et recevoir gratuitement le catalogue 52 pages couleur L'INDEX.

NON Je ne commande rien aujourd'hui mais je désire recevoir le catalogue 52 pages couleur L'INDEX. Pour cela je joins à ce bon de commande un chèque de 29 F remboursable dès le premier achat.

LIVRAISON GRATUITE

- En 15 jours maximum
- Facture fournie pour toute commande
- Tous nos produits sont garantis 1 AN minimum
- Satisfait ou Remboursé
- France métropolitaine uniquement

Pour commander par téléphone, avec votre Carte Bancaire (C.B.) appelez le 16 (1) 43 48 66 99 + de 9 h à 18 h du lundi au samedi.

DÉSIGNATION	RÉFÉRENCE	QT.	PRIX UNIT.	MONTANT
VOTRE CADEAU CE RÉVEIL DE VOYAGE	1,6,F,1,9,7,6	0,1	GRATUIT POUR TOUTE COMMANDE	
TRADUCTEUR	1,6,F,1,9,8,6	1	790 F	
REMBOBINEUR	1,6,F,1,9,2,6	1	290 F	
Participation aux frais de colisage				+ 29 F
				TOTAL TTC
CHOISISSEZ VOTRE FORMULE DE PAIEMENT				
<input type="checkbox"/> COMPTANT JE JOINS A MA COMMANDE chèque bancaire ou postal à l'ordre de SEDAO				
<input type="checkbox"/> CARTE BANCAIRE N° _____ Date de validité _____				
<input type="checkbox"/> CRÉDIT GRATUIT: Pour toute commande supérieure à 500 F. Vous joignez 200 F à la commande et vous réglez le solde en 3 mensualités égales.				

POUR NE PLUS MAL TRAITER L'EAU

Quelque 12 millions de mètres cubes d'eau sont consommés quotidiennement en France. Aux multiples traitements physiques et chimiques utilisés aujourd'hui pour les rendre potables pourront être substituées à partir de 1995 de simples membranes de filtration capables de retenir bactéries, substances colloïdales, virus, macromolécules organiques et même les sels dissous.

C'est quelques années avant la Révolution française qu'un physicien, l'abbé Jean-Antoine Nollet, mit notamment en évidence les propriétés des membranes de filtration. En plaçant, dans un récipient séparé en deux parties par un parchemin, un morceau d'intestin ou encore de vessie, avec, d'un côté, un liquide chargé d'un soluté et, de l'autre, un liquide pur, il constata que le liquide pur avait tendance à franchir naturellement cette cloison pour rejoindre le liquide chargé en soluté. Jean-Antoine Nollet venait de découvrir le phénomène d'osmose, qui se traduit par une différence de niveau de part et d'autre de la cloison. La pression exercée par le liquide chargé en soluté, qui monte dans le récipient, est appelée pression osmotique. Celle-ci est d'autant plus élevée que la teneur en soluté du liquide est importante et que la masse des molécules de soluté est faible.

Evidemment, il n'est guère intéressant de polluer un liquide propre. En pratique, ce phénomène physico-chimique est employé dans l'autre sens, d'où le nom d'osmose inverse.

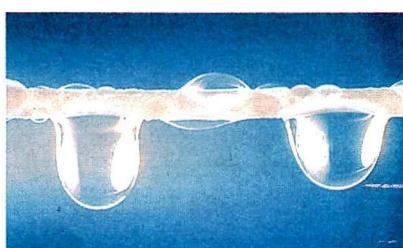
C'est seulement depuis le début des années 1960 que son utilisation semble s'être généralisée. On trouve alors des membranes à la base de nombreu-

ses techniques de filtration, de séparation ou de concentration de liquides. C'est ainsi que dans l'industrie alimentaire elles sont utilisées pour la fabrication du lait ou des jus de fruit concentrés, du fromage (en séparant le serum et le caillé du lait), ou encore pour la clarification de la bière et du vinaigre. De son côté, la médecine fait grand usage de membranes à usage unique pour l'épuration du sang par hémodialyse, et les industries pharmaceutiques s'en servent pour la fabrication de vaccins et d'antibiotiques. C'est également à l'aide de membran-

nes que l'industrie automobile récupère l'excès de peinture des carrosseries et que l'électronique parvient à obtenir de l'eau ultrapure. Dans certains cas, les industries chimiques remplacent l'électrolyse par la filtration sur membranes. Enfin, 2 millions de mètres carrés de membranes sont utilisés par l'indus-

trie nucléaire française pour la phase d'enrichissement de l'uranium 235 par voie gazeuse.

Jusqu'à présent, hormis pour retirer le sel de l'eau de mer, la technique des membranes n'a pas été appliquée au traitement de l'eau de consommation. Bien que peu coûteuses — quelques centimes par litre de liquide traité —, les membranes étaient encore trop onéreuses pour un produit d'un prix de





Des milliers de fibres creuses (jusqu'à 14 000) sont réunies dans ces longs cylindres étanches et forment un filtre. Extrêmement fine, la membrane de ces fibres est percée d'une multitude de pores. L'eau à traiter est injectée sous pression par le haut et s'écoule à l'intérieur et le long des fibres. L'eau polluée perle à travers la membrane (photo ci-dessus) et en ressort nettoyée et potable. Les particules et les polluants de toute nature, d'une taille égale ou supérieure à celle d'un virus, eux, ne peuvent franchir cette barrière. La durée de vie de ces modules est d'environ trois ans.

vente aussi faible que l'eau. Il faut savoir en effet qu'un litre d'eau potable coûte en France entre 0,4 et 1,2 centime alors qu'un litre de lait vaut 5 F et un litre de jus de fruit entre 8 et 10 F.

Face à une consommation qui ne cesse de croître, l'emploi de membranes de filtration pour le traitement de l'eau devient toutefois une nécessité. Les installations actuelles — il en existe quelque

QUALITÉ ET TRAITEMENT DE L'EAU EN FRANCE

Dès l'Antiquité, les hommes ont cherché à purifier l'eau qu'ils destinaient à leur consommation. Les Egyptiens clarifiaient l'eau du Nil à l'aide d'alun et la Rome antique possédait un vaste réseau de filtres à sable. Depuis, les techniques n'ont réellement évolué qu'après la découverte des bactéries et des virus. Aujourd'hui, selon la qualité de l'eau brute, on peut trouver les traitements suivants :

1. LE DÉGROSSISSEMENT. Effectué directement à la prise d'eau brute, il permet de préserver les installations de traitement ultérieures. Il peut se composer d'un

a) **dégrillage.** Un simple réseau de grilles métalliques retient les gros déchets — boîtes de conserves, sacs plastiques, branches mortes, etc. ;

b) **tamisage.** Un grillage aux mailles serrées arrête les débris plus petits — feuilles, herbes, etc. ;

c) **dessablage.** Il élimine, à l'aide d'un tamis encore plus fin, le sable d'une granulométrie supérieure à 0,1-0,2 mm ;

d) **dés huilage.** Ecrème les éventuelles traces d'huiles à la surface.

2. LA PRÉOXYDATION. Elle a pour but de tuer les matières organiques vivantes (algues, plancton) contenues dans l'eau et qui peuvent encrasser les filtres et se développer dans les bassins



de décantation. Certains gaz dissous et certains métaux sont aussi éliminés au cours de cette phase, qui peut utiliser deux techniques, conjointement ou non :

a) **préoxydation physique.** Un simple brassage de l'eau permet d'oxyder les ions ferreux en suspension et d'éliminer des gaz en excès, comme le sulfure d'hydrogène (H_2S), responsable de mauvaises odeurs ;

b) **préoxydation chimique.** Le chlore, longtemps utilisé, réagit avec le méthane dégagé par les matières organiques en décomposition pour former des trihalométhanes, encore appelés haloformes et, depuis 1975, on suspecte ces composés d'être cancérogènes. Il a donc été remplacé par des chloramines, un mélange de chlore et d'ammonium qui ne réagit pas avec le méthane. Hélas ! en présence d'ammonium dissous dans l'eau, ce produit relâche de l'ammoniaque, qui est aussi un produit indésirable, qu'il faut éliminer par la suite. Un dérivé du chlore qui ne conduit pas à la formation d'haloformes, le dioxyde de chlore (ClO_2), a été employé, mais son usage implique l'élimination ultérieure des ions ClO_2 , toxiques et donnant un goût métallique désagréable, produits par la réaction avec les matières organiques. Du permanganate de potassium est quelquefois utilisé, mais c'est surtout pour oxyder le fer et le magnésium lorsqu'ils sont présents en trop grande quantité dans l'eau brute. Finalement, il reste l'ozone. Mais, contrairement au chlore, ce gaz, le plus puissant des oxydants, n'a qu'une durée de vie très limitée, quelques minutes au maximum. S'il tue toutes les formes de reproduction des algues, il ne peut empêcher les spores d'algues présentes naturellement dans l'air telles que celles de la chlorelle, de se développer ultérieurement dans les bassins de décantation lorsqu'ils ne sont pas protégés de la lumière.

3. LA CLARIFICATION. Elle élimine les petites impuretés qui causent la turbidité de l'eau. Selon leur taille, on distingue les matières en suspension



(sable, argile, algues, etc.) ; puis les matières colloïdales, de moins d'un micromètre ; et les matières dissoutes, inférieures à un nanomètre. Si un gravier de 10 mm de diamètre met 1 seconde pour décanter d'une hauteur d'un mètre d'eau, un grain d'argile de 10 µm de diamètre demande deux heures, une bactérie de 1 µm prend huit jours, une particule colloïdale de 0,1 µm deux ans et une particule dissoute de 0,001 µm près de deux siècles ! Ces particules sont maintenues en suspension par la force d'attraction de Van der Waals qui lie les molécules entre elles et par une force de répulsion électrostatique. La charge électrique de ces particules, négative dans la majorité des cas, est neutralisée par des ions positifs présents dans l'eau.

a) **Coagulation.** Pour diminuer la force de répulsion électrostatique, on introduit des agents coagulants, du sulfate d'aluminium ou du chlorure ferrique, qui vont former respectivement de l'hydroxyde d'aluminium ou ferrique par réaction avec certains sels dissous dans l'eau. Ces hydroxydes sont presque insolubles dans l'eau quand celle-ci est neutre (pH de 6,5-7). En revanche, si l'eau est trop alcaline ou trop acide, on peut retrouver de l'aluminium dissous dans l'eau en quantité supérieure à la norme (0,2 mg/l) ; ce taux est encore trop élevé pour les malades sous dialyse ; de plus, depuis la découverte de traces d'aluminium dans les parties lésées du cerveau de malades atteints d'Alzheimer, on suspecte ce métal d'être à l'origine de cette maladie ;

9 000 en France — requièrent beaucoup de place et sont difficiles à automatiser ; de plus, les distributeurs ont à traiter des eaux de plus en plus polluées (même si l'on tient compte du fait que les instruments de mesure devenus plus précis permettent de détecter de plus petites doses de polluants). Ces différentes contraintes augmentent le coût du tra-

tement classique et les membranes deviennent enfin compétitives financièrement.

C'est pour ces raisons que, depuis juin 1985, la Lyonnaise des Eaux, la firme danoise De Danske Sukkerfabrikker (DDS) et des universitaires anglais se sont associés dans le cadre d'un accord de recherche européen qui a reçu le nom de BRITE

b) flocculation. Une fois déstabilisées par le coagulant, les particules forment de petits agglomérats, les "microflocs". Encore trop petits, ces microflocs sont transformés en flocons, ou "flocs", plus volumineux qui décantent plus facilement et plus rapidement. Pour améliorer la flocculation, on ajoute de la silice, de l'amidon ou des polymères de synthèse comme l'alginate de sodium ;

c) décantation. Dans ces grands bassins, généralement couverts pour éviter le développement d'algues, les matières en suspension et les flocs se déposent au fond ;

d) flottation. Alternative à la décantation, elle produit l'effet inverse, les flocs remontent à la surface et sont écrémés. Pour ce faire, on insuffle de l'air dans les bassins. Cette technique est surtout employée lorsqu'il y a peu de matières en suspension ou que leur masse volumique est inférieure à celle de l'eau : huiles, hydrocarbures, etc. ;

e) filtration sur des filtres à sable pour supprimer le floc résiduel.

4. LES TRAITEMENTS SPÉCIFIQUES. Tous les traitements précédemment décrits sont sans effets sur de nombreuses substances dissoutes indésirables ou toxiques, comme les détergents, le magnésium, les nitrates, les haloformes ou encore certains hydrocarbures. Pour les supprimer, on a recours à des traitements spécifiques à chaque substance. Parmi les plus courants :

a) l'adsorption. C'est la propriété qu'ont certains matériaux poreux de fixer à leur surface des molécules organiques ou de gaz ainsi que des ions métalliques. Excellent adsorbant, le charbon actif en grain est utilisé pour retenir les hydrocarbures, les pesticides, les détergents, etc. ;

b) les échangeurs d'ions. Ce sont des corps qui comportent dans leur structure moléculaire des radicaux acides ou basiques. Ces radicaux vont échanger leurs ions positifs ou négatifs avec les ions de même signe du produit à éliminer se trouvant en solution dans l'eau. Composé aujourd'hui de résines polymères, les échangeurs d'ions sont utilisés pour retenir le magnésium, les

sulfates ou encore le nitrate (voir *Science & Vie* n° 872, page 83) ;

c) l'adoucissement chimique. Quand l'eau brute est trop minéralisée, il est nécessaire de l'adoucir. Toutefois, la plupart des traitements chimiques (sels) ou physiques (résine échangeur d'ions) amène à un titre hydrotimétrique (représentant la dureté de l'eau) trop bas. L'eau devient corrosive pour les canalisations et n'est pas agréable à boire. Pour éviter cela, on ne traite qu'une partie de l'eau et on la mélange ensuite à de l'eau non traitée ;

d) la neutralisation. Une eau trop acide, naturelle ou par suite d'ajouts de coagulant, ou trop basique est impropre à la consommation et peut endommager les canalisations. L'ajout d'une base, chaux, ou d'un acide, gaz carbonique, permet de retrouver un équilibre correct.

5. LA DÉSINFECTION FINALE. Après tous ces traitements, l'eau n'est pas distribuée immédiatement. Elle reste stockée quelques jours dans les réservoirs et canalisations. Il est donc nécessaire de la désinfecter durablement de façon que d'éventuels microbes, bactéries ou virus ne viennent se développer ultérieurement.

a) Chloration. C'est actuellement le procédé le plus employé en France. Puissant bactéricide, le chlore tue les bactéries pathogènes et les virus, comme celui de la poliomycérite, et son

action reste efficace durant plusieurs jours. Toutefois, pour ne pas donner un goût désagréable, il ne doit subir aucun composé organique résiduel dans l'eau avant chloration ;

b) ozonation. Comme nous l'avons déjà expliqué, ce gaz est le meilleur désinfectant, mais son effet n'est pas rémanent. Son usage est donc réservé à de très courts circuits de distribution ou bien il est associé à des désinfectants moins puissants, mais dont l'effet est rémanent, comme les chloramines. On l'utilise aussi pour éliminer certains pesticides ou hydrocarbures ;

c) rayonnement ultraviolet. Un bref passage de l'eau en lame de quelques centimètres d'épaisseur sous une lampe à ultraviolets suffit à tuer la plupart des bactéries et des virus. Toutefois, ce procédé est réservé à des eaux très peu turbides et qui ne séjournent que très peu de temps dans le réseau de distribution. Comme l'ozone, le rayonnement ultraviolet n'a qu'un effet immédiat.

Tous ces traitements ne sont pas appliqués systématiquement. Cela dépend évidemment de la qualité de l'eau brute, différente selon qu'elle provient d'une nappe souterraine ou d'une rivière, et de la dimension des installations. Par exemple, même en présence d'un afflux de sable, la phase de dessablage peut être supprimée si les bassins de décantation sont suffisamment étendus.



(*Basic Research for Industry and Technology for Europe*) pour la mise au point de membranes destinées au traitement de l'eau potable. Six mois plus tard, cet accord de recherche était devenu l'un des cinq premiers programmes industriels européens Eurêka, EU 5, et sa mise en œuvre prévue pour 1992. Dès 1988, en association avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), un laboratoire de recherche a vu le jour à Toulouse et, un an plus tard, deux usines pilotes, à Amoncourt dans la Haute-Saône et à Douchy dans le Loiret, ont commencé à produire de l'eau potable à l'aide de membranes d'ultrafiltration.

Les intestins et les vessies utilisés par l'abbé

POLLUANTS		MOYENS DE TRAITEMENT (1)	LIMITE DE QUALITÉ DE L'EAU POTABLE (2)
PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES	Couleur (3)	2 b	15 mg/l Pt
	Turbidité (4)	3 a, b, c, e	2 NTU
	Odeur		(5)
	Saveur	4 a	(5)
	Température	—	25°C
	ph	4 d	6,5 à 9
	Chlorures	4 b	250 mg/l
	Sulfates	4 b	250 mg/l
	Magnésium	4 b ou c	50 mg/l
	Sodium	4 b ou c	150 mg/l
SUBSTANCES INDÉSIRABLES	Potassium	4 b	12 mg/l
	Aluminium total	3 a, b, c, d, e	0,2 mg/l
	TAC (6)	4 d	Entre 15°F et 50°F
	Nitrites	4 b	50 mg/l
	Nitrites	4 b	0,1 mg/l
	Ammonium	2 b + 4 b	0,5 mg/l
	Azote kjedahl (azote organique et ammoniacal)	2 b + 4 b	2 mg/l
	Sulfure d'hydrogène	2 a	Pas d'odeur décelable
	Hydrocarbures dissous	4 a	10 µg/l
	Phénols	4 a	9,5 µg/l
SUBSTANCES TOXIQUES	Détergents anioniques	4 a	200 µg/l
	Tétrachlorure de carbone (7)	4 a	3 µg/l
	Dichloroéthane, tétrachloroéthylène (7)	4 a	10 µg/l
	Trichloroéthylène chloroforme (7)	4 a	30 µg/l
	Fer	2 a ou b	200 µg/l
	Manganèse	2 a ou b	50 µg/l
	Cuivre	3 a, b, c, e	1 µg/l
	Zinc	3 a, b, c, e	5 µg/l
	Phosphore	3 a, b, c, e	5 µg/l
	Fluor	3 a, b, c, e	1,5 µg/l
PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES	Argent	3 a, b, c, e	10 µg/l
	Arsenic	3 a, b, c, e	50 µg/l
	Cadmium	3 a, b, c, e	5 µg/l
	Cyanure	3 a, b, c, e	50 µg/l
	Chrome total	3 a, b, c, e	50 µg/l
	Mercure	3 a, b, c, e	1 µg/l
	Nickel	3 a, b, c, e	50 µg/l
	Plomb	3 a, b, c, e + 4 d	50 µg/l
	Antimoine	3 a, b, c, e	10 µg/l
	Sélénium	3 a, b, c, e	10 µg/l
PESTICIDES	HPA (hydrocarbures polycycliques aromatiques) (8)	4 a	0,2 µg/l
	Coliformes totaux	3 a, b, c, e + 5 b	0 pour 95 % des analyses
	Coliformes thermotolérants	3 a, b, c, e + 5 b	0 pour 100 ml
	Streptocoques fécaux	3 a, b, c, e + 5 b	0 pour 100 ml
	Clostridium	3 a, b, c, e + 5 b	moins de 5 pour 100 ml
	Staphylococques pathogènes	3 a, b, c, e + 5 b	0 pour 100 ml
	Salmonelles	3 a, b, c, e + 5 b	0 pour 5 l
	Entérovirus	3 a, b, c, e + 5 b	0 pour 10 l
	Polychlorobiphényle (PCB) et polychlorotriphényle (PCT)	4 a	0,5 µg/l
	Hexachlorobenzène	4 a	0,01 µg/l
Aldrine et dieldrine		4 a	0,03 µg/l
Autres pesticides		4 a	0,1 µg/l
Total des pesticides		4 a	0,5 µg/l

ment volumineux. Certains traitements ne sont appliqués que lors d'une pollution accidentelle des eaux brutes ou aux périodes de l'année où l'eau présente une plus forte concentration en substances à éliminer.

De tous les traitements, c'est la désinfection au chlore avant distribution qui est la plus répandue, mais certaines eaux d'excellente qualité, en provenance de nappes souterraines, sont distribuées sans aucun traitement. Bien qu'agressifs, tous ces traitements sont malheureusement nécessaires. Aux Etats-Unis, où les normes d'eau potables sont moins sévères, des eaux de surface très peu turbides sont envoyées sans aucun traitement dans les réseaux de distribution. Il en résulte des affections amibiennes inconnues en France, comme la giardiasie, grave mais non mortelle pour des personnes en bonne santé, cette maladie est toutefois fatale pour celles atteintes du sida.

NOTES DU TABLEAU

(1) Les numéros de cette colonne renvoient au texte ci-contre.

(2) Selon le décret n° 29-3 du 3 janvier 1989.

(3) Par référence à la couleur d'un filament de platine (Pt) étalon.

(4) La turbidité se mesure en *Nephelometric Turbidity Unit* (unité néphéломétrique de turbidité). La néphélosétrie ou néphélosométrie est une méthode de dosage des particules en suspension dans un liquide par analyse d'un faisceau lumineux étalon après qu'il a traversé le liquide. Plus l'eau est claire, plus le NTU est faible.

(5) Une eau est jugée sans saveur ni odeur si, mélangée dans un rapport 1/1 (à 12°C) ou 1/2 (à 25°C) à de l'eau de référence, elle n'en altère ni le goût ni l'odeur.

(6) Le titre alcalimétrique complet (TAC) exprime les teneurs en hydroxydes et carbonates (de calcium, de manganèse, de sodium...) dans l'eau. Il se mesure en degrés français. 1°F = 10 parties par million de carbonate de calcium.

(7) Le taux maximal de ces haloformes provenant de la réaction du chlore avec le méthane dégagé par les matières organiques a été fixé par une circulaire du 16 mai 1989.

(8) Pour le total des 6 substances suivantes : fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (11,12) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,12) perylène, indéno (1,2,3-cd) pyrène. Le benzo (3,4) pyrène à lui seul ne doit pas dépasser 0,01 µg/l.

Nollet ont fait place aujourd'hui à des membranes constituées de films minces, de 0,05 mm à 2 mm d'épaisseur, percées ou non de minuscules trous, ou tissées selon un maillage très serré ou encore faites de blocs de céramique. On classe selon le diamètre et la disposition des pores ou l'espacement des mailles, lesquels déterminent un seuil de coupe, c'est-à-dire

la taille minimale des particules que les membranes arrêtent (1) (*voir dessins p. 97*).

On distingue ainsi :

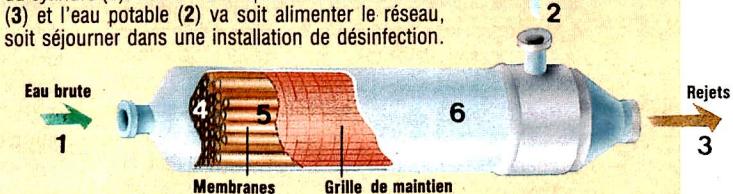
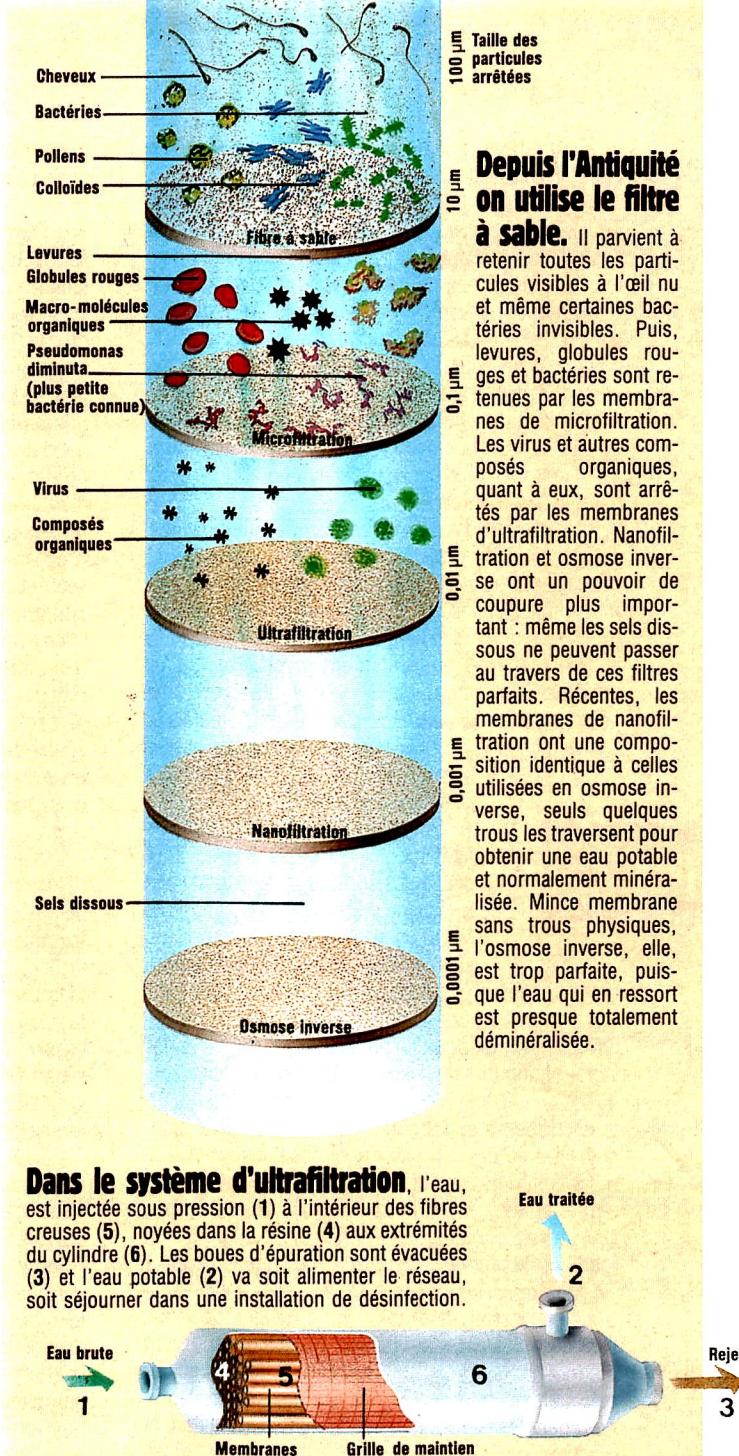
- les membranes de microfiltration qui arrêtent des particules d'un diamètre supérieur à 0,1 µm ;
- les membranes d'ultrafiltration pour les matières d'un diamètre supérieur à 0,01 µm ou 1 000 daltons

(soit un seuil de coupure 100 fois plus élevé que les traditionnels filtres à sable utilisés habituellement pour le traitement de l'eau) ;

- les membranes de nanofiltration pour les molécules d'un diamètre supérieur à 0,001 µm ou 500 daltons ;
- enfin, les membranes d'hyperfiltration, dites également d'osmose inverse (²) pour piéger les molécules d'un diamètre supérieur à 0,0001 µm ou 100 daltons (³).

Le mécanisme du passage du liquide à travers les membranes de microfiltration et d'ultrafiltration s'apparente à celui d'un tamis aux mailles très serrées. Les particules qu'elles arrêtent ne sont pas dissoutes et les molécules qu'elles bloquent ont une masse élevée. De ce fait, une très légère pression — 1 bar — suffit pour vaincre la pression osmotique et pour forcer le passage du liquide à épurer à travers la membrane d'ultrafiltration. Paradoxalement, la microfiltration réclame une pression de fonctionnement plus élevée, de l'ordre de 3 bars, car la membrane se colmate plus rapidement, ce qui occasionne un surplus de pression.

En revanche, dans le cas de l'osmose inverse, la membrane ne présente pas de trous physiquement mesurables ; ce sont les molécules de liquide qui s'infiltrent entre les espaces intermoléculaires du matériau constituant la membrane, alors que les molécules de soluté, plus volumineuses, ne peuvent passer. En nanofiltration, où les trous sont beaucoup moins nombreux qu'en ultrafiltration et en hyperfiltration, il s'agit d'appliquer une pression supérieure à la pression osmotique pour forcer le liquide chargé en soluté à passer de l'autre côté de la membrane en abandonnant le soluté au passage. Pour arriver à des débits économiquement rentables, il est même nécessaire d'appliquer une pression deux fois supérieure à la pression osmotique au liquide chargé en soluté. Ainsi, en hyperfiltration, pour purifier de l'eau saumâtre contenant quelques grammes de sel par litre, cette pression peut atteindre 30 bars et même, dans le cas d'eau de mer chargée de plusieurs dizaines de



grammes de sel par litre, jusqu'à 80 bars. La nanofiltration, quant à elle, ne requiert "que" de 6 à 10 bars de pression. Inutile de dire que la dépense énergétique pour amener le liquide à ces pressions est considérable : elle s'élève de 6 kW/h à 10 kW/h par mètre cube d'eau purifiée en osmose inverse, alors qu'elle n'est que de 1,5 à 2 kW/h par mètre cube en

100 µm
Taille des particules arrêtées

10 µm

0.1 µm

0.01 µm

0.0001 µm

Depuis l'Antiquité on utilise le filtre à sable.

Il parvient à retenir toutes les particules visibles à l'œil nu et même certaines bactéries invisibles. Puis, levures, globules rouges et bactéries sont retenues par les membranes de microfiltration. Les virus et autres composés organiques, quant à eux, sont arrêtés par les membranes d'ultrafiltration. Nanofiltration et osmose inverse ont un pouvoir de coupure plus important : même les sels dissous ne peuvent passer au travers de ces filtres parfaits. Récentes, les membranes de nanofiltration ont une composition identique à celles utilisées en osmose inverse, seuls quelques trous les traversent pour obtenir une eau potable et normalement minéralisée. Mince membrane sans trous physiques, l'osmose inverse, elle, est trop parfaite, puisque l'eau qui en ressort est presque totalement déminéralisée.

microfiltration et seulement de 500 W/h par mètre cube en ultrafiltration.

L'hyperfiltration peut dans certains cas présenter l'inconvénient d'être trop efficace. Par exemple, si l'eau traitée est pratiquement stérile, elle est aussi excessivement déminéralisée. Il est donc nécessaire d'y ajouter des sels minéraux avant de l'expédier dans le réseau de distribution. Malgré cela, c'est devenu le procédé le plus utilisé pour dessaler les eaux fortement salines tant aux Etats-Unis qu'en Arabie saoudite, notamment à Salbukh où se trouve la plus grosse installation au monde, qui produit 1 920 mètres cubes par heure d'eau potable à partir d'une nappe souterraine.

Il existe trois types d'utilisation des membranes, selon le mode de transfert du liquide ou des corps indésirables en suspension ou en solution dans celui-ci :

- les membranes de filtration, semi-perméables, fonctionnent par gradient de pression. C'est donc le liquide à épurer, préalablement pressurisé, qui va traverser la membrane, et les corps indésirables ne pourront franchir cette barrière. C'est de celles-là seules qu'il est question dans cet article. Les autres membranes ne sont mentionnées que pour mémoire.

- Les membranes de perméation, également perméables, sont utilisées pour enrichir ou appauvrir des mélanges gazeux. On les emploie depuis peu en médecine pour réaliser des poumons artificiels. D'autres

types de membranes, très denses, s'utilisent en per-vaporation ou perméation liquide. Dans ce cas, les différents constituants d'un liquide sont séparés par vaporisation lors du passage à travers la membrane.

- Les membranes de dialyse fonctionnent selon un gradient de potentiel chimique. Etanches aux liquides, elles ne laissent passer que les ions des matières à éliminer, ceux-ci migrent pour égaliser le potentiel chimique des deux côtés de la membrane. Une autre technique, l'électrodialyse, fait appel à un gradient de potentiel électrique. Le liquide à épurer est soumis à une électrolyse, les anions et les cations des corps en solution se dirigent donc vers l'anode ou la cathode du bac à électrolyse. Avant d'atteindre les deux électrodes, ces anions et ces cations sont interceptés par des jeux de membranes chargées électriquement de manière négative et positive, retenant les ions de signe inverse. Ainsi, l'eau de table, vendue sous la marque Imouzzer au Maroc et qui provient d'une nappe souterraine d'eau saumâtre, est dessalée par électrodialyse.

Composées au départ de dérivés organiques cellulosaques, les membranes résistaient mal à l'oxydation, à la chaleur et aux milieux très acides ou fortement basiques et ne pouvaient guère se nettoyer. Depuis une trentaine d'années, les membranes sont fabriquées à partir de fibres métalliques, de

composés organiques synthétiques (ce sont généralement des polymères, comme le Nylon, les polyosulfines ou les polyoléfines) ou minéraux. Les membranes organiques se présentent en feuilles, à plat, en sandwich ou appliquées sur un tube creux et poreux de quelques millimètres de diamètre ou encore enroulés en spirale sur un noyau, ou enfin sous forme de fibres creuses qui sont de minces capillaires de quelques micromètres, voire nanomètres, de diamètre ('). Depuis peu, le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) a mis au point un procédé de fabrication par bombardement de rayon gamma à la surface d'un film polymère. Le film est ensuite plongé dans un bain d'acide qui n'attaque que les parties irradiées. Les membranes minérales sont réalisées par frittage à partir de poudre d'oxyde de zinc ou d'oxyde d'aluminium et se présentent sous la forme de cylindres comportant de nombreux canaux.

Les membranes se différencient également par leur structure interne. Constituées d'un même matériau polymère organique, les membranes homogènes présentent des trous de diamètre constant dans leur épaisseur. D'un coût de fabrication moins élevé que les autres, ces membranes présentent l'inconvénient de se colmater dans l'épaisseur, ce qui rend le lavage, donc leur réutilisation, très difficile.

Les membranes asymétriques sont réalisées à partir des mêmes matériaux polymères que les précédentes, mais elles sont perforées de trous au diamètre variable dans leur épaisseur. Plus larges au contact du liquide à épurer qu'en sortie, les pores de ce type de membrane sont très fins et ne se colmatent qu'en surface. De ce fait, le "gâteau" de colmatage est facile à retirer : il suffit de faire circuler de l'eau purifiée en sens inverse. Par ailleurs, elles autorisent un plus grand débit du liquide à épurer tout en occasionnant moins de pertes de charge. Enfin, pour obtenir une meilleure résistance mécanique, les membranes hétérogènes, asymétriques ou composites, sont constituées d'un support papier sur lequel est collé un polymère perforé de trous au diamètre constant.

Pour le traitement des eaux de consommation, les partenaires du programme Eurêka 5 ont retenu les membranes organiques d'ultrafiltration asymétriques sous forme de fibres creuses. Les modules de filtration se présentent sous la forme de longs cylindres qui peuvent contenir jusqu'à 14 000 fibres creuses, noyées au début et à la fin du cylindre dans de la résine. Cela représente une superficie développée de plus de 7 m² de membranes par module. L'eau à traiter pénètre sous pression par le haut et s'écoule à l'intérieur et le long des fibres creuses ('). Cette méthode permet d'éviter la formation rapide d'un "gâteau" de colmatage, les boues de filtration s'évacuant partiellement par le bas du cylindre. Grâce à un système de rétrolavage, la durée de vie de ces modules est d'environ trois ans.

Actuellement, les deux usines pilotes d'Amoncourt

(suite du texte page 168)

Les Européens ont choisi la filtration organique

CUISINE&VINS

DE FRANCE

Offrez-vous des lectures gourmandes à savourer sans modération.

Vous êtes de ceux qui savent apprécier ce qui est bon... par delà les caprices de la mode.

Pour vous, ce qui compte, c'est le goût, le goût juste : le fruité d'un comté accompagné d'un vin du Jura ; le goût puissant d'un gibier rehaussé par une bonne bouteille de Châteauneuf ; ou encore la finesse d'un simple filet de truite pêchée du jour, agrémenté d'un verre de Crépy...

Ça tombe bien, car faire saliver chaque mois les amoureux des plaisirs de la table... c'est justement notre spécialité !

"AU CHOIX"

Menu à 246 F* ou à 448 F**

En guise de mise en bouche : les meilleures adresses du mois, repérées par nos spécialistes : les poissons les plus frais au meilleur prix ; les épices les plus rares ; les cafés les mieux torréfiés ; les fromages les plus fins... etc.

Pour se maintenir en appétit : les bouteilles du mois : les bonnes affaires dans les meilleurs crus ou comment choisir sans se tromper.

Promenades apéritives : notre appréciation sur les bons restaurants de France.

1^{er} plat : les recettes week-end, ou comment utiliser de manière gourmande les produits de saison.

2^{ème} plat : une recette "à problème" et les "trucs" d'un professionnel pour la réussir.

3^{ème} plat : la spécialité d'une célébrité : dis-moi ce que tu manges...

4^{ème} plat : le goût juste : les secrets des meilleurs accords mets/vins.

Dessert : les livres gourmands qui vous feront rêver à de prochaines agapes...

Numéro spécial vins compris :

Un numéro spécial vins vous sera servi avec votre abonnement. Véritable ouvrage de référence des connaisseurs, il vous guidera vers le choix des meilleurs crus, au meilleur prix.

*au lieu de 268 F pour un abonnement d'un an, soit 12 numéros dont un spécial vins.

**au lieu de 536 F pour un abonnement de deux ans, soit 24 numéros dont deux spécial vins.



VOTRE CADEAU

1 AN :

- Un bouchon spécial pour conserver le champagne d'une bouteille entamée.

2 ANS :

- Un bouchon conservateur de vin pour les bouteilles entamées dont il fait partiellement le vide d'air.



UNE REDUCTION DE 10 OU 20 % ET UN CADEAU ORIGINAL

Merci de m'abonner à la revue gastronomique "Cuisine et Vins de France" pour une période de :

- 1 an, soit 12 numéros dont 1 "spécial vins" au tarif de **246 F** au lieu de **268 F**
 2 ans, soit 24 numéros dont 2 "spécial vins" au tarif de **448 F** au lieu de **536 F**

Ci-joint mon règlement par :

- chèque bancaire chèque postal à l'ordre de Cuisine et Vins de France.
 carte bancaire (Visa, American Express, Diner's)

Mon numéro

date d'expiration

Signature

Merci de m'envoyer **mon cadeau** et mon premier numéro à l'adresse ci-dessous :

Nom

Adresse

CP Ville

CUISINE&VINS

SCV !



FONDATION DU BREVET D'INVENTION FRANÇAIS

VOUS INNOVEZ,
VOUS BREVETEZ,
VOUS GAGNEZ DES MARCHÉS,

**SOYEZ CANDIDAT AUX
TROPHÉES 90 DE L'ENTREPRISE
INNOVATRICE.**

Les Lauréats depuis 1984 :

La Télémécanique Electrique, Ferco International, Pellenc et Motte,
Pomagalski s.a, Innover, Entreprise Matière,
Commissariat à l'Energie Atomique,
Roussel-Uclaf, Eurecat, Institut Textile de France,
Affival, OMCI, Institut Français du Pétrole, De Dietrich,
Imaje, ADL Automation, Tecnoma.

Dossier de candidature gratuit et informations:

FONDATION DU BREVET D'INVENTION FRANÇAIS

12 rue Falguière-75015 PARIS

Tél.: 43 21 49 00

Clôture des inscriptions le 15 novembre 1990

ECHOS DE L'INDUSTRIE

TECHNOLOGIE

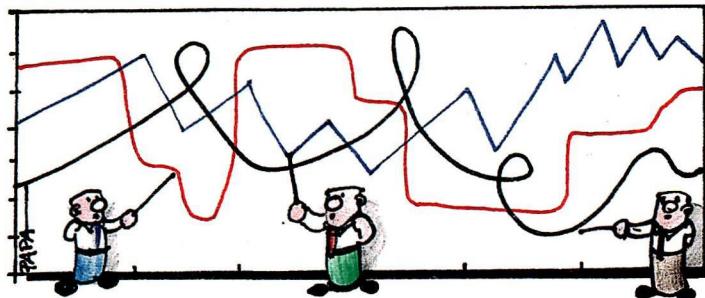
Mais où donc est passée la productivité ?

Les économistes ont toujours considéré comme une évidence que le progrès technique entraînait quasi mathématiquement une augmentation de la productivité, c'est-à-dire des richesses que produisent les travailleurs et les capitaux investis dans les outils de production. Ce développement de la productivité était, à son tour, pensait-on, une des principales causes de la croissance économique qui est l'enrichissement des nations.

Or, ces vérités bien établies s'affondrent tout à coup. Les différents indicateurs mesurant la recherche et le développement (R-D), la productivité et aussi la croissance économique ne sont plus cohérents, chacun évolue à son gré comme s'il était indépendant des autres.

Scientifiques et économistes sont tout déroutés. Pour y voir plus clair, les experts de l'OCDE, l'Organisation pour la coopération et le développement économiques, le club des pays les plus riches du monde, se sont réunis en un séminaire sur le thème : "La contribution de la science et de la technologie à la croissance économique". Mais au lieu d'aboutir à plus de clarté, les choses s'embrouillent, on ne parle plus que de "paradoxes", chacun avance une hypothèse, mais toutes ne sont que... théoriques, on ne peut que supposer, avancer des "peut-être"...(1).

Le phénomène le plus surprenant est celui de la diminution constante, et très forte depuis les années 1960, de l'accroissement de la productivité — elle frise même le niveau zéro dans certains pays. La science et le progrès technologique sont pourtant là, les innova-



tions se multiplient et se répandent de façon spectaculaire. Gouvernements et entreprises ont investi massivement en R-D : de 1975 à 1985, leurs budgets ont connu une progression moyenne de 5 % par an dans les pays de l'OCDE. Pendant le même temps, la croissance économique se contentait d'un faible 2 %. Pourtant la R-D n'a pas travaillé en vain. Un exemple : 50 kg de fibres de verre transmettent aujourd'hui autant de messages téléphoniques qu'une tonne de fils de cuivre et ne consomment, pour leur fabrication, que 5 % de l'énergie nécessaire à la production d'une tonne de cuivre. « Jamais le potentiel scientifique et technologique des pays de l'OCDE, disent les experts, n'a été aussi élevé. » S'il n'y a pas matière à augmentation de la productivité...

Devant cette impossibilité à admettre le rétrécissement comme peau de chagrin de la productivité, qu'ils tiennent pour le maillon essentiel de la chaîne de la croissance, les économistes avancent pêle-mêle toutes les explications possibles. Erreurs dues aux méthodes comptables et statistiques. Diminution ces dernières années du rendement de la R-D. Certains, même, vont jusqu'à envisager que le ralen-

tissement de la productivité est un phénomène normal, mais qui a été masqué par le transfert massif de technologies des Etats-Unis vers l'Europe et le Japon, au lendemain de la dernière guerre : l'exception serait alors la première période et ses performances étincelantes, non celle que nous vivons aujourd'hui, qui ne refléterait que la fin du rattrapage.

D'autres économistes ne sont pas du tout d'accord et s'insurgent : les changements technologiques récents et en cours sont tellement importants, disent-ils, qu'ils n'ont pas encore pu se diffuser dans l'appareil de production, et donc entraîner des changements dans les statistiques de productivité. Poussettes dans leurs derniers retranchements, ils parlent même de bouleversement radical de toute notre organisation sociale entraîné par l'émergence des technologies qui ne sont pas encore sorties des laboratoires.

Autant de positions, parfois complémentaires, plus souvent contradictoires qui ne répondent pas à la question liminaire : où donc est passée la productivité, dont aucune économie ne saurait se passer sans dommage ?

(1) Voir *l'Observateur de l'OCDE*, n° 164.



Une SA à l'université

Quatre écoles nationales supérieures d'ingénieurs (agronomie ; électrotechnique, électronique, informatique et hydraulique ; chimie ; génie chimique), 11 laboratoires de recherche, 950 chercheurs composent l'Institut national polytechnique de Toulouse (INPT). Disposant donc d'importants moyens de recherches pluridisciplinaires, il est remarquablement placé pour mettre ses moyens au service de l'industrie. Et, de fait, la plupart de ses laboratoires entretiennent déjà des contrats avec les entreprises, qui les chargent de recherches précises et ponctuelles.

Les dirigeants de l'INPT ont voulu aller plus loin et, « pour pallier les limites imposées par le système public » (ses carences et son inefficacité ?), ils viennent de créer une structure privée, Midivaleur, société anonyme au capital de 1 200 000 francs.

Missions : d'une part, valoriser les résultats d'études et de recherches des laboratoires de l'INPT, mais aussi d'entreprises ou même d'inventeurs indépendants ; d'autre part, travailler « à la carte », fournir des études et des conseils aux entreprises et aux organismes publics et privés si leurs besoins relè-

vent des technologies nouvelles.

Avec les richesses accumulées depuis des années par l'INPT, Midivaleur a du pain sur la planche. En premier lieu, elle va permettre aux laboratoires d'accroître leurs relations avec le monde industriel par des actions commerciales promotionnelles, de recherche et de développement, de protection industrielle, de transfert de technologies, enfin de création et de gestion d'entreprises.

Voilà une initiative qui sera bien intéressante à suivre et qui devrait dès maintenant donner à méditer dans les universités françaises.

AFFICHAGE

Les panneaux du 3^e type

Après les systèmes d'affichage électromécaniques, puis à fibres optiques ou à diodes électroluminescentes, voici le « PCL », le panneau à cellules liquides. Il a été élue « panneau de l'année » par le magazine américain *Electronic Display News* et désigné « produit le plus innovant » lors du dernier Sicob.

Le PCL est constitué de petits modules de très faibles dimensions (12,85 × 12,85 cm) qui se juxtaposent comme les pièces d'un puzzle, ce qui permet une multitude de formes et de tailles. Cette grande souplesse, on la retrouve à l'utilisation.

tion, les PCL étant capables de diffuser instantanément toute information désirée : messages sur réseau routier, journaux visuels, communication municipale, publicités dynamiques, scores sportifs en alternance avec des informations météo et des messages publicitaires, etc.

Le principe qui permet toutes ces performances ? Les modules PCL sont des cubes remplis d'un liquide opaque et ils renferment des segments en plastique colorés, que l'on pilote par des électroaimants. Lorsqu'ils sont en posi-

tion arrière, on ne voit que la couleur foncée du liquide, lorsqu'ils sont en position avant, leur couleur (rouge, bleu, vert ou noir) apparaît nettement. N'émettant aucune lumière, les PCL restent visibles même si le soleil les frappe en plein, tandis qu'un éclairage conventionnel suffit à les rendre bien perceptibles la nuit.

Le système est programmé à partir d'un centre serveur. Pour les applications simples, comme l'affichage de caractères alphanumériques, un micro-ordinateur suffit. Les graphismes plus élaborés peuvent être créés à partir d'un programme standard, d'un crayon graphique, d'un scanner ou d'un convertisseur vidéo analogique ou numérique. Un relais centralisateur permet une interconnexion des panneaux, ce qui est spécialement intéressant dans le domaine de la publicité pour diffuser instantanément les messages vers les différents panneaux d'un réseau.

En France, le panneau à cellules liquides est fabriqué et diffusé par la firme Neuhaus (Béhobie, 64700 Hendaye, tél. (16) 59 20 14 20), qui est de longue date spécialisée dans le domaine de la signalisation et de la communication.





TRANSPORT

La météo sur la route

Les camionneurs de la société de transports Prost, qui sillonnent tout le quart nord-ouest de la France, disposent désormais d'une batterie extrêmement complète de renseignements, tant sur les conditions climatiques (pluie, vent, neige, gel, etc.) que sur l'état des 13 axes routiers principaux (givre, verglas...) sur lesquels ils peuvent se trouver. Ces informations, fournies par la météorologie nationale, reflètent la situation présente, mais la prévoient aussi pour les heures à venir.

La photo ci-dessus montre ainsi une prévision météo établie le 1^{er} mars à 13 heures, pour la situation à 22 heures : fortes chutes de neige par endroits, ailleurs faibles chutes de neige, de gel et enfin une zone de pluies fréquentes.

Connaissant l'heure de départ et la vitesse des véhicules, le chef de service peut définir les meilleurs itinéraires à suivre par les conducteurs. De même que ceux-ci, en cas de changement météorologique soudain, sont à même de modifier leur plan de route. A la clef, une sécurité accrue et une amélioration des conditions de conduite.

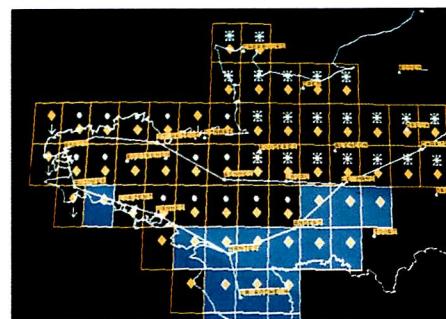
Comment fonctionne le système ? Les prévisions sont élaborées par le centre régional de la météorologie nationale de Rennes, qui

PALETTE	CONDITIONS METEOROLOGIQUES	TSRO (TSRP)
■	PLUIE VERGLACANTE	W
■	PLUIE VERGLACANTE PAR PLACES	U
■	GEL GENERALISE (T < -3°C)	D
■	GEL FAIBLE PAR PLACES (-3°C < T < 3°C)	C
■	PLUIE FORTE	I
■	PLUIE OU BRUME FAIBLE	F
*	FORTES CHUTES DE MEIGE	Q
*	FORTES CHUTES DE MEIGE PAR PLACES	P
•	FAIBLES CHUTES DE MEIGE	O
•	FAIBLES CHUTES DE MEIGE PAR PLACES	M
▼	AVERSES DE PLUIE FREQUENTES	H
△	AVERSES DE PLUIE RARES	G
■	BROUILLARD GENERALISE (VISI < 200 m)	L

les réactualise toutes les trois heures, jour et nuit. Elles sont transmises par liaison informatique directe à un ordinateur implanté au siège de Prost-Transports. L'écran de cet ordinateur affiche une carte quadrillée de 56 rectangles, chacun de 40 x 60 km. En sélectionnant le rectangle désiré, celui-ci occupe alors tout l'écran et visualise les prévisions par une batterie très complète de symboles (*voir photo ci-contre*).

Actuellement, les chauffeurs trouvent ces prévisions actualisées à chacune de leurs étapes : soit auprès des bureaux de Prost, soit auprès des différentes succursales (distantes au maximum de 200 à 300 km) des entreprises auxquelles ils effectuent leurs livraisons.

La prochaine réalisation sera la



météo embarquée : les camions seront reliés à l'ordinateur central du transporteur et leurs chauffeurs disposeront en direct et en permanence de toutes les informations et prévisions délivrées par le centre météo de Rennes.

INDUSTRIE ALIMENTAIRE

Œufs cassés, œufs pas cassés



Déetecter si les œufs que les poules en batterie pondent par dizaines de milliers sont fêlés ou présentent quelque anomalie — ce qui est de la plus haute importance pour les chaînes de conditionnement —, cela ne pouvait jusqu'ici se faire que visuellement et manuellement. Un travail qui demande beaucoup d'attention et n'est pas vraiment passionnant. On conçoit aisément qu'une machine le

fasse plus rapidement, mieux et de façon moins coûteuse.

Cette machine vient d'être mise au point par la firme japonaise Nabel Corp. Elle utilise le principe de l'indice de résonance propre à chaque matière. Une vibration est ainsi appliquée à chaque œuf et une sonde mesure la propagation de l'onde dans la coquille et la compare à celle d'un œuf de référence, en parfait état. Toutes les

éventuelles anomalies d'une coque sont ainsi, assure-t-on, détectées sans faille.

La machine s'installe au niveau des convoyeurs, juste après la ponte. Elle peut analyser 60 000 œufs/heure. L'histoire ne dit pas si les œufs cassés seront vendus au rabais par les crémierres, problème économique fondamental qui préoccupait tant Fernand Raynaud...

CONCOURS

Inventez, Legrand fabriquera (peut-être)

Démarche pragmatique choisie par Legrand — première société mondiale dans le domaine de l'appareillage électrique — pour organiser son "challenge" 1990-1991. Elle propose aux concurrents quatre sujets correspondant à leurs niveaux scolaires et universitaires.

Elle demande ainsi d'étudier et de réaliser un système automatisé de remise à l'heure aux étudiants de BTS et d'IUT ; un indicateur de consommation aux élèves du bac F3 et aux étudiants européens de même niveau ; un bloc de localisation des défauts d'isole-

ment aux élèves du bac professionnel ; enfin, aux élèves de BEP un panneau de démonstration des variateurs de puissance fabriqués par la firme.

Aucun "bricolage" n'est admis : les équipes de lycéens ou d'étudiants (une quarantaine après sélection) doivent être encadrées par leurs professeurs et chacune doit étudier la viabilité économique de son projet et rédiger le dossier technique, ainsi que les notices d'installation et d'utilisation. Il s'agit d'apprendre aux jeunes à réfléchir sur la totalité d'un produit,

et notamment à intégrer en amont l'étude de marché et en aval le budget et la fiabilité.

A côté de diverses récompenses, les meilleures réalisations pourront être produites et commercialisées par Legrand — après accord avec leurs concepteurs.

Les concurrents sélectionnés bénéficieront de bourses de 5 000 à 8 000 F pour mener leurs études à bien. Pour tout renseignement : Legrand, a/s Edouard Fleury, Inforep, 36 rue Etienne-Marcel, 75002 Paris ; tél. (1) 42 36 21 52 et (1) 42 36 21 53.

TRANSPORTS

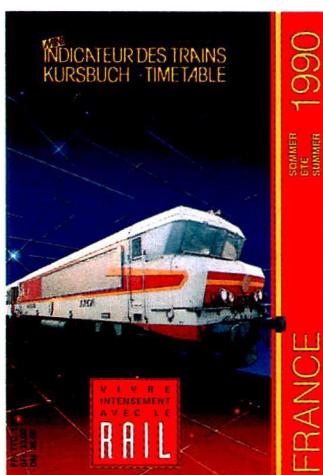
L'indicateur des trains français : un "best-seller"... suisse !

Nous recevons des Chemins de fer fédéraux suisses une information qui ne manque véritablement pas de piquant. Elle prêterait même à un vaste éclat de rire, si ce n'était tristement à nos dépens.

Les Chemins de fer suisses nous font en effet savoir que, après tant d'années, on trouve enfin à nouveau en France un indicateur des trains... qu'ils ont édité. Programmer un voyage par ses propres moyens était, en effet, devenu pratiquement impossible depuis l'arrêt

par Chaix, en 1974, de ses fameux horaires et l'abandon par la SNCF de ses traditionnels indicateurs officiels — dans toute l'Europe, on continue au contraire à pouvoir se procurer un indicateur dans chaque kiosque ou guichet de gare. En France, pour se renseigner, il ne restait aux voyageurs que les interminables attentes téléphoniques, les queues dans les gares, ou le coûteux Minitel (0,98 F/min).

La Librairie des indicateurs (un service unique au monde des Chemins de fer fédéraux suisses) nous dit que cette situation, unique en Europe, avait le « don de fâcher tout particulièrement les touristes ». Elle a donc décidé de mettre à leur disposition un mini-indicateur — le *Rail France*, 120 FF dans toutes les librairies de l'Hexagone —, il contient toutes les lignes de tous les trains français — sauf ceux de la banlieue de Paris. Gageons que cette "nouveauté" figurera parmi les best-sellers de l'année... Et, en un sens, réjouissons-nous de cette irritation des touristes, à l'origine de cette publication : preuve qu'ils ont encore le désir de venir en France.



LOGICIEL

Hugo corrige votre copie

L'orthographe et la grammaire, instantanément et pour 1 174,14 F TC, voilà ce que vous propose le logiciel Hugo.

Mauvais accords, verbes mal conjugués, majuscules manquantes, il décèle et corrige toutes les fautes. Pour un peu, il s'occuperait même de votre style, puisque, déjà, il signale les doublons. Il est vrai que son vocabulaire est particulièrement riche : son dictionnaire comporte 31 500 mots, soit 400 000 formes, alors que l'on sait que le langage courant se limite à 2 000, 3 000 mots. Hugo peut même suggérer de nouvelles combinaisons phonétiques, lorsque celles qu'il lit lui paraissent peu heureuses...

Pour son créateur, la société Softissimo, qui diffuse déjà les premiers dictionnaires de traduction électronique — les logiciels Collins On-Line —, Hugo s'inscrit dans une démarche plus vaste, qui vise à mettre l'informatique au service de la linguistique.

Hugo travaille sur ordinateur de types IBM PC/XT/AT, PS-2 ou compatibles. On le trouve chez tous les revendeurs de micro-informatique, ainsi que dans les magasins de l'enseigne FNAC.

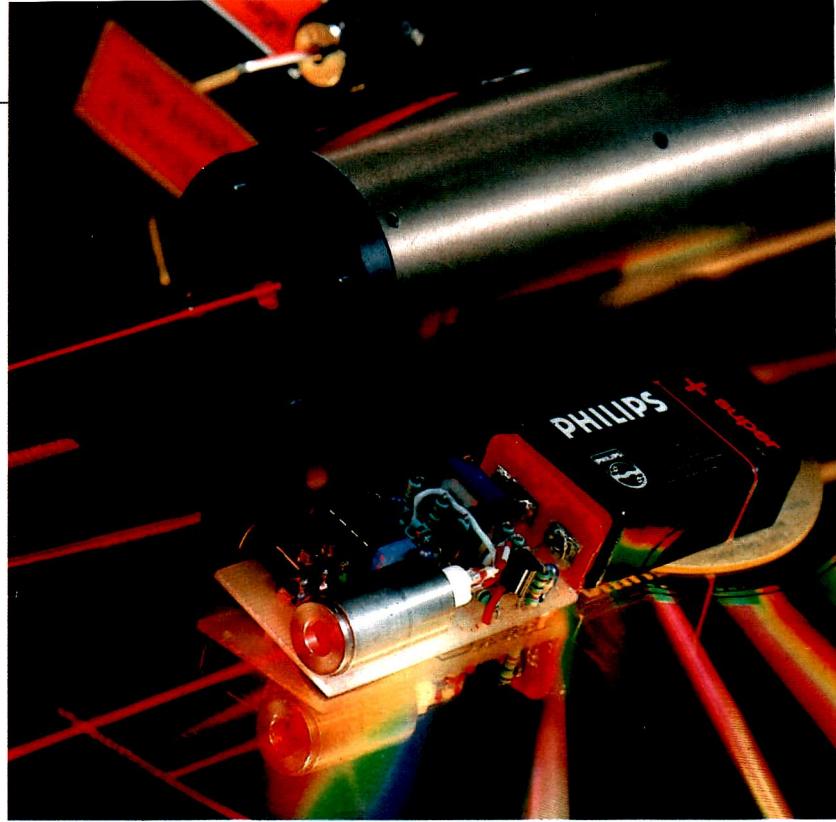
Le fromage, pas le cholestérol. "Garden" est un peu au fromage ce que la margarine est au beurre. C'est le premier fromage à pâte molle à ne renfermer aucune graisse d'origine lactique, mais seulement des matières grasses végétales et à présenter ainsi une infime teneur en cholestérol : 0,008 g pour 100 g. Cette création française est paradoxalement due à une coopérative laitière, celle du Mont-Saint-Michel, qui collecte 105 millions de litres de lait auprès de 900 producteurs. La nouvelle pâte n'est pas pour autant un produit de régime ou "allégé" : sa valeur énergétique atteint 295 calories pour 100 g.

10 milliards de photocopies en trop en France sur les 50 milliards effectuées l'an dernier, estime le Syndicat national de l'édition (SNE). Ce sont celles qui ont porté sur des copies de livres, d'articles, de partitions musicales et autres œuvres intellectuelles normalement protégées par le copyright. Le SNE estime que ces copies illicites, sans versements de droits aux auteurs, ont doublé d'une année sur l'autre. Principales accusées : les universités. 43 millions de photocopies sont faites chaque année dans leurs bibliothèques.

Contrôle automatique de la vitesse des véhicules dans les virages, grâce à un système mis au point par Mitsubishi Automobiles. Un micro-processeur contrôle la poussée du moteur selon la courbe et évite le dépôt du véhicule vers l'extérieur. Ce système devrait aussi permettre un démarrage en douceur sur route enneigée ou verglacée, quelle que soit la frénésie avec laquelle le conducteur appuie sur son accélérateur.

Substance cosmétique inorganique qui change de ton selon l'éclairage ambiant mise au point par la firme japonaise Shisheido. Les substances organiques connues qui ont cette propriété sont souvent instables lorsqu'elles sont exposées à une forte luminosité et, surtout, nocives pour la peau.

Premier écran au monde à cristaux liquides de dimensions A4 mis au point au Japon par la firme Hitemitsu Kosan. Il s'agit encore d'un prototype, mais cela laisse déjà penser que la télévision murale est pour très bientôt.



DISQUES COMPACTS

Le rayon laser bientôt visible ?

Si les fabricants veulent bien procéder aux aménagements nécessaires, les possesseurs de lecteurs de disques compacts pourraient prochainement avoir un nouveau plaisir, visuel cette fois, puisque la technique permet désormais de leur donner à voir cette fameuse lumière laser qui assure la qualité de lecture de leur installation.

Ils apercevront alors une lumière de couleur rouge clair (longueur d'onde de 633 nanomètres), exactement la même que celle émise par le laser à gaz hélium-néon utilisé dans les imprimantes à laser et les lecteurs de codes à barres.

Jusqu'ici, les lasers à semi-conducteurs, utilisés sur les chaînes audio en raison de leur caractère compact, diffusaient (longueur d'onde 670 nanomètres) une "couleur" se situant entre l'infrarouge (invisible) et un rouge sombre à peine perceptible. On ne pouvait les faire fonctionner sur 633 nm en raison de trop fortes pertes d'énergie par dissipation dans le semi-conducteur.

Les chercheurs de Philips viennent de réussir à réduire ces pertes

de manière si importante que ce type de laser, émettant sur la même longueur d'onde que le laser à gaz hélium-néon, est désormais parfaitement réalisable. Le nouveau laser est très peu encombrant et ses performances sont telles qu'une simple pile suffit à l'alimenter. Comme les technologies des semi-conducteurs sont parfaitement maîtrisées, il peut être produit de manière fiable en grandes quantités. Notre photo sera plus parlante : au premier plan, le nouveau laser avec son circuit de commande et sa pile d'alimentation, devant un laser conventionnel à gaz hélium-néon.

Le secret du semi-conducteur nouvelle version ? Son cœur, c'est-à-dire la source de lumière, est constitué de plusieurs couches extrêmement minces — dix mille fois plus minces qu'un cheveu humain — d'un cristal composite de gallium, d'indium et de phosphore. Et ces couches émettent dans le rouge sombre. Les chercheurs ont réussi ; la technique est là. Reste aux commerciaux à se décider à la mettre sur le marché.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.



LES BATEAUX QUI ONT DES ROUES...

Quoi ?

Un bateau qui n'a besoin ni de place d'amarrage ni d'endroit où parquer sa remorque. Constituée d'un système modulaire, cette dernière est escamotable. Elle disparaît, en un rien de temps et sans effort, dans le coffre de la voiture, les roues et leurs supports se rabattant dans le bateau lui-même. En cinq minutes le bateau est à l'eau, ou réattelé à la voiture.

Comment ?

Juste avant la mise à l'eau on enlève, pour les ranger dans le coffre de la voiture, les garde-boue, le support pour feux arrières, la plaque d'immatriculation, les différents câbles, l'axe central (en trois parties) et la flèche avant de remorquage avec la petite roue directionnelle (diamètre 30 cm).

Lorsque le bateau flotte, c'est au tour des roues de disparaître : elles sont montées sur un système télescopique qui permet de hisser et de basculer manuellement le tout à l'intérieur de petits logements placés de part et d'autre du bateau (diamètre des roues : 50 cm). Ces "caches" étant couvertes par un coffrage, on peut naviguer. Une autre solution permet aussi de décrocher les roues et de les ranger dans le coffre de la voiture.

**Marché ?**

Les places d'amarrage sont de plus en plus rares et de plus en plus chères. Et les plaisanciers qui en obtiennent une voient leurs bateaux, qui restent amarrés toute l'année, soumis aux vols, aux déprédations et aux dégâts naturels.

Ceux qui sont condamnés à la remorque le sont du même coup à des manœuvres longues, complexes... La remorque est en outre encombrante : où la parquer après avoir mis le bateau à l'eau ?

La société suisse qui a mis au point cette innovation entend commercialiser l'ensemble bateau plus remorque. A part le moteur, tout est compris, depuis la bâche de couverture jusqu'à la stéréo, aucune option n'est à prévoir. Le premier modèle qui va sortir est un hors-bord de 7 places (5,10 m × 2,01 m ; poids sans moteur 585 kg). Coût : environ 100 000 F. Suivront un bateau avec 2 couchettes et un cabin-cruiser avec 2 couchettes, un salon transformable, une cuisine, des WC et une douche.

Pour qui ?

Cette société, qui détient les brevets et démarre la fabrication, souhaite céder des licences ou s'associer à des partenaires éventuels pour l'Europe ; céder des licences de fabrication pour les Etats-Unis, l'Australie et l'Extrême-Orient.

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.

DROGUE

La chimie sous surveillance

Le pavot, le chanvre indien, la cocaïne, le cannabis ne se transforment en drogues que travaillés avec des produits chimiques, en particulier des solvants et des acides. Ces substances ne sont pas fabriquées dans de mystérieux laboratoires souterrains par des individus ayant partie liée avec la pègre qu'il s'agirait de déceler pour mettre fin à leur coupable industrie, mais bien au grand jour par des entreprises tout à fait respectables et insoupçonnables, car leur production sert à d'innombrables applications industrielles, aux premiers rangs desquelles les peintures, les vernis et la colle.

Au moment où, bon gré mal gré, les pays en développement producteurs d'"herbe" font des efforts considérables pour réduire leurs cultures, il serait paradoxal que ce soit la chimie des pays développés qui continue à alimenter le circuit mondial de la drogue. Ainsi les Etats-Unis ont-ils récemment mis en place des lois sévères mettant les produits chimiques "sensibles" sous haute surveillance.

C'est maintenant le tour de l'Europe. Un ensemble de mesures va bientôt "encadrer" douze substances chimiques : tenue de registres spéciaux par les professionnels intéressés, fabricants ou négociants ; annonce préalable obligatoire de l'expédition de certaines substances ; autorisation donnée aux autorités de retarder ou même de bloquer ces envois. Enfin, les différents Etats européens seront tenus de prévoir des sanctions sévères, ainsi que d'échanger toutes leurs informations. On ne pourra alors plus laisser faire d'un côté ce que l'on condamne si haut et fort de l'autre.



LOGICIELS

Open Door programme votre voyage

Un souci de moins pour les secrétaires des hommes d'affaires britanniques : un logiciel, qui marche sur tous les équipements compatibles IBM, est désormais à même d'organiser les voyages de A à Z et de programmer, selon les désirs les plus précis, tout ce qui "tourne" autour.

"Open Door" ne se contente pas d'établir, en quelques minutes, d'après les réponses aux questions « Où voulez-vous vous rendre ? » et « Quand ? », un itinéraire complet du trajet à accomplir par route (avec tables de distance des parcours), chemin de fer, avion ou même ferry — aux horaires parfaitement exacts puisque le programme est régulièrement remis à jour deux fois par an.

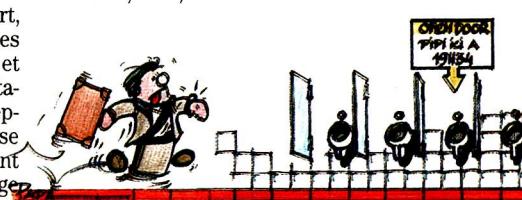
Il propose également une liste d'hôtels en précisant leur confort, leur situation, la distance qui les sépare des lieux de rendez-vous et les moyens de s'y rendre, leurs tarifs, les modes de paiement acceptés et même les distractions qui se trouvent dans leur environnement immédiat. Au candidat au voyage,

de choisir l'établissement qui répond le mieux à ses désiderata.

Mais Open Door fournit encore bien d'autres renseignements : par exemple les numéros de téléphone des centres de location de voitures, l'adresse des bureaux de banque et des distributeurs de billets les plus proches, etc.

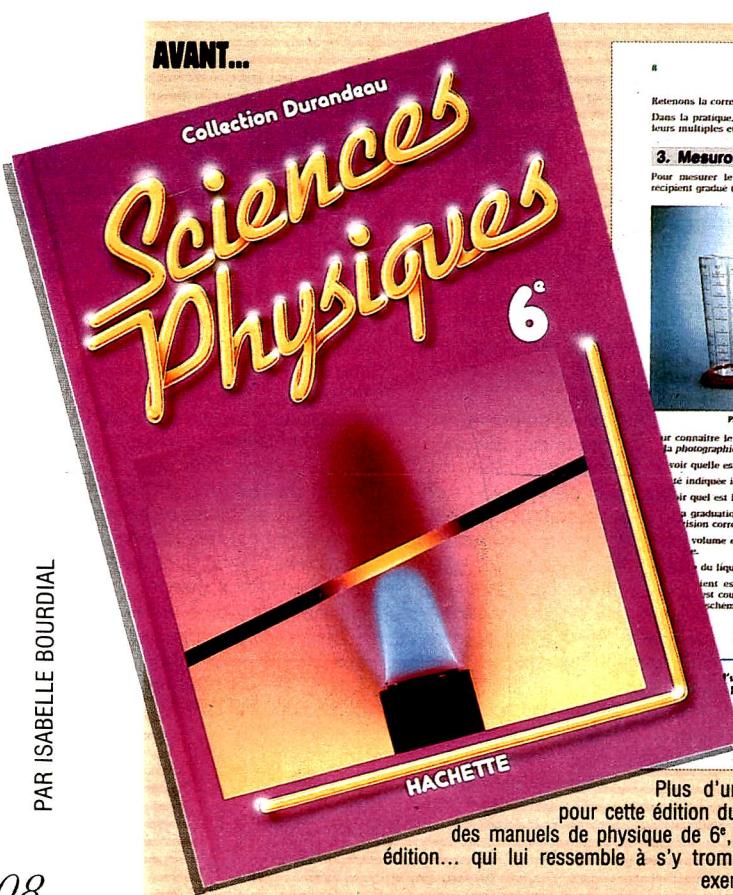
Lorsque le voyage sera arrêté, le logiciel imprimera son programme, qui précisera tous les emplacements où l'homme d'affaires doit se rendre, les numéros de téléphone à contacter, les réservations à confirmer. Open Door lui servira même ensuite à recenser et à calculer ses frais professionnels.

Pour tout renseignement : Lucidus Ltd. 10 Hanborough Business Park ; Long Hanborough, Oxfordshire, OX7, 2LH.



LA DURE EXISTENCE DES BEST-SELLERS SCOLAIRES

Avec onze millions de lecteurs forcés et des programmes sans cesse renouvelés qui entraînent sa perpétuelle réédition, le livre scolaire prospère. Il réalise même des ventes à faire pâlir l'édition littéraire. Mais la vie (et l'Education nationale) lui réserve parfois quelques surprises...



AVANT...

Collection Durandeau

Sciences Physiques

6^e

HACHETTE

Fig. 3

Retenons la correspondance (fig. 3).
Dans la pratique, on exprime les volumes en l ou en m^3 (avec leurs multiples et sous-multiples).

3. Mesurons un volume

Pour mesurer le volume d'un liquide, on le verse dans un récipient gradué (photo 4).

Photo 4. Différents récipients gradués.

Fig. 3

1 dm = 1 dm = 1 dm = 1 l

Photo 5

CSN ml n° 20°C

10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Photo 6

mauvais
bon
V = 50 ml

Fig. 6. Comment lire le volume d'un liquide avec une épreuve graduée.

Un liquide occupe une place qu'il occupe. Il est indépendant de la forme du contenant. Pour mesurer le volume d'un liquide, on utilise un récipient gradué.

Plus d'un million d'exemplaires vendus depuis 1986 pour cette édition du *Durandeau* (à gauche). En tête du hit-parade des manuels de physique de 6^e, ce "best-seller" est menacé par une nouvelle édition... qui lui ressemble à s'y tromper. La couverture, la maquette et quelques exercices supplémentaires font toute la différence.

Curieux marché que celui de l'édition scolaire : l'acheteur n'est, en effet, ni celui qui choisit ni celui qui utilise le manuel. Depuis 1890, les communes, plus rarement l'Etat, prennent à leur charge l'achat des livres d'école primaire et les prêtent aux élèves durant l'année scolaire. Les élèves des collèges bénéficient de la gratuité depuis 1977, mais, cette fois, c'est essentiellement le ministère de l'Education nationale qui débourse. Au lycée et dans les établissements techniques, la dépense revient aux familles, pour qui l'investissement n'est pas négligeable : il représente jusqu'à 1 500 francs par élève. Mais les parents paient sans pour autant choisir, cette responsabilité ayant été accordée aux enseignants par Jules Ferry à la fin du XIX^e siècle. Au collège, le choix incombe à un conseil d'enseignement composé de professeurs de toutes disciplines. A l'école primaire, il est fait par les instituteurs à partir d'une liste établie par l'inspection d'académie.

Les enseignants disposent de moins de deux mois pour examiner et comparer les spéci-

mens que les éditeurs leur adressent généralement au mois de mai. Le choix est vaste : le guide des manuels scolaires (¹) ne dénombre pas moins de 656 collections de manuels utilitaires pour le lycée et 737 pour le collège, certaines collections comptant jusqu'à sept titres. Ne parlons pas des compléments à l'enseignement, regroupés sous l'appellation "para-scolaire", qui justifient un article à eux seuls. Bien souvent, les enseignants sélectionnent les livres sur leur seule "carrosserie", c'est-à-dire l'habillage du texte : maquette, illustrations, couverture...

C'est d'autant plus paradoxal que les enseignants prennent connaissance des nouveaux programmes et construisent leurs cours à partir des manuels, et non en lisant le *BO* (le *Bulletin officiel* est en quelque sorte le *Journal officiel* de l'Education nationale) qui publie les programmes officiels. Mais rien n'oblige les éditeurs à suivre ces programmes ou à retirer de leurs catalogues des manuels périmés. Dans la pratique, les maisons d'édition tentent de sortir un nouvel ouvrage à chaque remaniement de programme. Quelques mois séparent la publication des programmes et leur entrée en vigueur, à la

...APRÈS

3. Mesurons un volume

Pour mesurer le volume d'un liquide, on le verse dans un récipient gradué (photo 4). La graduation est l'ensemble des traits. Entre traits consécutifs, on a une division.

Photo 5

Comment faire expérimental

Sur le volume indiqué sur l'éprouvette graduée, le millilitre (ml) correspond à chaque division. Entre les traits 6 et 7 vont 1 ml. Il y a cinq divisions, une division = 0,2 ml.

Sur la photo 5 (que nous désignons par V), niveau de la surface libre du liquide. Si le récipient est bon, sa surface libre est exactement le volume, fais comme sur la photo 6.

Fig. 6 * Comment lire le volume d'un liquide avec une éprouvette graduée.

à l'essentiel

Le volume d'un liquide est l'espace qu'il occupe. Il ne dépend pas de la forme du récipient qui le contient. Pour mesurer le volume d'un liquide, on utilise un récipient gradué.

Verifie que tu as bien appris le cours ⇒ Ex. 1 ; 2.

13.

63

L'ABÉCÉDAIRE DE GRAND-MAMAN SE DÉCLINE TOUJOURS AU PRÉSENT

La méthode Boscher, un classique parmi les méthodes de lecture syllabique, n'est pas de première jeunesse. Par souci de coquetterie sans doute, elle ne mentionne que la date du rachat des droits par Belin, en 1984. Un professeur de linguistique, Hélène Huot, a mené une enquête pour connaître son âge réel (1). En réalité, la toute première édition remonterait à 1906, et les leçons en seraient pratiquement demeurées inchangées depuis. L'édition de 1956 renouvelait le choix des textes de lecture en fin de livret, tandis que celle de 1959 modernisait les illustrations. Pour le reste, la méthode Boscher n'a subi que des transformations mineures. Or, c'est précisément son côté désuet qui séduirait enseignants et parents, grands amateurs, selon Belin, de cet ouvrage vendu jusqu'à dans les supermarchés. Nul doute qu'il évoque de nombreux souvenirs aux parents, mais aussi et surtout aux grands-parents et aux arrière-grands-



le cheval tire la charrue.

parents des jeunes lecteurs, qui n'y trouveront certainement pas le même intérêt. Ce qui convenait à un écolier de 1906 reste-t-il adapté à un écolier de 1990 ? Autrement dit, un manuel de cet âge est-il encore actuel ? Peut-on considérer son succès et sa longévité comme garants de sa qualité ? C'est douteux.

D'abord le rythme d'apprentissage de la lecture induit par cette méthode est trop rapide, ce qui en complique l'utilisation. Peu d'élèves seraient en mesure de progresser à la même vitesse que le manuel. Trois leçons suffisent pour introduire les graphèmes i, u, o, a, e, é, è, ê. Les espaces entre les mots se distinguent mal des espaces entre les syllabes : la lisibilité des textes s'en ressent. Les textes eux-mêmes ne sont pas exempts d'erreurs (la chaloupe, grand canot lourd et robuste, illustrée par une modeste barque, page 22) et d'anachronismes (la chaloupe à voile de la page 24 n'appartient plus à notre fin de siècle). La méthode emploie parfois un vocabulaire

et des expressions pour le moins démodés : aujourd'hui, achèterait-on "du bonbon" comme Léon (page 23) ou "chemineraït"-on en "galoches" pour aller "fagoter du chêne" (page 21) ? Alors que les tournures enfantines sont bannies de l'enseignement, que vient faire le "dodo" (pas le volatile, le lit) de la page 14 ? Parlons des nombreux archaïsmes des illustrations



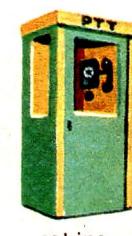
léon achète du bonbon.



la chaloupe



la chaloupe à voile



cabine



le dodo

rentrée scolaire suivante. Une série d'avant-projets informe enseignants et éditeurs de la nature des changements au cours de l'année précédente. En fin de compte, les auteurs, qui font partie du corps enseignant pour la plupart, n'ont souvent que leurs vacances d'été à mettre à profit pour rédiger — en toute hâte — les nouveaux manuels. Les maisons d'édition ont du pain sur la planche, car la durée de validité des programmes s'est notablement raccourcie. Alors que les programmes établis en 1945 sont demeurés inchangés pendant trente ans, la réforme Haby a profondément transformé ceux des collèges, de la 6^e, en 1977, à la 3^e, en 1980. De 1986 à 1989, une

seconde réforme a encore remodifié les programmes de ces classes. 1981 voyait le changement de tous les programmes de mathématiques de seconde, suivis les deux années suivantes par les classes de première et de terminale. La deuxième vague succéda à la première en 1987. Mais le programme de seconde connut un réajustement supplémentaire en 1985 ; il vient de nouveau d'être modifié en mai 1990. À l'école primaire, les changements les plus récents prirent effet en 1974 et en 1985.

Loin de gêner les éditeurs, ces bouleversements les servent, puisque un changement des programmes implique, en théorie, le renouvellement des

or. cl. ac. gr. ul. ou. oi. eu. ar. il. oc. al. ic.

relevés par les trois psychologues scolaires auxquels nous avons soumis le livret. Ils font la part belle à un monde rural qui tient du décor d'opérette. L'agriculteur (page 21) qui, avec son cheval, laboure en salopette bleue, chemisette blanche et petit chapeau rond a-t-il jamais existé ? Au fil des pages se succèdent des modèles sociaux dépassés. On y découvre une maman qui ne fait que materner quand elle n'est pas accaparée par les travaux ménagers. Papa travaille à l'extérieur, mais ne manque pas pour autant de loisirs. Il bricole, s'amuse avec les enfants (ou les punit) quand il ne lit pas son journal. Leur progéniture n'échappe pas à cette répartition des tâches. Eliane ourle un joli mouchoir pour son père (page 35), tandis qu'Henri (au temps des Colonies) a voyagé en Algérie et au Maroc (page 52)... Etonnante aussi l'importance accordée au tabac (onze références) et à l'alcool (six références). Il est difficile de mesurer l'impact de ces modèles traditionnels et figés sur de jeunes élèves qui déchiffrent. Hélène Huot est de ceux qui minimise l'importance du sens et du contexte des mots. Mais tel n'est pas l'avis de Simone Gouffier, membre du Syndicat des psychologues scolaires, qui pense que les enfants y sont au contraire sensibles. Dans ce cas, la méthode Boscher ne devrait pas favoriser leur ouverture d'esprit !

(1) Dans la jungle des manuels scolaires, Hélène Huot, Editions du Seuil, 1989.



le facteur porte le journal.

our. oir. eur.

peur. soir. cour. fleur. voir. four

bon jour. bon soir. dor toir. mi roir. four mi. sar cleur.
cour se; va peur. bour don. de voir. cha leur. era choir.
un ti roir. un dan seur, une bourse. le pêcheur. la cour.
le fac teur por te le jour nal. la four che du la bou reur.
le cul ti va teur li ra le soir. va voir le doc teur.
é li a ne our le un jo li mou choir pour son pè re.



un bourdon



une fourche



un sécateur

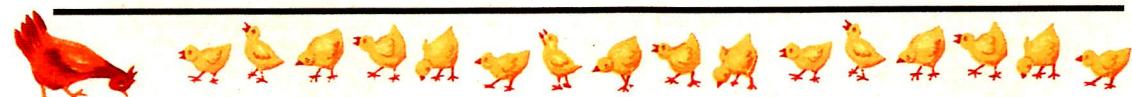
un sécateur. le journal. la vapeur. l'abreuvoir.
victor a vu le facteur. andré a une fleur blanche.
un butoir. le cultivateur a une fourche, un semoir.

fourmis



14 - 7 =	14 - 6 =	14 - = 10	7 + = 14
14 - 10 =	14 - 8 =	14 - = 11	14 - = 5
14 - 4 =	14 - 5 =	14 - = 12	13 - = 8
14 - 12 =	14 - 13 =	14 - = 9	10 + = 13
14 - 11 =	14 - 9 =	14 - = 7	8 + = 14

flous



manuels correspondants. En pratique, parfois, ce n'est pas toujours le cas. Cette manne est cependant diminuée du fait que la prise en charge financière par l'Etat s'est assortie de l'obligation, pour les collèges, d'utiliser au moins quatre ans un manuel avant de le changer.

Avec environ 11 millions de lecteurs assurés et une douzaine de disciplines différentes, le marché est donc avantageux. L'édition scolaire a vendu 60 millions de manuels en 1989 et réalisé un chiffre d'affaires de 1,85 milliard de francs (en comptant le parascolaire), en progression de 10,4 %. Ce marché est principalement couvert par un petit nombre de

majors de l'édition, le reste étant ouvert à une pléiade de petites maisons d'éditions. A eux deux, Hachette et Nathan détiendraient environ 60 % du marché ; Hatier et Bordas se partageant 20 % (*). Alors qu'un livre ordinaire est édité en moyenne à 11 000 exemplaires, le tirage moyen des manuels scolaires du primaire dépasse 14 000, tandis que le secondaire (collège et lycée) franchit allègrement la barre des 18 000.

Avec la croissance de la concurrence et du nombre de titres, les gros tirages sont, dans l'édition scolaire, moins nombreux que par le passé. La durée de vie d'un titre s'est sensiblement écourtée.

(suite du texte page 164)

6^e ET 5^e : PLUS DE CHIMIE NI DE PHYSIQUE !

Parce que le ministre de l'Education a jugé qu'on en apprend trop aux élèves et que la chimie et la physique sont rebutantes, ces deux matières viennent d'être supprimées des programmes de 6^e et de 5^e. Décision qui déconcerte enseignants et parents d'élèves et qui est en totale contradiction avec les opinions émises jusqu'à présent par le ministre de la Recherche.

Par suite d'un enchaînement d'erreurs passées, d'appréciations présentes erronées, de méconnaissance profonde des problèmes et d'opportunisme financier, qui laisse songeur, les jeunes Français des classes de 6^e et de 5^e n'apprendront plus, comme on l'a su au mois de juillet, la physique ni la chimie. Cette décision, qui va à contresens des vœux de tous les pays industriels, mérite l'analyse.

Le 2 juillet dernier, le Conseil national des programmes scolaires proposait la suppression des deux disciplines scientifiques en question dans les deux premières classes du secondaire. Mis en place par Lionel Jospin, ministre de l'Education, de la Jeunesse et des Sports, le 6 mars, ce conseil a pour mission de l'éclairer sur la conception générale des enseignements, les grands objectifs et leur adaptation au développement des connaissances. Le ministre l'avait pressé de présenter ses premières propositions applicables à la rentrée 1991. Le projet de suppression de la physique et de la chimie se transforma en arrêté ministériel.

Hormis le SGEN-CFDT, la décision a suscité un tollé chez la plupart des syndicats d'enseignants, de l'Association des professeurs de sciences physiques, de l'Union des physiciens, des parents d'élèves de la PEEP... A peine deux semaines plus tard, le Conseil supérieur de l'éducation rejetait l'arrêté par 44 voix contre 5. Organisme consultatif lui aussi, composé en particulier de représentants des enseignants, des enseignants-chercheurs et des parents d'élèves, ce conseil siégeait là pour la première

fois. Il a, lui aussi, été créé par le ministre et mis en place le 14 juin dernier. Néanmoins, le ministre passa outre ce rejet et, le 27 juillet, l'arrêté fut publié au *Journal officiel*. Plus de physique ni de chimie en 6^e dès la rentrée 1991, et en 5^e, dès la rentrée 1992. Mais les horaires d'enseignement de ces disciplines passeront d'une heure et demie à deux heures en 4^e en 1993, et en 3^e en 1994.

L'argumentation développée par le ministre est d'abord que les 11-12 ans sont trop jeunes pour s'initier à la physique et à la chimie. On peut observer à cet égard qu'introduit depuis 1976 l'enseignement de ces matières s'inscrivait pourtant en droite ligne de l'objectif imparié aux collèges et qui est le développement de la pensée logique. Faut-il rappeler que l'arrêté du 14 novembre 1985, fixant les programmes scolaires du 1^{er} cycle, précisait que les élèves « devaient devenir progressivement capables d'observer les réalités, d'analyser des idées et des concepts, de les organiser pour construire des raisonnements, de commencer à argumenter de façon rigoureuse » ? Serait-ce donc que la capacité intellectuelle des enfants a baissé depuis 1985 ?

Autre élément de l'argumentaire officiel : « Faire disparaître des redondances inutiles (sic) dans les programmes des classes de 5^e et de 3^e et éviter des recouplements fâcheux entre les programmes de physique et ceux de technologie, en ce qui concerne l'électricité, la mécanique et l'électronique. » Cela signifie qu'on avait donc entériné, en 1984, des programmes de technologie qui doublaient ceux de physique ! Il eût suffi de quelques aménagements pour remédier à cet état de fait. Non, on a préféré



supprimer deux matières fondamentales dans la connaissance du monde contemporain et dans l'enseignement scientifique.

Troisième argument : la nécessité de « commencer la formation à la culture scientifique au collège par la biologie et la technologie, qui, par leur caractère concret et attrayant, sont plus directement accessibles à de jeunes élèves ». Les physiciens et les chimistes apprécieront.

On trouve dans le discours ministériel ce constat : l'enseignement serait resté "abstrait" et "rebutant", décourageant même les vocations ; ne serait-ce pas plutôt que l'enseignement de la physique et de la chimie n'aurait pas bénéficié de crédits suffisants pour être satisfaisant ? En effet, ces deux sciences exigent davantage de manipulations de la part des élèves que de cours magistraux ; elles nécessitent donc des installations appropriées. A l'appui de notre observation, le rapport Bergé de la mission de réflexion sur l'enseignement de la physique, qui, en 1989, dénonçait les « conditions de grande misère » dans lesquelles cet enseignement est aujourd'hui appliqué : professeurs insuffisamment

formés à l'enseignement des sciences et en particulier à l'expérimentation, horaires trop morcelés, manque de crédits, de matériel, de personnel de laboratoire... Diriger des travaux pratiques avec trente élèves est une gageure ; pourtant, le SNES-FEN, principale organisation des enseignants du second degré, relevait que 57 % des classes de collège comptent plus de 24 élèves.

Ne serait-ce pas aussi que l'étrange mesure du ministre permet à terme l'économie de 3 200 postes de professeurs de physique-chimie, ce qui est un gain de postes substantiel en cette période de pénurie d'enseignants ?...

A la session 1990 du concours pour recruter les futurs professeurs, le CAPES, il n'y avait que 1 367 candidats pour 1 530 postes à pourvoir. Dans de pareilles condi-

tions, le jury ne peut que baisser le niveau d'admission, ce qui explique un taux d'admissibilité de 90 % en 1990. Aura-t-on la cruauté d'insister sur le fait que le seuil d'admissibilité a été placé à 2,5 sur 20 seulement cette année et qu'une note de 5,5 sur 20 a suffi pour décrocher le CAPES de physique ? Malgré cela, la moitié des postes sont restés non pourvus, ce qui favorise le recrutement de maîtres auxiliaires, dont 39 % ne possèdent pas la licence et 10 % le baccalauréat...

Est-ce un hasard ? Le pourcentage de professeurs agrégés et certifiés en physique (59 % en France métropolitaine en 1989) dans les collèges est inférieur à celui des maths (76 %), de la biologie (70 %), de l'histoire et géographie (66 %), du français (lettres classiques 86 %, lettres modernes 70 %), de l'allemand (73 %), de l'anglais (71 %)...

Peut-être pensera-t-on que le ministre a cédé aux circonstances. Ce n'est pas l'avis de la Cour des comptes, qui, dans son rapport de 1990, accusait le ministère de la rue de Grenelle de procéder à des recrutements mal organisés, sans référence aux besoins. Le nombre des postes serait dicté par les

exigences du court terme et fluctuerait beaucoup trop. « Se résoudre à accepter d'aussi fortes variations, disait ce rapport, c'est mésestimer leurs effets dommageables sur la qualité et l'homogénéité du recrutement et supposer à tort qu'un fort accroissement du nombre de postes à pourvoir susciterait un afflux immédiat de candidats... » Le même rapport dénonçait l'insuffisance des moyens affectés à la formation des enseignants. Peut-être alors le ministre manque-t-il de moyens ? Ce n'est pas ce qu'indique son budget : depuis plusieurs années, son ministère est privilégié. Première priorité nationale, l'Education se voit attribuer le budget civil le plus important. En augmentation de 6,4 %, il atteint 227,4 milliards de francs.

On reste encore plus songeur quand on a entendu les discours officiels sur la valorisation de la connaissance scientifique. Le 5 décembre 1989, à l'ouverture des états généraux de la culture scientifique et technique, le ministre de la Culture, cette fois, déclarait que les sciences et les techniques font partie intégrante de la culture. Puis Hubert Curien, le ministre de la Recherche et de la Technologie, regretta que l'accroissement du champ de connaissances et l'apparition de nouvelles technologies n'aient pas mieux servi la culture scientifique, technique et industrielle. Pis, elle régresse ! Selon un sondage SOFRES réalisé en février 1989, 73 % des Français (contre 66 % en 1972) considèrent qu'il n'est pas nécessaire d'avoir des connaissances scientifiques pour être cultivé.

Le ministre de l'Education n'a sans doute pas entendu son collègue de la Recherche ; ou peut-être est-il d'un avis opposé. Ou bien encore ne se rappelle-t-il plus les termes de ses propres discours. N'est-ce pas lui, en effet, qui, le 6 mars dernier, assurait que « les sciences et les techniques jouent, dans

l'histoire des idées et dans l'évolution de nos sociétés, un rôle grandissant ». Peut-



être encore ignore-t-il que, selon les termes mêmes de son collègue à la Recherche, « la maîtrise d'une culture industrielle est totalement indispensable » et que le chiffre d'affaires de la chimie française, qui l'illustre éloquemment, a été en 1989 de 350 milliards de francs (troisième rang des industries chimiques exportatrices dans le monde) et que ce secteur emploie 270 000 personnes. Comment le lui reprocher ? Qu'est-ce que cela veut dire ? En raison d'une image négative dans l'opinion publique, la chimie manque de professeurs, d'ingénieurs et de techniciens supérieurs. Le ministre de l'Education est, de toute évidence, d'accord avec cette opinion publique-là. Reste à se demander si le rôle d'un ministre est d'être de l'avis général. On conçoit en tout cas que, fait singulier, le ministre de la Recherche ait refusé de commenter pour nous la décision de son collègue.

Toujours est-il que d'autres modifications des programmes scolaires sont prévues, puisque le Conseil national des programmes remettra, entre décembre et février prochains, de nouvelles propositions concernant l'enseignement scientifique, mais aussi d'autres disciplines, au ministre de l'Education. Reste à savoir si ces propositions iront dans le sens de la loi d'orientation du 10 juillet 1989 ; celle-ci prévoyait une évolution "en profondeur" de notre système éducatif ; on en avait méconnu les implications. C'est ainsi qu'elle assignait à la scolarité élémentaire et secondaire de rompre avec l'"encyclopedisme", les élèves ingurgitant trop de connaissances au goût du ministère.

Cette appréciation se prête aux commentaires : la charge annuelle de nos écoles, mesurée en heures d'enseignement, n'est pourtant pas supérieure à la moyenne européenne ; il se trouve simplement que les horaires français sont plus serrés, parce qu'ils sont répartis sur une année scolaire plus courte. S'il y a allègement de l'horaire hebdomadaire, il devrait se faire au détriment de la durée des vacances.

Des comparaisons : un élève anglais quitte la seconde avec un bagage en chimie équivalent à celui d'un élève français en terminale C, classe qui assure le plus gros horaire scientifique. Pendant la totalité de ses études, un élève français aura donc suivi de quatre-vingt-sept à deux cent vingt-sept heures de chimie de moins qu'un élève allemand (1).

Pour quoi faire, bien sûr ! La chimie et la physique n'intéressent pas les adolescents, assure-t-on. Rompez donc Becquerel, Perrin, Broglie, Néel, prix Nobel de physique, Moissan, Pierre, Marie Curie, Grignard, Sabatier, Joliot-Curie, Lehn, prix Nobel de chimie, vos disciplines encombrent inutilement la tête des jeunes ! Il est bien assez tôt en 4^e pour savoir ce qu'est l'oxygène et connaître le secret des propriétés physique de la matière ! Allez, rompez, vous ennuiez le ministre.

Isabelle Bourdial

(1) Ces valeurs proviennent du rapport Mathey de la mission de réflexion sur la chimie publié en juin 1989.

L'ORDINATEUR FAUX-TOGRAPHE

même en couleurs, est devenu d'une simplicité extrême grâce à l'informatique.

Dorénavant, un simple microordinateur et un logiciel de traitement d'images suffisent là où de véritables artistes passaient plusieurs heures, voire plusieurs jours.

La photographie n'a jamais été la stricte expression de la réalité. Dès son invention, trucages, retouches et maquillages sont venus "arranger" l'image photographique selon les besoins, qu'ils fussent politiques, scientifiques ou publicitaires. Ainsi, après avoir disparu physiquement ou non, de nombreux personnage politiques en disgrâce ont vu leur image s'effacer des photographies officielles de groupe. Un habile découpage, suivi d'une minutieuse retouche, les ont gommés de l'histoire. Des purges stalinien, physiques et photographiques, aux images de propagande d'hier et d'aujourd'hui, la liste des trucages désormais découverts est beaucoup trop longue pour être énumérée. La généralisation de la photographie en couleurs a rendu les retouches manuelles encore plus complexes. Au début des années 1970, l'ordinateur est venu apporter son concours à la manipulation et au traitement d'images. Cependant, jusqu'à la récente apparition de puissants logiciels de traitement d'images sur microordinateur, le coût très élevé et la complexité des gros systèmes informatiques employés réservaient ces applications à des secteurs d'activité qui en avaient les moyens, comme la recherche spatiale ou les travaux sur microscopes électroniques à balayage. Ainsi, les satellites d'observation de la Terre, tel Spot, disposent d'appareils photo électriques, où le film argentique est remplacé par un dispositif à transfert de charge (DTC, ou CCD en anglais), similaire à ceux que l'on retrouve dans les camescopes, mais beaucoup plus performant. Les images sont envoyées sur la Terre par voie hertzienne sous forme binaire (0 et 1). Toutefois, ces images sont inexploitables à l'état brut : il faut qu'ensuite l'ordinateur en augmente la netteté, en élimine les parasites, renforce ou diminue les contrastes, voire

Retoucher une photographie,

modifie les couleurs, pour les rendre lisibles. L'image est ensuite transférée sur film argentique avec une résolution identique, parfois meilleure que celle des appareils photo traditionnels.

Avec l'arrivée du microordinateur Macintosh d'Apple Computer, est apparu un nouveau concept de logiciels. Ceux-ci ne demandent plus à l'utilisateur une connaissance approfondie de l'informatique. Fini les codes à taper au clavier pour obtenir une fonction, un simple curseur qui se déplace à l'écran par l'intermédiaire de la "souris" permet de saisir les "outils" affichés clairement à l'écran. Ceux-ci travaillent alors sur l'image comme on le ferait avec un pinceau, un crayon, un aérographe ou une gomme. On trouve dorénavant des scanners couleurs de bureau performants et peu onéreux pour numériser les images. Cet appareil ressemble à un photocopieur et analyse l'image originale au moyen d'un capteur DTC. Les signaux analogiques qui en découlent sont transformés en valeurs binaires, les seuls que l'ordinateur puisse comprendre. L'association irréelle d'Einstein et de Mick Jagger que nous vous présentons dans ces pages a été réalisée grâce à un scanner noir et blanc Apple et un scanner couleurs Nikon, tous deux reliés à un microordinateur Macintosh IIfx. Numérisée par le scanner noir et blanc, la célèbre photographie d'Einstein, faite le jour de ses 72 ans, a été reprise par le logiciel Adobe Photoshop. Le coloriage de cette image, à l'origine en noir et blanc, est simple, puisque le logiciel propose l'application d'une couleur à un degré de transparence variable, voire en s'adaptant automatiquement aux différentes densités de gris qui apparaissent sur le visage. La partie de la mâchoire masquée par l'écharpe a été dessinée puis coloriée. La photographie en couleurs de Mick Jagger et de son guitariste Keith Richards a

été numérisée par le scanner couleurs puis retravaillée par le même logiciel. Sur la photographie originale, la guitare empiétait sur le bras droit de Mick Jagger. En retouche couleurs traditionnelle, supprimer un détail gênant est tout un art, puisqu'il faut recréer le fond. Trouver la même couleur et l'appliquer délicatement par touches successives n'est pas chose aisée et toute erreur se corrige difficilement. Avec l'ordinateur et le logiciel, il suffit de pointer un outil en forme de tampon sur une partie de la manche visible à côté de ce détail pour en copier non seulement la couleur exacte, mais aussi la texture. Ensuite, le détail gênant a été délimité au moyen d'un outil en forme de lasso pour éviter tout débordement lors du masquage. Finalement, on a appliqué le tampon sur le morceau de guitare.

Prendre un ou plusieurs éléments sur une photographie pour les associer sur une autre — comme ici la tête d'Einstein, que nous avons substituée à celle de Keith Richards — se résume à trois opérations. En premier lieu, nous avons détourné⁽¹⁾ la tête du savant à l'aide du "lasso", en nous aidant d'un outil en forme de loupe qui autorise plusieurs rapports d'agrandissement de l'image à l'écran pour un détourage précis. Cette image a été copiée, puis collée sur la tête du guitariste. Une fois la tête d'Einstein en place dans la nouvelle image, nous l'avons inversée de droite à gauche pour obtenir la même position ; puis son échelle et sa position dans

l'espace ont été modifiées par une simple commande. De même, toute fausse manœuvre se corrige instantanément en demandant simplement son annulation !

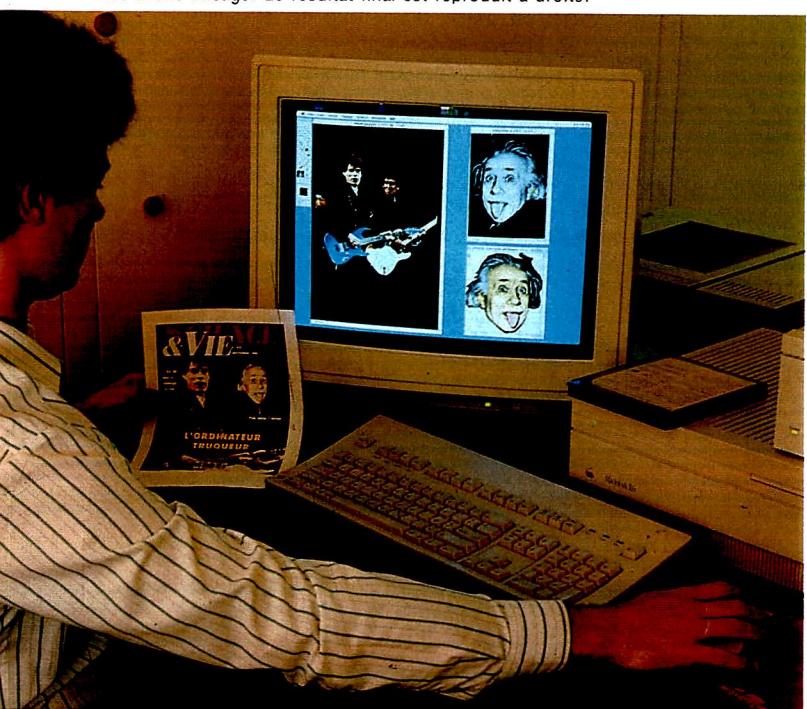
Une fois terminée, notre image composite a été scindée, toujours par le logiciel, en quatre couleurs primaires d'imprimerie (cyan, magenta, jaune et noir). Finalement, un photocompositeur a réalisé, toujours d'après le fichier binaire, les quatre films de sélection quadrichromie qui ont été transmis à notre imprimeur.

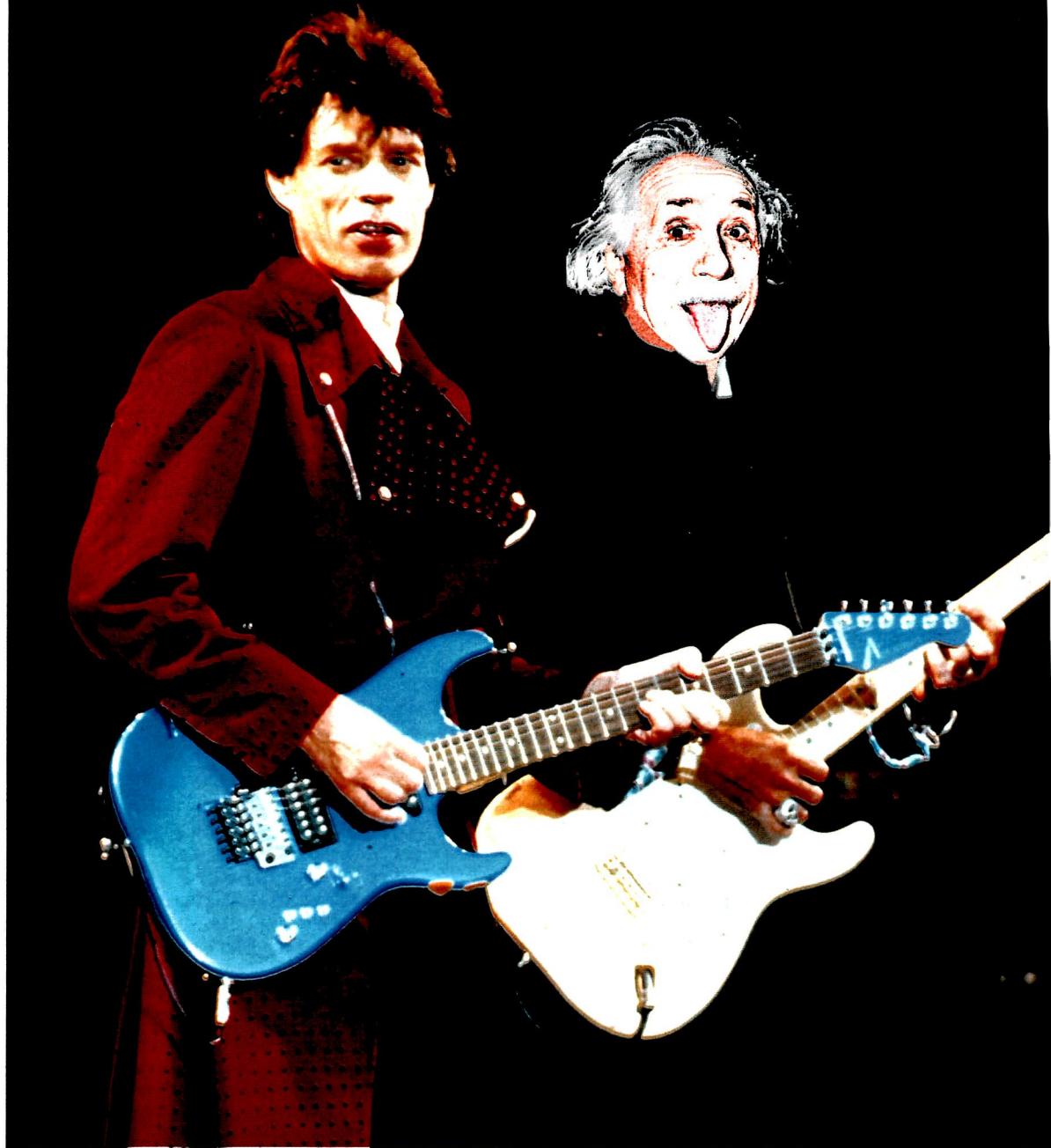
Toutes les manipulations de l'image sur écran ont demandé beaucoup de temps, près de douze heures au total, car on atteint les limites actuelles des microordinateurs. La photographie originale des Rolling Stones, une diapositive couleurs 24 x 36 mm, a été numérisée à un taux de résolution élevé (256 lignes par pouce), avec un rapport de reproduction important (850 %). De ce fait, elle occupe une place importante, plus de 34 mégaoctets (Mo). A titre de comparaison, le dictionnaire électronique *le Grand Robert* sur CD ROM (voir *Science & Vie* n° 869, de février 1990) qui groupe 80 000 articles et 100 000 entrées, soit l'équivalent de 250 000 pages de textes, occupe 550 Mo. Mais, en ce qui concerne le texte, l'ordinateur n'a besoin que de très peu d'informations simultanément, ce qui n'est pas le cas avec une image numérisée. De ce fait, toutes les opérations que nous avons réalisées étaient d'une extrême lenteur, près de quinze minutes

pour afficher l'image à l'écran et entre trois et dix minutes pour la recalculer et l'afficher de nouveau après chaque modification. Il est vrai que nous recherchions une qualité de reproduction identique (133 lignes par pouce) à celle des images imprimées traditionnellement dans *Science & Vie*. Pour un quotidien, où la résolution est moindre (80 lignes par pouce), l'image numérisée aurait été moins volumineuse et le traitement informatique aurait gagné en rapidité. Par ailleurs, la micro-informatique ne cesse d'évoluer et, d'ici peu, ces opérations seront fortement accélérées.

Certes, en photographie, le recours à des moyens informatiques n'est pas nécessaire pour déformer la réalité. Un cadrage adéquat à la prise de vues peut donner une tout autre version de la réalité. De même, lors de la mise en page dans un journal, une photo recadrée peut brutalement prendre un autre sens, surtout si la légende accrédi-

Albert Einstein, guitariste des Stones, une association possible avec le concours de l'ordinateur. Sur l'écran ci-dessous apparaissent les photos originales avant trucage. Le résultat final est reproduit à droite.





te cette nouvelle interprétation. Il n'en reste pas moins que les tables de montage électronique et les stations graphiques informatiques, de plus en plus utilisées aujourd'hui dans la presse, vont simplifier davantage la tâche des truqueurs. En outre, l'envahissement prévisible de la photographie électronique (les images sont formées par un capteur électronique puis enregistrées dans une mémoire informatique sous forme binaire) va rendre d'éventuel-

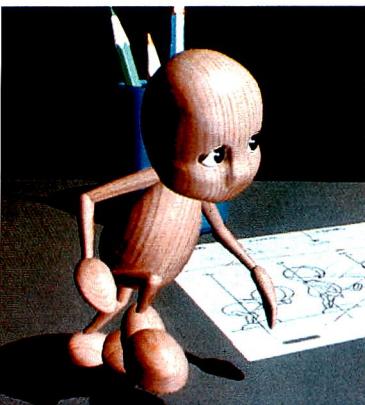
les supercheries totalement indécelables. Avec une image réalisée sur du film argentique, puis retouchée par ordinateur, on peut toujours déceler la tromperie en regardant l'original. Ce qui sera impossible avec la photo électronique, puisque l'original sera sous forme de signaux binaires, tout comme l'image trafiquée.

Laurent Douek

(1) Détourer un objet sur une photographie revient à gommer tout ce qui se trouve autour

L'ORDINATEUR MARIONNETTISTE

Au théâtre de marionnettes informatisées, l'animateur ne tire plus de ficelles, mais, comme un pilote d'avion, agit sur un manche à balai pour commander les mouvements des personnages créés par l'ordinateur.



IBM-PC, s'étant aussi substitué à l'équipe traditionnelle des films d'animation pour créer et faire évoluer une marionnette. Au départ, cet ordinateur a saisi des croquis sommaires, deux ou trois seulement, et le dessin des veines d'un morceau de bois sur la palette graphique, procédé utilisé couramment en dessin animé créé par ordinateur. A partir de là, sous le contrôle de son logiciel et sur commande d'un animateur agissant sur des manettes (comme dans un jeu vidéo), il a réalisé son personnage et l'a animé, son travail étant suivi sur l'écran cathodique. Pour la firme Relief 90 qui a produit *le Pantin*, un film test de soixante-dix secondes suffisait à prouver les possibilités de cette technologie et à présenter ses principales difficultés.

Pourquoi un pantin de bois pour une telle démonstration ? Simplement pour multiplier les difficultés : les articulations des bras, des jambes et de la tête sont à l'origine de mouvements qui sont à la fois propres à chaque partie des quatre membres ou du corps et dépendants les uns des autres ; par ailleurs, la forme des veinures du bois change avec

Soixante-dix secondes : telle est la durée du *Pantin*, un film d'animation totalement produit par micro-ordinateur.

A priori, cela peut aujourd'hui paraître banal. Car voilà bien des années que les ordinateurs produisent et animent des images que chacun peut voir quotidiennement à la télévision. Pourtant, *le Pantin* est une première, l'ordinateur, un simple

les mouvements du sujet, le volume et la perspective, ce qui pose à un ordinateur infiniment plus de problèmes que de simples volumes de couleur unie.

Ces veinures ont d'abord été saisies (par scanner) sur un cube de bois, puis numérisées par l'ordinateur. D'une façon purement informatique, l'ordinateur a ensuite "taillé" dans ce bloc numérisé les formes des divers éléments constituant le pantin. Ainsi, les veinures se trouvent positionnées exactement sur ces formes que l'ordinateur pourra par la suite animer. La réalisation de ce programme fut l'une des plus difficiles en raison du nombre de veinures, dont les formes et les tonalités changent avec les mouvements. Infiniment plus difficile que le programme d'animation des ombres et des lumières sur un volume en mouvement !

Ces programmes achevés, les auteurs de Relief 90 ont cherché à donner un regard expressif au pantin. La tête devait être capable de regarder aussi bien les mains, les pieds que la caméra. Un logiciel complémentaire a donc été réalisé et nous verrons plus loin comment l'animateur l'a utilisé. Enfin, lorsqu'il se déplace, le pantin évolue dans un décor qui doit paraître parfaitement réel. Ici encore, le décor entier a été mémorisé par l'ordinateur sous trois angles différents, afin qu'il ait une parfaite connaissance de la répartition des volumes. Ainsi, l'animation devient possible dans les trois dimensions. Cette dernière phase permet de créer l'œuvre. Depuis son pupitre, l'opérateur contrôle sur l'écran les simulations de travellings, les déplacements dans les trois axes, et, bien entendu, les effets d'éclairage suivent pour s'adapter à ces mouvements. Au total, bien qu'il s'agisse de crayonnés rudimentaires, la séquence donne l'impression d'un film tourné "caméra au poing".

De ce fait, l'informatique apparaît comme un outil. Création, mise en scène et mouvements sont le fruit des recherches de l'animateur dont le travail diffère cependant de l'animation conventionnelle

de dessins, qui sont en deux dimensions. En effet, l'ordinateur ayant besoin de données complémentaires pour effectuer correctement sa tâche, il ne lui faudra pas simplement une esquisse en plan, mais deux : une vue de face et une vue de profil. Toutefois, si ces schémas doivent parfaitement définir le mouvement définitif (là réside tout l'art de l'animateur), ils peuvent, en revanche, rester relativement succincts, l'ensemble des paramètres de l'image étant mémorisés par la machine. De plus, l'utilisation intensive de l'interpolation permet à l'animateur de ne dessiner que les "images clefs" du mouvement — positions extrêmes et, éventuellement, une ou deux positions intermédiaires. Le "lié" étant effectué par la machine, tâche normalement attribuée à l'"intervaliste" dans les techniques conventionnelles. Cette opération est d'ailleurs l'une des plus délicates à résoudre.

En effet, l'intervaliste intervient au plan artistique dans l'évolution du mouvement, ce mouvement dépendant d'éléments psychologiques ou du rythme de l'action. Il fallait donc que la machine "prenne conscience" de ces facteurs. C'est pourquoi la séquence d'images clefs est analysée sous deux aspects totalement différents. Dans une première phase, l'ordinateur analyse l'évolution du

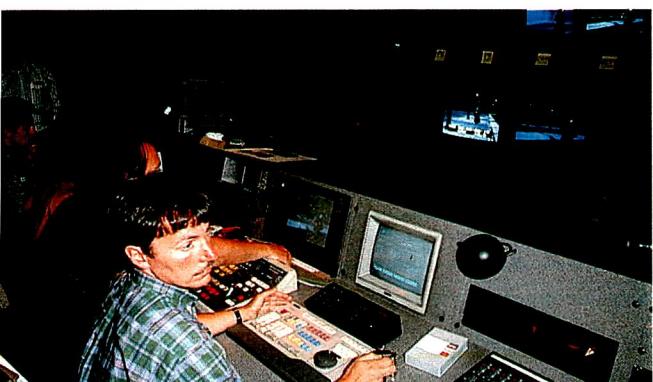
mouvement dans son ensemble, donc en prenant en compte l'évolution de l'ensemble des images clefs qui lui sont fournies. Puis, il analyse plus finement les déplacements à effectuer entre deux d'entre elles. Ici, l'ordinateur devient capable de raisonner à la manière d'un intervaliste. Il saura, par exemple pour le pantin, détecter les éléments d'animation liés entre eux : mouvement des bras dépendant de celui des jambes, déphasage entre eux, effet d'inertie, etc., tout en respectant les effets d'exagération nés de l'esprit de l'animateur.

Nous avons déjà évoqué le cas des yeux de ce pantin. Une fois l'animation de base effectuée à partir de ses croquis, l'animateur pointera, à l'aide d'une tablette graphique associée à un écran de contrôle, l'objet ou l'endroit que doit regarder le pantin ; l'ordinateur orientera alors automatique-

L'ordinateur et le dessin animé

Que ce soit pour donner l'illusion qu'un pantin est de bois, ou bien qu'Adèle Blanc-Sec, l'héroïne de Tardi, se promène en chair et en os dans un Paris aux décors reconstitués, l'ordinateur est là ! En fait, le décor et le pantin n'existent encore que dans la mémoire de l'ordinateur. Quant à l'actrice qui incarne Adèle, afin d'en permettre l'incrustation dans les décors de synthèse de Paris en 1900, elle évolue dans un studio bleu, où rien n'existe. La caméra vidéo est montée sur un "travelling" piloté par un ordinateur Vax, qui la déplace en fonction de l'évolution du décor de synthèse.





Les chinoiseries de l'ombre.

Elle est bien difficile à restituer tant l'éclairage du plateau de tournage est différent de celui du décor de synthèse.

décor de synthèse est assurée par un ordinateur Vax. Ce qui est plus original, en revanche, c'est le procédé de pilotage de la caméra. En effet, si, comme dans le cas du pantin, les images fournies par la machine sont des simulations de mouvements de caméra, encore faut-il que, lors du tournage avec les acteurs réels, la caméra évolue ensuite de la même manière. Une séquence test, inspirée d'*Adèle Blanc-Sec*, de Tardi, de trois minutes, tournée dans le Paris des années 1900, a été réalisée avec succès. Pour cela, les techniciens ont dû contrôler simultanément cinq paramètres : synchronisation entre décor de synthèse et mouvement effectif de la caméra, changements de focale, jeu des acteurs, ombres et masquages.

La caméra fut placée sur un chariot-travelling modifié pour l'occasion. Il s'agit d'un engin monté sur rails, comportant un pied articulé supportant la caméra. Toutes ses possibilités de mouvement étaient assurées par des moteurs "pas à pas" directement commandés par ordinateur. Un premier moteur permet de faire avancer ou reculer le chariot

sur les rails, un deuxième de monter ou de descendre la caméra, un troisième de la faire pivoter dans le sens vertical, un quatrième dans le sens horizontal et enfin, un dernier, de piloter le zoom pour les changements de focale. Si un matériel proche de celui-ci est déjà utilisé en cinéma traditionnel, il n'existe pas de produit parfaitement adapté aux besoins de cette application. Un prototype de caméra vidéo robotisée fut donc réalisé en collaboration avec la firme ACME qui a réalisé l'interfaçage avec l'ordinateur. Lors du tournage, effectué en vidéo, l'ordinateur envoyait, d'une part, ses décors de synthèse vers un magnétoscope d'enregistrement et, d'autre part, l'ensemble des instructions nécessaires au démarrage des mouvements ou changements de focale de la caméra.

En ce qui concerne les acteurs, leur jeu était quelque peu déconcertant. En effet, pour permettre l'incrustation de leur image dans l'image vidéo du décor, ils devaient évoluer dans un studio nu, entièrement peint en bleu (!). Sur l'un des plans, une actrice devait donner l'impression de se pencher sur la rambarde d'un pont et, sans aucun repère, le geste est moins simple qu'il n'y paraît... Enfin, leurs déplacements devaient également être rigoureusement synchronisés avec les mouvements du décor.

Par ailleurs, dans le studio, il était impossible de restituer directement les ombres portées des acteurs, les lumières employées n'étant absolument pas orientées et disposées de la même manière que celles du décor de synthèse. Pour les restituer, leur forme était recalculée à partir des contours des personnages utilisés pour l'incrustation d'image et en fonction de la perspective du décor.

Enfin, il a fallu réaliser une série de masquages de portions d'images, afin qu'on ne puisse voir, par exemple, un personnage à travers certains éléments d'image de synthèse placés en avant-plan. Pour cela, toujours par calcul de l'ordinateur, l'incrustation des personnages était commandée à partir de l'image synthétisée. Pour reprendre l'exemple de la rambarde du pont, si l'orientation choisie faisait que l'actrice était entièrement visible sur l'écran avant traitement, l'ordinateur effaçait une zone allant de sa taille à ses pieds suivant une ligne correspondant à celle de la rambarde, donnant ainsi l'impression qu'elle se trouvait effectivement derrière.

Dans son principe, cette technique n'est pas nouvelle. Il y a longtemps que les spécialistes des effets spéciaux pratiquent le report, par surimpression sur le film, de décors peints sur plaque de verre, afin d'éviter de construire ces décors et de réduire ainsi les coûts. Mais l'informatique simplifie encore les choses et permettra sans doute d'autres économies.

Henri-Pierre Penel

(1) Le bleu est la couleur la plus facile à supprimer. Il suffit simplement de demander aux acteurs de ne pas porter de vêtements de cette couleur.

LOVESTORY



PHOTO ELLIOTT ERWITT, "PERSONAL EXPOSURES"

M A D E B Y L E I C A

Les produits Leica représentent une chaîne d'éléments aux performances optiques de pointe qui va de l'observation à la reproduction d'images, en passant par la photographie. Ces produits, traités avec un grand amour du détail, sont réputés dans le monde entier pour leur technique et leur design. Aussi pour la fiabilité de leur mécanique de précision, la concentration sur l'essentiel et leurs performances optiques qui touchent aux frontières des possibilités techniques. Une qualité sans compromis représente depuis 75 ans le critère intransigeant de tous les produits Leica.

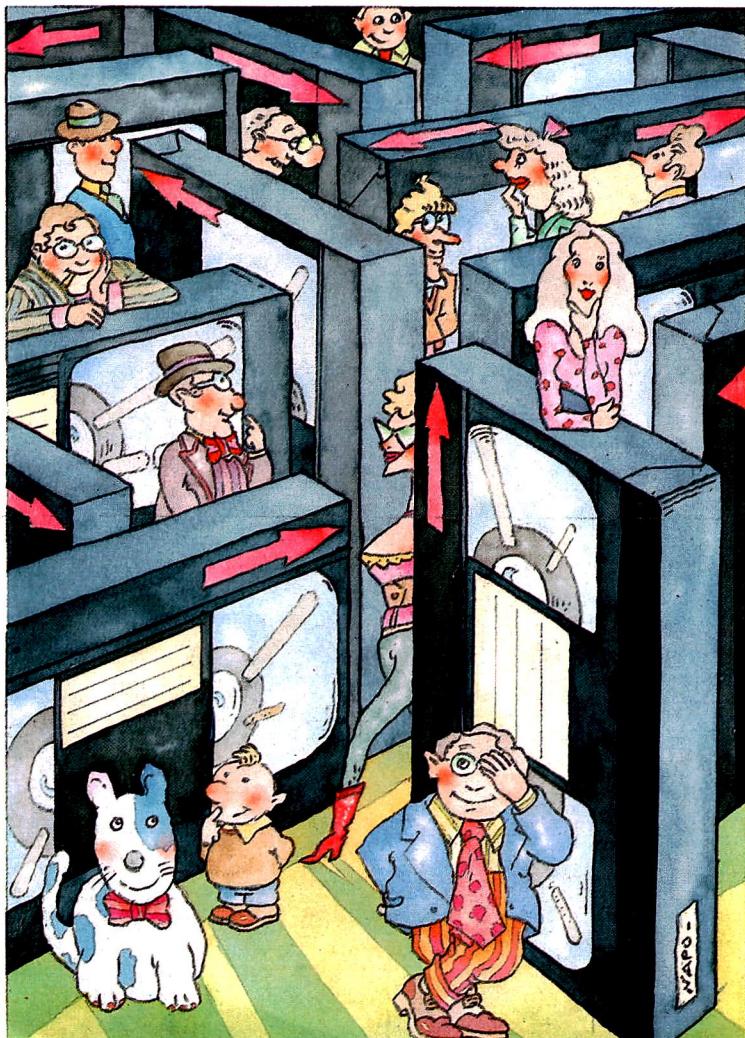


Leica

La liberté de voir.

LE CASSE-TÊTE DES CASSETTES

les vidéocassettes. Du VHS au 8 mm Hi-Band, elles sont aujourd'hui proposées en six standards (plus ou moins incompatibles) et quatre qualités de bandes. C'est plus qu'il n'en faut pour que l'utilisateur amateur s'y perde. Voici comment retrouver la cassette adaptée à vos enregistrements.



Rien n'est moins normalisé que

A l'époque de la naissance des magnétoscopes grand public, voilà une quinzaine d'années, le choix d'une vidéocassette pour l'enregistrement des émissions de télévision ne posait guère de problème ; Sony avait créé le système Béta avec ses appareils Betamax, suivi par JVC avec son VHS (Video Home System) : les deux formats étant parfaitement incompatibles, l'utilisateur ne pouvait qu'acquérir la cassette convenant au magnétoscope possédé.

En 1981, Philips et Grundig tentent d'imposer un format européen, le V 2000 à cassette réversible incompatible avec les types Béta et VHS. Cela ne change rien au problème du choix, chaque magnétoscope ne pouvant recevoir qu'une cassette dans son format. Les choses vont se gâter après 1983, au moment où Grundig et Philips commencent à se rallier au système VHS de JVC. A cette époque, apparaît le VHS-C, la version compacte du VHS destinée dans un premier temps aux magnétoscopes portables, puis aux camescopes. Ce nouveau format utilise la même bande magnétique que le VHS, mais n'est compatible avec les ma-



gnétoscopes de salon VHS que par l'intermédiaire d'un adaptateur mécanique. Cette année-là, Philips présente à Cannes son premier camescope 8 mm (jamais commercialisé depuis) utilisant une cassette proposée par Sony dès 1980. En fait, c'est seulement en 1985 que Sony lance son

8 mm. Sachant tirer parti de l'échec commercial du Bétamax, Sony impose cette fois son format : alors que les cassettes 8 mm sont incompatibles avec la totalité des magnétoscopes (qu'ils soient VHS, Béta ou V 2000), et que ce format n'est disponible en Europe qu'au standard PAL (donc lecture en noir et blanc sur les téléviseurs SECAM), le 8 mm fait une percée spectaculaire en s'octroyant rapidement près de 50 % du marché français des camescopes. Les performances du 8 mm rejoignent vite celles du VHS et c'est à nouveau la guerre entre Sony et JVC. C'est ainsi qu'en 1988 cette dernière firme lance le S-VHS. En augmentant la bande passante du signal vidéo, la résolution horizontale de ce nouveau système passe de 250 à 400 lignes ; en séparant les signaux de luminance de ceux de chrominance, la diachromie (interférence des couleurs) est supprimée. En 1989, Sony, reprenant le même principe, crée le 8 mm Hi-Band ou Hi-8, sixième standard disponible sur le marché.

Ces six standards ont chacun leurs spécificités et le choix d'une cassette suppose maintenant qu'on connaît bien son matériel : mettre une cassette VHS dans un appareil S-VHS fait perdre la qualité d'image qu'il est capable d'assurer. Inversement, une cassette S-VHS dans un appareil VHS risque d'user prématurément ses têtes, car, nous le verrons plus loin, l'enduit magnétique utilisé peut différer. En effet, avec l'évolution des formats et l'amélioration de la définition des équipements vidéo, chaque fabricant a été obligé de modifier la structure des bandes pour augmenter leur résolution, c'est-à-dire leur capacité à enregistrer des images de plus en plus fines.

Pour le grand public, il faut bien dire que la cassette vidéo est rarement perçue pour ce qu'elle est réellement : une mémoire. Et, comme toute mémoire, celle-ci est fragile. Si la structure d'une bande magnétique vidéo peut sembler relativement simple, ses performances procèdent d'une véritable prouesse technologique.

En VHS, la bande magnétique défile à 2,34 cm/s. Cette vitesse, relativement lente (une bande audio défile à 4,76 cm/s), doit être comparée à la vitesse d'inscription vidéo, qui atteint 484 cm/s du fait que les têtes de lecture tournent rapidement contre la bande, en sens inverse. Cela oblige à des réglages subtils : la surface de la bande doit être à la fois très plane pour laisser passer correctement les informa-

tions, tout en ne l'étant pas trop pour éviter de coller au tambour supportant les têtes de lecture.

De plus, malgré une très faible épaisseur de 19 micromètres, la bande doit supporter les multiples contraintes infligées par le magnétoscope : bobinage, pression

des galets, lecture continue, en pause, etc. Les particules magnétiques (de 0,15 à 0,29 micromètre de long) doivent être denses pour stocker le plus d'informations possible, mais sans former de "grumeaux", afin que la surface magnétique soit homogène. Ces particules sont soudées les unes aux autres par un liant, lequel fait aussi adhérer la couche magnétique (5 micromètres) au support (de 14 micromètres).

Les particules magnétiques d'une bande VHS sont obtenues à partir d'oxydes métalliques (fer, titane, nickel...) ; en 8 mm, compte tenu de la faible largeur de bande, il a fallu très vite recourir au métal pur. La venue du S-VHS n'a été possible qu'avec la mise au point d'un support pouvant mémoriser 60 % d'informations supplémentaires. Ce qui s'est d'ailleurs fait simplement en améliorant les bandes magnétiques existantes par "dopage" au cobalt ou au chrome et en sélectionnant plus sévèrement des particules qui, tout en gardant leurs propriétés magnétiques, sont devenues de plus en plus petites.

Si la mise au point du matériel Hi-8 n'a pas été bien plus complexe que celle du S-VHS, celle de son support magnétique, en revanche, s'est révélée fort délicate : comment augmenter, en effet, la densité d'informations sur une aussi petite largeur ? Les bandes à oxydes de métal pur étant ce qui se faisait de mieux dans les supports magnétiques traditionnels, seul un changement complet du processus de fabrication pouvait augmenter la densité de stockage d'informations. C'est ainsi qu'apparaissent les bandes au "métal évaporé sous vide". Pour TDK, l'un des grands de la bande magnétique japonaise, ce fut là « ... un des défis les plus difficiles auxquels les chercheurs et les concepteurs aient jamais été confrontés dans ce domaine ».

Le retard pris par Sony pour livrer des cassettes à métal évaporé en dit long sur les difficultés qu'ont pu rencontrer les techniciens pour obtenir une fabrication industrielle correcte de ce support, alors que le matériel de prise de vues était prêt dès 1988 ; faute de pouvoir fournir le marché en cassettes Hi-8, Sony a dû laisser le S-VHS s'envoler. Quel est ce processus de fabrication de bandes métallisées par vaporisation ?

Dans une chambre à vide, un canon à électrons bombarde le matériau magnétique, du cobalt, élévant sa température au point de provoquer son évaporation. Cette vapeur métallique se dépose sur

le support, constituant une couche magnétique de 0,2 micromètre d'épaisseur. Cette technique, qui supprime le liant, permet d'obtenir une sorte de miroir magnétique augmentant la capacité de stockage de l'information. L'une des difficultés de fabrication était le refroidissement du support qui s'il est plus épais qu'en 8 mm classique, n'atteint pas 9 micromètres. Aujourd'hui, TDK assure améliorer encore la densité magnétique en triplant la couche métallique, tout en gardant une épaisseur de 0,2 micromètre. Si le format de la vidéocassette dépend du standard du magnétoscope ou du camescope, c'est le type d'utilisation qui conditionne le choix d'une qualité de bande.

En VHS, on distingue quatre qualités différentes :

- "Standard". Ce sont les cassettes les moins chères. Leurs appellations sont très diverses : DX (Sony), EG (Scotch), EHQ (Memorex), EQ (BASF), ER (JVC), EX (Maxell), HQ (Fuji), HS (TDK, Polaroid), GX (Agfa), QG (Philips), SSR (Konica)...
- "Haute-qualité". Les plus intéressantes pour le rapport prix/performances. Les appellations sont moins variées : EHG (JVC, TDK, Sony), EXG (Scotch), HGX (Agfa, Maxell), SHG (BASF, Fuji, Konica, Memorex), XHG (Kodak, Philips, Polaroid)...
- "Hi-Fi". En général, ce sont des "haute-qualité" traitées pour enregistrer le son haute fidélité en profondeur dans la couche magnétique. Inutile de les utiliser sur du matériel non approprié du point de vue audio, la finesse d'image restant la même. Il n'y a aucune difficulté pour les repérer chez les détaillants, elles portent toutes le terme "Hi-Fi".
- "Professionnel". C'est pratiquement un concept ; non seulement la bande magnétique est à son top niveau et le mécanisme de haute précision, mais, de

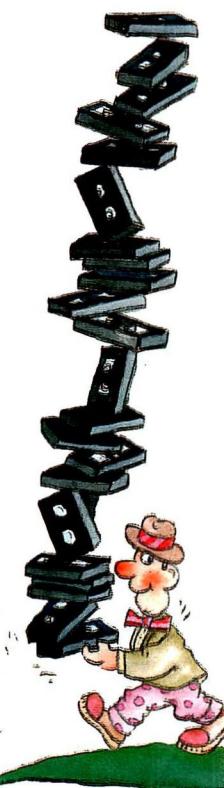
plus, le boîtier protège la bande des charges statiques et des champs magnétiques. Pas de problème d'identification, l'abréviation "Pro" est bien visible.

En VHS-C, les qualités disponibles sont les mêmes qu'en VHS, bien que le choix soit en général plus restreint compte tenu des impératifs de distribution : on trouve rarement ensemble les trois sortes de qualité, et il est plus facile d'acquérir une "haute qualité" ou une "pro" qu'une "standard", peu distribuée parce que peu utilisée.

En 8 mm, le choix est plus facile : il y a une "bonne" qualité (HS pour TDK, MP pour pratiquement tous les autres) et une "très bonne" qualité (EHG pour TDK, Métal HG pour Sony). Seule une utilisation "pointue" justifie la "très bonne".

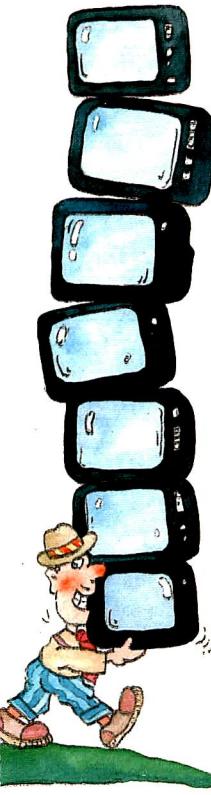
En S-VHS et en Hi-8, le choix est réduit à celui des marques. Il n'y a qu'une seule qualité. Toutefois, une amélioration de la bande S-VHS est déjà envisagée : une augmentation du rapport signal/bruit de un décibel, sans changement notable du processus de fabrication, est à l'étude. L'écart entre produits grand public et professionnels, déjà faible, sera bientôt nul.

Nous avons résumé dans le tableau ci-dessous le choix d'une vidéocassette en fonction des enregis-



QUELLE CASSETTE POUR QUELLE UTILISATION ?

	UTILISATION "COURANTE"	UTILISATION "ARCHIVES"	UTILISATION "HI-FI"	UTILISATION "POINTUE"
Qualité "standard"	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrement d'un film TV destiné à être effacé par un autre enregistrement après avoir été regardé, • lettre vidéo... 	<ul style="list-style-type: none"> • Film TV à conserver, • film familial, • souvenirs de vacances... 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour magnétoscopes • et camescopes • Hi-Fi stéréo 	Archives importantes, montages (original, master et copies)
"Haute qualité"	Agfa GX, BASF EQ, Fuji HQ, JVC ER, Konica SSR, Maxell EX, Memorex EHQ, Philips QG, Polaroid HS, Scotch EG, Sony DX, TDK HS... Couple "utilisation/qualité" idéal	Choix possible, mais au détriment de la qualité	Choix possible, mais au détriment de la qualité	Choix possible, mais au détriment de la qualité
Qualité "Hi-Fi"	Choix possible, mais rapport "qualité/prix" médiocre	Agfa HGX, BASF SHG, Fuji SHG, JVC EHG, Konica SHG, Maxell HGX, Memorex SHG, Philips HGX, Polaroid XHG, Scotch EXG, Sony EHG, TDK EHG... Couple "utilisation/qualité" idéal	Choix possible, mais au détriment de la qualité	Choix possible, mais au détriment de la qualité
Qualité "pro"	Choix possible, mais rapport "qualité/prix" médiocre	Choix possible, mais rapport "qualité/prix" médiocre	Toutes les cassettes estampillées "Hi-Fi". Couple "utilisation/qualité" idéal	Choix possible, mais au détriment de la qualité
	Choix possible, mais rapport "qualité/prix" médiocre	Choix possible, mais rapport "qualité/prix" médiocre	Couple "utilisation/qualité" idéal	Toutes les cassettes estampillées "Pro". Couple "utilisation qualité" idéal



tremments envisagés. Nous n'avons pas ouvert de colonne "utilisation intensive" car, quelle que soit la qualité de la bande, cette utilisation est déconseillée. Si de nombreux arrêts sur image et autres lectures accélérées sont indispensables, mieux vaut faire une copie. Il y a alors, bien sûr, une perte de qualité, mais l'original n'est pas dégradé. N'oublions pas que plus une cassette est lue, plus elle s'use. Les "garanties à vie" ne s'appliquent qu'au réenregistrement, jamais à la conservation dans le temps d'un unique enregistrement.

Lors de l'achat d'un camescope, on prête rarement attention au prix des cassettes. Pourtant, l'étude de leur coût horaire réserve bien des surprises : on peut remarquer, par exemple, que ce coût en S-VHS "plein format" est inférieur à celui des cassettes 8 mm ordinaires (non Hi-Band) : de 45 à 53 F en S-VHS, de 60 à

100 F en 8 mm. Il est vrai, par ailleurs, que dans sa version compacte la cassette S-VHS atteint des sommets : 200 F de l'heure ! Heureusement, Panasonic vient de mettre sur le marché une cassette S-VHS C (Panasonic SE-C 45 XD), dont la durée est de quarante-cinq minutes et le prix voisin de 130 F, ramenant le coût horaire à (quand même !) 172 F. Avec sa cassette SE-C 45 XG, JVC lance un produit similaire.

Seulement 4 % des ménages français possèdent un camescope. Ceux qui n'ont pas encore franchi le pas sont donc nombreux et ils peuvent se demander quel format adopter. Là aussi, c'est l'utilisation qui dicte le meilleur choix.

- Le VHS a un avantage considérable : la compatibilité directe avec plus de 90 % du parc des magnétoscopes de salon. De plus, le coût horaire est le plus bas (de 10 à 40 F), et un camescope VHS peut servir de lecteur vidéo. L'encombrement est compensé par la stabilité que confère le port à l'épaule. Le son reste médiocre (à quand des camescopes VHS Hi-Fi ?). Seront ainsi intéressés par l'achat d'un camescope VHS les collectivités (compatibilité et coût horaire), les clubs sportifs (stabilité, autonomie).

- Le VHS-C garde une compatibilité partielle (il faut un adaptateur) avec les magnétoscopes VHS. La qualité audio est très variable, certains modèles ayant un son de haute fidélité, d'autres un son très médiocre. Attention à la faible autonomie (surtout avec les batteries), au coût horaire élevé (jusqu'à 160 F) et aux modèles VHS-C PAL qui exigent un

téléviseur PAL/SECAM (car une cassette enregistrée en VHS-PAL est lue en noir et blanc sur un magnétoscope VHS/SECAM). Ce format convient essentiellement aux prises de vues d'amateurs (scènes familiales, vacances et voyages).

- Le 8 mm permet aujourd'hui une image d'une qualité légèrement supérieure aux VHS ou VHS-C, un son de qualité parce qu'il est modulé en fréquence (FM), une compatibilité avec les accessoires de montage. Contrairement au VHS-C, les appareils sont toujours proposés en standard PAL, ce qui n'est pas très gênant, les téléviseurs PAL/SECAM s'étant généralisés. Les magnétoscopes de salon 8 mm sont encore très rares et chers, car ils sont surtout destinés au montage. Comme le VHS-C, le 8 mm convient d'abord à la prise de vues amateur.
- Le S-VHS possède une qualité d'image remarquable, hélas ! desservie par une qualité de son médiocre pour les modèles non Hi-Fi. Attention, la compatibilité avec le VHS est limitée : si les magnétoscopes S-VHS lisent les cassettes VHS SECAM, les camescopes S-VHS ne lisent que les VHS PAL. De même, aucun appareil VHS ne peut lire une cassette enregistrée en S-VHS.
- Le S-VHSC a les mêmes qualités techniques et les mêmes défauts que le S-VHS, seule la cassette est plus petite. Les modèles au son Hi-Fi sont nombreux. Parmi ceux-ci, le JVC GR-S90 accepte le PAL et le SECAM, tant en lecture qu'en enregistrement. Le S-VHSC s'adresse aux amateurs exigeants, acceptant un coût horaire élevé (jusqu'à 260 F).
- Le 8 mm Hi-Band possède la finesse d'image du S-VHS avec un son de qualité FM. Les appareils Hi-8 peuvent lire les cassettes 8 mm. En revanche, les modèles 8 mm classiques ne peuvent pas lire une

(suite du texte page 168)

VIDÉO : PRIX ET COÛT HORAIRE !

STANDARD	DURÉE	QUALITÉ	PRIX MOYEN	COÛT HORAIRE
VHS	180 minutes	standard	De 30 à 50 F	De 10 à 17 F
		haute qualité	De 50 à 70 F	De 18 à 23 F
		hi-fi	De 70 à 80 F	De 23 à 27 F
		pro	De 75 à 130 F	De 27 à 43 F
VHS C	30 minutes	haute qualité	De 50 à 60 F	De 100 à 120 F
		pro	De 70 à 80 F	De 140 à 160 F
8 mm	60 minutes	HS ou MP	De 60 à 70 F	De 60 à 70 F
		EHG ou MHG	De 90 à 100 F	De 90 à 100 F
S-VHS	180 minutes		De 135 à 160 F	De 45 à 53 F
S-VHS C	30 minutes		De 100 à 130 F	De 200 à 260 F
Hi-8	60 minutes		De 150 à 160 F	De 150 à 160 F

Une seule durée a été retenue pour chaque standard. Le choix de celle-ci est fonction de la disponibilité des cassettes : on trouve plus facilement des 8-mm en 60 minutes qu'en 90 minutes. De plus, il n'a pas été tenu compte des possibilités d'enregistrement en vitesse lente du fait de la perte de qualité qui en résulte. En VHS C et en S-VHS C, des cassettes de 45 minutes font leur apparition : JVC EC-45 EHG (VHS C), JVC SE-C45 XG et Panasonic SE-C 45 XD (S-VHS C).

AUTO : LE PHARE IDÉAL

On parle d'éclairer les autoroutes, ce que notre ministre de l'Environnement a qualifié "d'imbécillité". Il n'a sans doute pas tort. Avec les nouveaux phares, on peut maintenant voir mieux, plus loin et sans éblouir celui d'en face.

La plupart des voitures qui circulent aujourd'hui sont équipées d'un système d'éclairage dont la définition est figée depuis le début des années soixante.

Leur projecteur se compose d'une lampe à incandescence d'une cinquantaine de watts, dont le filament est placé au foyer d'un miroir de forme parabolique. Ce dernier réfléchit le flux qu'il capte sous la forme d'un faisceau cylindrique, lequel traverse ensuite une glace dont les stries, par réfraction, parachèvent sa répartition. La lampe est composée de deux filaments. Dans la fonction phare, tout le flux émis par le filament est réfléchi par le miroir. Dans la fonction code, la tension électrique est appliquée au second filament, mais le rayonnement qui serait réfléchi par la partie inférieure du miroir, donc renvoyé vers le haut, est masqué par un écran métallique, la "coupelle". Il en résulte un faisceau rabattu vers le bas, coupé horizontalement dans sa partie gauche et suivant une ligne relevée à 15° dans sa partie droite. Cette disposition "code européen" permet de ne pas éblouir les usagers venant en sens inverse dans la zone d'éclairement et assure une portée de 40 m sur toute la largeur de la route, mais accrue à 75 m sur le côté droit pour permettre au conducteur de mieux se guider le long du bas-côté.

L'intensité de l'éclairage est d'autant plus forte que le miroir est plus profond et que son ouverture est plus grande, mais un projecteur idéal serait trop encombrant et anémodynamique.

Pour accroître sa dimension en largeur sans

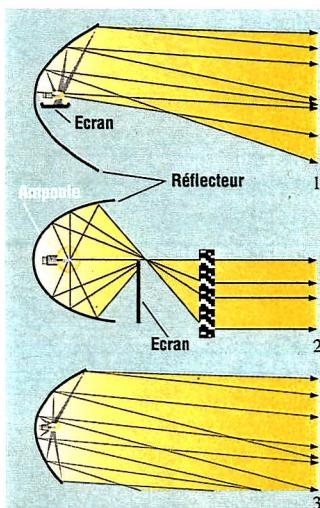
se pénaliser en hauteur, on peut tronquer la parabole en haut et en bas : on aboutit ainsi au projecteur rectangulaire. Le miroir ne récupère plus que 55 % du flux de la lampe au lieu de 65 %, mais il est plus grand et ceci compense largement cela.

Un pas important a été franchi au début des années soixante avec l'apparition des lampes halogènes. Le filament de tungstène est logé dans une enceinte de quartz contenant un gaz (en général de l'iode) participant à un processus de régénération de ce filament. Grâce à ce gaz, les particules de tungstène qui se détachent du filament sous l'effet de la chaleur viennent s'y redéposer au lieu de se déposer sur le verre de l'ampoule et de l'opacifier. Ainsi, la transparence reste assurée, et le filament, constamment reconstitué, a une meilleure fidélité de brillance et une durée de vie multipliée par trois.

Plus tard, le projecteur a encore été amélioré par les formes de miroir avec le concours de la CAO (conception assistée par ordinateur), des matériaux et des techniques de fabrication. On a ainsi abouti

aux paraboles emboîtées avec même foyer mais distances focales différentes (projecteur de la Citroën BX). Mais il était difficile de leur donner moins de 100 mm de haut et d'incliner les glaces de plus de 45°. Or, stylistes et aérodynamiciens voulaient davantage.

En 1984, on perfectionna la solu-



Utiliser tout le flux. Sur un projecteur traditionnel, le réflecteur a la forme d'une parabole (1) ; en code (2), on masque la moitié du rayonnement de l'ampoule, pour laisser passer l'éclairage vers le bas. Avec un réflecteur de surface complexe (3), la forme, déterminée par l'ordinateur, rabat naturellement l'intégralité de la lumière émise par la lampe ; à éclairage égal, le projecteur peut être plus petit.



tion avec les projecteurs elliptiques. Le réflecteur n'est plus une parabole mais une demi-ellipse. Il récupère le flux émis en son premier foyer et concentre le rayonnement au deuxième foyer, confondu avec celui d'une lentille convergente placée devant lui. Cette lentille redresse le faisceau en rayons parallèles. Un masque vertical barre le passage aux rayons réfléchis vers le haut pour l'éclairage code.

Avantages : la récupération du flux de la lampe par le miroir est portée à 92 %, la hauteur peut être réduit à 70 mm et la glace peut être fortement inclinée. Inconvénients : une difficulté de structure avec l'empilement de nombreux éléments (miroir, masque, lentille) exigeant une grande précision de positionnement, une profondeur conséquente empiétant dans l'espace sous le capot de la voiture, une lentille pas très esthétique et enfin une coupure trop franche de la limite de portée des codes, fatigante pour le conducteur au gré des oscillations de la route.

A peine en était-on à l'étude de cette solution qu'une autre la rendait caduque par un avantage déterminant : la récupération intégrale de tout le flux émis par la lampe en feu de croisement, sans



De la DS à la XM. Trente ans entre la technique des projecteurs encombrants et verticaux, et celle des phares minces, mieux intégrés et plus efficaces grâce aux réflecteurs à surface complexe ! Là, phares et codes peuvent être allumés simultanément.

en supprimer volontairement la moitié par un masque pour assurer la coupure antiéblouissement. Pour y parvenir, on a pris le problème à l'envers. On est parti de la plage d'éclairement idéal du site pour le confort de visibilité du conducteur et le non-éblouissement de son vis-à-vis, on a déterminé le point d'émission de la lumière (la lampe, mais tous les rayons de la lampe et pas seulement la moitié, comme dans les autres cas) et on a fait tracer par l'ordinateur le profil correspondant du réflecteur. Il

en est résulté une forme de réflecteur spécifique, dénommée "à surface complexe", représentant "l'enveloppe" théorique de quelque 50 000 micro-miroirs juxtaposés. Résultat : comme on utilise tout le rayonnement de la lampe, et non plus seulement la moitié, le projecteur "code" peut être plus petit.

Même spécificité pour la fonction "phare". A partir de la plage satisfaisante éclairée par le code, on définit la plage idéale à ajouter pour augmenter la portée. Il en résulte une autre forme de réflecteur, dictée elle aussi par l'ordinateur, et parfaitement adaptée à son rôle. Naturellement, les projecteurs code et phare sont distincts : le premier reste toujours éclairé et le second le complète au lieu de se substituer à lui. Cette différence essentielle avec un projecteur classique supprime le trou noir lors de la commutation code-phare et maintient un éclairage plus efficace et plus homogène, notamment à l'avant immédiat du capot.

L'exploitation totale du flux permet de réduire la dimension des réflecteurs et d'abaisser la hauteur des projecteurs de 100 à 70 mm au bénéfice de l'aérodynamisme et du style. Les Citroën XM et Peugeot 605 sont ainsi équipées, mais Citroën, pour personnaliser son modèle, a préféré des optiques plus étroites que Peugeot sans se pénaliser en efficacité.

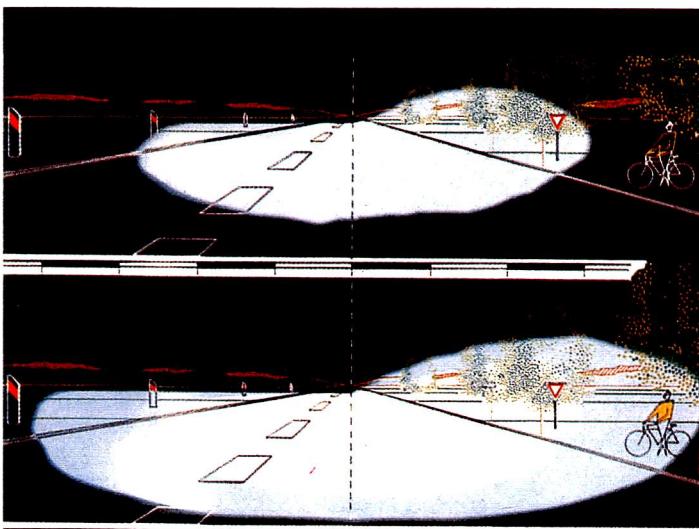
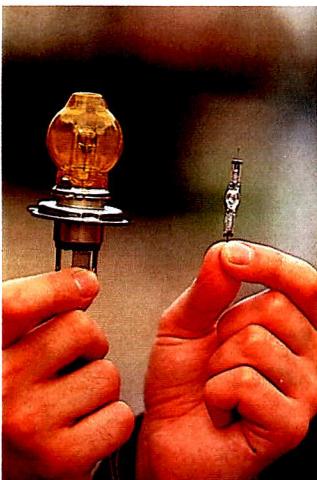
La diffusion de la lumière étant essentiellement assurée par la forme des réflecteurs, les stries de glaces, qui sont destinées à la réfracter sur un projecteur classique, ont dans ce cas beaucoup moins d'importance et lesdites glaces peuvent être davantage inclinées au bénéfice de l'aérodynamisme sans dégrader l'éclairage. Ainsi, aux Vingt-Quatre Heures du Mans, a-t-on vu pour la première fois cette année des projecteurs à surface complexe avec des glaces totalement lisses. Un avantage précieux pour la confection de feux anti-

brouillard, où le faisceau doit être large et bas. Avec un dispositif classique, on y parvient par les stries sans pouvoir totalement éviter les rayons remontants, particulièrement gênants aussi bien pour le conducteur que pour celui qui vient en face.

Avec le projecteur à surface complexe, on récupère donc le maximum de flux. On peut franchir un pas supplémentaire en augmentant encore ce flux à la source : on passe alors de la lampe à filament à la lampe à décharge. Dans un tube au néon, le gaz, soumis à une tension électrique, est excité et active des parois fluorescentes : on transforme une énergie non visible en énergie visible. Dans une lampe à décharge, dont le principe est utilisé pour l'éclairage public (lampadaires ou illumination des stades) depuis un demi-siècle, la tension électrique à laquelle

est soumise un mélange de gaz particuliers (mercure, xénon, sodium...) provoque un échauffement qui produit directement de la lumière. Après avoir été soumis à une très forte tension (de 8 000 à 12 000 volts), le gaz se comporte comme une résistance électrique, devient conducteur par établissement d'un arc et produit de la lumière. Une fois que le processus est établi, il suffit d'abaisser la tension à une centaine de volts pour l'entretenir.

La lampe à décharge. Au filament logé dans une ampoule se substitue une enceinte grosse comme un grain de riz qui contient un mélange gazeux soumis à une tension de 85 V. A puissance égale, le flux lumineux est triplé !



Le problème spécifique qui s'est posé à son adaptation à l'automobile est de trois ordres :

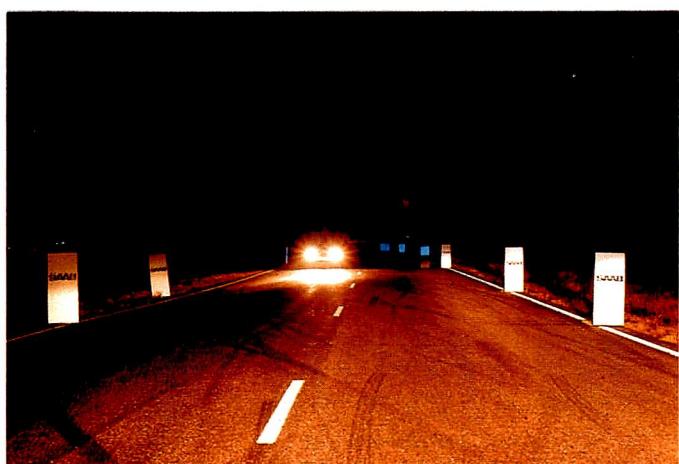
- miniaturisation, car l'enceinte en quartz dans laquelle est contenue le mélange de gaz n'est pas plus grosse qu'un grain de riz, et les électrodes entre lesquelles s'établit l'arc sont distantes de 4 mm ;
- délivrance de la haute tension d'amorçage (12 000 volts) puis maintien à 85 volts et enfin contrôle de la puissance, le tout par un module et un "ballast" électroniques ;
- entrée en fonction quasi instantanée. On a observé dans la rue la lenteur avec laquelle les lampadaires s'illuminent ; l'application à l'automobile exige que la lampe à décharge émette en une seconde, au maximum, un flux équivalent à celui d'une lampe halogène actuelle.

Mais au-delà de ce délai, le flux est beaucoup plus important : 3 000 lumens contre 1 500 pour une puissance de 35 watts au lieu de 65, ce qui veut dire un flux triple à puissance égale !

Cette lumière se rapproche davantage de la lumière solaire que celle d'une lampe à filament : de 3 200°K, la température de couleur passe à 4 500°K, plus proche de celle du soleil, qui est de 6 000°K. Chaque gaz émet sur une longueur d'onde et donc, en fonction de la composition du mélange, les fabricants, qui gardent jalousement le secret de leur "dosage", peuvent "façonner" la lumière quasiment à la carte. Le spectre se rééquilibre vers le violet alors que la lampe à filament est plus axée vers le rouge et tend globalement vers la lumière jaune.

Comme il n'y a pas de filament, la longévité est considérablement accrue (1 500 heures au lieu de 400) et, sauf accident, la même lampe peut durer aussi longtemps que la voiture qu'elle équipe à l'origine. Cette fiabilité permet d'espérer rencontrer à terme moins de voitures borgnes sur route. De surcroît, malgré deux fois plus de flux, deux fois et demi plus de portée, la moindre puissance (35 watts au lieu de 65) sollicite moins l'installation électrique du véhicule. Une économie d'énergie complémentaire de celle que l'on peut obtenir encore sur l'aérodynamisme : car, avec la lampe à décharge, la hauteur du projecteur à surface complexe peut être ramenée de 70 à 50 mm... et le styliste gagne encore en liberté.

Cette efficacité implique toutefois un surcroît de précautions. Car il n'est pas question d'accroître la sécurité d'un usager en mettant en péril celle de son vis-à-vis par un risque d'éblouissement. C'est pourquoi ce type d'éclairage doit s'accompagner d'un contrôle rigoureux de l'incidence du faisceau lumineux émis quels que soient le profil de la route (dos d'âne, cuvette, bosses), l'attitude dynamique de la voiture (cabrage à l'accélération, roulis en virage) ou son utilisation (arrière surélevé à vide ou écrasé en charge). Il ne peut donc aller de pair qu'avec un maintien constant de l'assiette du véhicule ou un



Ultraviolets. L'émission de rayons ultraviolets permet de voir au-delà de la portée des codes et de déceler des obstacles ou des balises de virages sans gêner le vis-à-vis.

dispositif corrigeant avec précision et instantanément la direction du faisceau selon les mouvements de la caisse. Un contrôle qui doit être absolument fiable et automatique, hors de l'appréciation et du risque de maladresse du conducteur.

Précautions aussi en ce qui concerne l'installation à bord de très hautes tensions, même si elles mettent en jeu de faibles énergies (le principe de la décharge est analogue à celui de l'arc qui génère l'étincelle à la bougie d'allumage).

La lampe à décharge ne pourra en aucun cas se substituer à une lampe halogène d'aujourd'hui. Elle exige son propre projecteur et sa propre source électrique. Le contexte de son avènement fait l'objet du programme Velidis (*Vehicle Discharge Light*)

(suite du texte page 167)

LIVRES

Que sais-je ?

La célèbre petite collection⁽¹⁾ a atteint son 2 530^e titre (« l'Economie céréalière mondiale »). A raison de 8 mm d'épaisseur par titre, cela représente donc 2 024 m de rayonnages... sans compter les montants de la bibliothèque ! Félicitations. Comme toute collection, elle a, dans son éclectisme quasi surréaliste (on y trouve un titre sur le concubinage, un autre sur le "quatrième âge", un autre encore sur le roman-feuilleton français au XIX^e siècle), ses hauts et ses bas, les seconds heureusement beaucoup plus rares que les premiers. Nous présentons donc ici, ensemble, quelques-unes des disparitions récentes qui relèvent davantage de notre compétence que les titres précédents.

Jean-Pierre Astolfi et
Michel Developay
La Didactique des sciences

On eût aimé que les auteurs (que nous soupçonnons de pratiquer parfois l'humour froid) eussent précisé d'entrée de jeu ce qu'est la didactique des sciences, dont ils parlent avec tant de finesse. En 1951, la didactique tout court promettait d'être une discipline... avec des liens étroits avec la psychologie génétique. En 1968, c'était un "quasi-synonyme de pédagogie". En 1979, pour lui conférer un statut scientifique — qu'elle n'avait donc pas — curieusement, on pensa la transformer en "didaxologie", "élément de la science de l'enseignement". Qu'étaient donc les autres éléments ? On ne le saura pas. Par la suite, on ne sut pas davantage ce que c'était, "une méthode, une technique, une science, une praxéologie ?". Ici, le profane pourra se demander si l'on en avait vraiment, vraiment besoin. Pour faire court, disons que nous

croyons avoir compris que c'est la forme que prend l'épistémologie quand elle s'intéresse à l'enseignement des sciences. Nous n'en sommes pas très sûrs, toutefois.

Suzel Fuseau-Braesch
L'Astrologie

On peut être surpris de ce que la collection "Que sais-je ?" ait jugé bon de remplacer l'ouvrage sur le même sujet qu'avait fait Paul Couderc ; il était précis, instructif, calme,clair... Mais il avait un grand tort : il démontrait que l'astrologie est une superstition. Ceux qui n'y croyaient pas l'achetaient à l'occasion mais, surtout, ceux qui s'y intéressaient l'évitaient comme une croûte d'eczéma. Le titre de l'auteur de remplacement, docteur ès sciences de l'université de Paris, semble devoir servir de caution à une réhabilitation du sujet que nous déplorons. Comment, quand on est docteur ès sciences, peut-on écrire (p. 79) que « les principaux astrologues poursuivent une

œuvre importante de psychologie » ? Qui sont donc "les principaux astrologues" ? A quoi se mesure l'importance de leur contribution supposée à la psychologie ? Comment, familiarisé avec les sciences, peut-on écrire que « la connaissance de soi est sublimée par l'école humaniste [de l'astrologie] qui vise à l'amélioration de l'individu » ?

Comment parler d'Astroflash sans évoquer, mais en regard, et pas trente pages plus loin, l'expérience à laquelle nous nous sommes livrés (voir *Science & Vie* août 1968, "L'astrologue paré de l'IBM"), celle qui consistait à fournir à cette machine la date de naissance du Dr Petiot, guillotiné pour assassinats, et qui démontrait l'inanité absolue des prévisions de l'astrologie "informatisée" ?

Nous sommes très étonnés, au sens fort de ce mot, que l'auteur et, pis encore, l'ensemble de la collection "Que sais-je ?" souscrivent à des lignes telles que celles-ci : « Il faut reconnaître aussi que l'astrologie s'est trouvée "objectivée" par l'informatisation, quand un trait de caractère est reconnu, on ne peut plus évoquer l'intuition psychologique de l'astrologue face à son consultant. » C'est là alléguer tout honnêtement que l'ordinateur est une garantie du sérieux de l'astrologie !

Mieux : l'auteur défend l'interprétation faite par Astroflash du devenir du Dr Petiot ! La machine avait décrit, à son insu bien sûr, l'assassin comme « cet être vénusien, baigné d'une sensibilité océanique » (le lyrisme !). Mais le ridicule ne tue pas les machines. Or, l'auteur de cette nouvelle mouture de *l'Astrologie*, pendant inattendu de Madame Soleil, écrit que ce texte sort « lorsque la planète Vénus est angulaire », mais que « d'autres fragments pouvant être plus en rapport avec la sinistre personnalité du criminel » auraient été omis dans notre article.

Néanmoins, Suzel Fuseau-Braesch accuse indirectement l'Union rationaliste, Evry Schatzmann et *Science & Vie* confondus, d'avoir témoigné de mauvaise foi à l'égard de l'astrologie. Et elle conclut par ces mots singuliers : « L'astrologie... est un fait de civilisation ; comme tel, elle a droit *a priori* à un certain respect, celui que l'on accorde à un très ancien et traditionnel savoir... » Et plus loin,

(suite du texte page 132)

GUIDE-CATALOGUE

**TOUS LES
LOGICIELS
&
PERIPHERIQUES**

POUR VOTRE MACINTOSH

Traitements de texte, graphisme, micro-édition, tableurs, calculs, imprimantes, unités centrales, utilitaires, écrans, sécurité, stockage, acquisition de données, DAO/CAO, images de synthèse, communication, réseaux locaux, gestion de projet, SGBD, gestion documentaire, gestion d'entreprise, animation, présentation, multimédia, musique, langages, programmation, éducation, jeux, livres...

**UN NUMERO HORS SERIE
DE**

SM
Macintosh
L'édition française de MacUser® (US)

38F. PARUTION LE 4 SEPTEMBRE

sans rire, elle estime que l'astrologie « a peu à espérer de l'astronomie et de l'astrophysique dans un avenir proche ». Voilà au moins une prévision exacte !

Paul Deheuvels

La Recherche scientifique

Difficile de trouver plus complet, plus clair et moins court sur la question, considérée du point de vue français, international et comparatif. Une des réussites de la collection.

Paul Deheuvels

La Probabilité, le hasard et la certitude

Savez-vous que dès qu'il y a plus de 23 personnes dans un groupe donné, la probabilité que deux d'entre elles aient le même jour de naissance est de 1/2 ? Qu'on ne sait pas ce qu'est la théorie des probabilités, bien qu'on s'en serve, et que pour certains c'est "un mode de pensée" ? Que selon la loi de l'arc sinus, découverte en 1939 par Paul Lévy, « dans un jeu où deux adversaires s'affrontent à chances égales, il est probable que l'un d'eux gagne tout le temps » ? Heureusement que cet excellent livre, qui contient des pages fort immorales (l'art de prévoir ses gains au casino) est réservé aux matheux chevronnés.

Michel Roos

Le Jeu d'échecs

Règles, modes de conduite de la partie, stratégies, écoles, supercheries (*le Joueur d'échecs* de Maelzel) et pédagogie, car ce jeu est un mode d'éducation, utile en psychothérapie.

Michel Roos

Histoire des échecs

Il semble qu'ils soient apparus entre le milieu du V^e siècle et le milieu du VI^e, en Inde. Au X^e siècle, dans les pays islamiques, devenu un carré de 5 cases de côté, l'échiquier est occupé par le Roi, le Mi-

nistre, l'Eléphant, le Chariot, le Cheval et le Fantassin (pas question de Reine). De nos jours, comme tant d'autres domaines, le jeu d'échecs compte des écoles et même une école "hypermoderne", dont l'aboutissement est Alekhine. Bourré d'exemples, un ouvrage amusant et qui ravira les profanes et les enragés. **Gerald Messadié**

James Gleick

La Théorie du chaos

Albin Michel, 420 p., 140 F.

Le chaos va bouleverser notre conception du monde, assure l'auteur. C'est une révolution scientifique comparable en importance à celles qu'ont entraînées la relativité et la mécanique quantique ! Sous-titré "Vers une nouvelle science", l'ouvrage a connu un grand succès aux Etats-Unis et il a été traduit en onze langues. Le thème en est le récit de l'émergence d'un concept nouveau, le "chaos déterministe", si tant est que ces deux mots puissent être accolés. Il s'agit du comportement de systèmes qui semblent désordonnés, mais qui pourtant obéissent à des lois. Traditionnellement, la science ne décrit des phénomènes que pour en prédir l'évolution. Mais il arrive qu'on puisse décrire sans pouvoir prédire ; c'est le cas pour les « systèmes très sensibles aux conditions initiales ». Partant de conditions très voisines, deux systèmes semblables peuvent ainsi aboutir à des situations très éloignées et apparemment sans rapport.

L'exemple typique est fourni par la météo. La grande difficulté de prévision du temps provient de la grande sensibilité des systèmes en jeu aux conditions atmosphériques initiales. Cela découle de ce qu'on appelle l'"effet papillon" ; selon cette théorie, évidemment paradoxalement, un papillon de Floride pourrait influer sur un typhon aux Philippines. Comme il n'y a aucune commune mesure entre la cause et l'effet, des phénomènes de ce genre semblent aléatoires et, pour dire le mot, chaotiques.

En fait, de tels systèmes sont régis par des règles déterministes et des équations mathématiques. Mais ces équations ne peuvent être résolues, en raison de la sensibilité aux conditions initiales. C'est d'ail-

leurs pourquoi ce type de phénomènes a été plutôt négligé par la science ; pourquoi s'y intéresser, si l'on ne peut rien en tirer ?

Depuis quelques années, les facilités de calcul offertes par les ordinateurs ont incité les chercheurs à déceler l'ordre dans le désordre et à étudier les propriétés et l'évolution du chaos. C'est ce que raconte donc l'auteur, journaliste au *New York Times*, avec verve, mais sérieux, sérieux, mais clarté ; d'où le succès du livre. Ayant interrogé de très nombreux spécialistes du chaos, depuis les origines de cette discipline, il joint aux exposés théoriques des récits et des portraits savoureux. Un défaut, le sentiment diffus que l'on retire, à la fin, que le concept directeur même n'a pas suffisamment été dégagé. Pourtant, le talent de l'auteur lui a permis de mener son lecteur encore plus loin. On se demande alors si on est bien en présence d'une nouvelle véritable science, ce que l'enthousiasme de l'auteur assure.

Hélène Guillemot

Raymond H.A. Carter

Pharmacodépendance et pharmacodélinquance

Chiron, 430 p., 240 F.

Alors que le domaine de la toxicomanie souffre, comme tant d'autres sujets médiatisés, d'un excès de bavardages qui n'apprennent pas grand-chose, cet ouvrage s'entient strictement à son sujet. Le résultat de cette rigueur est que c'est un compendium archicomplet de tout ce que tout le monde doit savoir sur la drogue dure, douce ou légale, exotique, comme le teona-nacatl, ou banale, comme le pavot, ses noms courants et argotiques, son mode d'action, ses effets à court et à long terme, les conséquences juridiques de son emploi et de sa distribution, les références légales et réglementaires les concernant, les centres compétents pour traiter des drogués dans toute la France.

Particulièrement alarmant est le tableau des pp. 236 et 237, sur les conséquences des drogues sous leurs diverses formes : le cannabis, longtemps présenté par certains littérateurs agités comme une drogue "douce", entraîne ainsi une baisse de l'immunité naturelle,

(suite du texte page 134)

***Le livre le plus important
depuis
L'ORIGINE DES ESPÈCES
de Charles Darwin***

JAMES LOVELOCK

**LES AGES
DE GAÏA**

La terre considérée comme le plus grand organisme vivant, Gaïa, qui maintient depuis des milliards d'années un environnement presque constant.

L'hypothèse-culte des écologistes, revue par son inventeur même : James Lovelock.



ROBERT LAFFONT
des livres ouverts sur la vie

**La Parole est une Force
qui renforcera
votre personnalité**

J'étais bloqué. Quand je devais prendre la parole, j'étais bloqué, je n'osais pas parler. Rien ne sortait. Ou bien j'avais le trac, ou bien je ne savais pas comment m'exprimer. Résultat ? Côté vie professionnelle je piétinais. Côté vie personnelle je restais dans l'ombre. Je ne savais pas m'affirmer... Maintenant grâce à une toute nouvelle méthode de communication m'exprimer est devenu un jeu captivant. « Comment parler avec aisance » se pratique chez soi, à son rythme, facilement et sans effort.

Jour après jour on se sent transformé. En un mois seulement les progrès sont spectaculaires.

Non seulement vous ne craindrez plus du tout de vous exprimer, mais chose aupara-

vant incroyable, vous ressentirez un immense plaisir à dire ce que vous avez à dire... et à n'importe qui. Les paroles vous viennent toutes seules, claires, nettes, etc., quel que soit votre interlocuteur.

Mais le plus sensationnel de cette nouvelle méthode, c'est je crois ceci : en apprenant à communiquer, j'ai appris à exister. Comme si le fait de savoir m'exprimer avait fait sauter tous mes blocages. « Audace et Parole » est un programme enthousiasmant qui colle à toutes les circonstances de votre vie.

Mieux encore : faites-vous débloquer et dynamiser par Maurice Ogier au sein d'un petit Stage amical personnalisé à Paris : écrivez-lui.

Jacques Martin

BON POUR UN LIVRE GRATUIT "PARLER AVEC AISANCE"

Découper ce bon et renvoyer-le à : Maurice Ogier, Institut Français de la Communication - 224, Fg Saint-Antoine - 75012 Paris - Sans engagement.
□ M. □ Mme □ Melle Je suis □ Cadre □ Dirigeant □ Autre
Nom Prénom
Profession Agc
Adresss
Code Ville SV 107

**DEVENEZ
REPORTER
JOURNALISTE**

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n°F17 à UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS. Pour la Belgique : 30, rue Louvre, 4000 Liège - Tél. 041/23.51.10

**BON pour une documentation gratuite
sans engagement et sans frais.**

à découper ou à recopier

NOM : _____

PRENOM : _____

ADRESSE : _____

F17

ainsi que des conséquences chromosomiques ; la morphine et l'héroïne peuvent rendre définitivement impuissant et stérile ; la cocaïne rend paranoïaque...

Pierre Chaunu

Trois Millions d'années

Robert Laffont, 385 p., 125 F.

Membre de l'Institut, l'auteur a certes des choses à dire, mais il en a tant qu'il en halète à la fin et que les notions se bousculent et sont parfois mises à mal. Quelle est donc son idée ? C'est qu'en trois millions d'années le moteur de quatre-vingts milliards d'humains répartis en deux mille générations aura été l'accélération des échanges de communication. Celle-ci est indéniable. L'information ne se conserve qu'en se confiant à d'autres. On suivra sans peine Chaunu sur ce terrain-là. Mais on observera, *in petto*, que si l'on veut à tout prix sacrifier au nouveau dieu de la communication on fera aussi bien de se rappeler ce que disait Denis de Rougemont : « Information n'est pas savoir. » Notre république fourmille de gens bien informés qui sont ignorants.

On suit Chaunu moins aisément dans ses postulats, même quand ils sont empruntés à d'autres. Ainsi avance-t-il qu'au cours de l'évolution nous aurions progressivement perdu « toute conduite instinctive complexe » ; à quoi l'on objectera que, d'abord, nous ne savons rien des conduites de l'homme de Cro-Magnon, ensuite qu'il y a peu de raisons de croire que le paléocortex, qui commande nos émotions primitives : faim, peur, agressivité, instinct de fuite et de reproduction, ait beaucoup changé depuis Cro-Magnon. Page 161, il est dit que « le Moyen Age... est une invention malveillante des humanistes affolés d'antiquité ». Voilà qui est bien succinct, sinon désinvolte, voire faux : a-t-on donc oublié tout d'un coup que, jusqu'à la Renaissance, les civilisations acceptèrent ce que l'Eglise leur enjoignait de croire (sous peine de mort, témoin Galilée et Giordano Bruno), et qu'à partir de la Renaissance elles voulurent savoir ? Page 191, il nous est encore dit que « l'histoire des origines de la société industrielle s'épuise à découvrir

des "révolutions", c'est-à-dire des ruptures, alors qu'elle devrait tenir de comprendre les continuités ». On veut bien reconnaître des continuités, mais il n'en demeure pas moins que la maîtrise de la vaillance permet d'exploiter des richesses naturelles et de créer des richesses artificielles comme jamais auparavant cela n'avait été possible, et que ce n'est pas là une continuité, ou bien alors le mot "révolution" n'a pas de sens ; de même, l'installation dans les appartements de Paris, en 1889, de commutateurs électriques qui permettaient de faire la lumière sur un geste du doigt, et non plus d'aller chercher du feu pour allumer une lampe. L'arrivée d'hommes sur la Lune fut moins une continuité qu'une révolution.

Puis Chaunu, parfois, "oublie" ; c'est ainsi que, page 255, il met au mérite des missionnaires d'avoir sauvé quelques bribes de la civilisation originelle des Amériques. C'est vrai pour un Bernardino de Sahagún, qui était d'ailleurs un métis, mais qui donc inspirait les massacres des "païens" ?... Preuve formelle que le sauvetage réalisé par Sahagún n'avait pas le gré de ses supérieurs, ce moine dut effectuer ses transcriptions en secret.

Atlas de Peters

Larousse, album relié,
230 p. coul., 250 F.

Dû à l'invention d'une méthode de représentation proportionnelle des terres émergées en fonction d'un paramètre donné, due au meilleur cartographe contemporain, l'Allemand Arno Peters, c'est un outil d'information sans pareil. Un simple coup d'œil sur les mapemondes qui se succèdent permet de saisir les différences entre les régions du globe, aussi bien du point de vue des conditions naturelles que des activités humaines. En matière de climats, par exemple, on découvre que les zones d'évaporation maximale ne correspondent paradoxalement pas aux zones d'ensoleillement les plus intenses ; elles se situent dans le Pacifique sud-ouest et nord-ouest, à proximité de terres qui, elles, présentent des taux d'évaporation minimale (l'Australie et l'Amérique

du Nord-Ouest). Surprise quand on regarde les terres cultivées dans le monde : c'est l'Inde qui bat le record, avec 50 % des terres exploitées. Quelles sont les régions les plus consommatrices de blé ? L'Europe, dirait-on au premier abord : non, le Maghreb, l'Italie, la Turquie, l'Iran. Où donc y a-t-il le plus d'ânes au monde ? En Bolivie, au Maroc, en Mauritanie, au Mali, en Namibie, au Botswana, en Ethiopie, au Yémen... Savez-vous où le cyclisme sportif est le plus développé ? En URSS, en France et aux Etats-Unis ! Quel est le continent où il y a plus de femmes que d'hommes ? Tout le Nouveau Monde, quelques pays d'Afrique, l'URSS et l'Australie. On aurait envie de tout citer. Un des ouvrages les plus instructifs de ces dernières années.

G.M.

Pierre Louisot

Biochimie médicale et générale

Simep, 488 p., 370 F.

L'auteur a de l'humour. Ce document de travail, avec mise à jour et nouvelle présentation de précédentes publications, se veut utilisable par les étudiants, les industriels, et « ceux que l'âge ou la formation ont rendu étrangers ou allergiques à une matière dont les fondements comme les applications sont maintenant indispensables à tous ». Car, « de l'électron au malade et du malade à l'électron, les aspects les plus divers de la chimie, de la biochimie et de la biologie moléculaire sont, à l'évidence, copieusement intriqués ». Hostile au principe du précis, de l'aide-mémoire ou du traité (l'ouvrage cependant ne s'en éloigne pas beaucoup !), il a réalisé une sorte de petite encyclopédie, de présentation aérée et claire. Toutes les matières sont présentées selon un mode où « le médical serre le fondamental d'un peu plus près que d'habitude », mais dans un ordre très classique : une introduction avec le rappel des notions indispensables de chimie (les liaisons, les fonctions, etc.) et un développement sur chacun des grands groupes, glucides, acides nucléiques, vitamines et coenzymes, lipides, protéines.

Marie-Laure Moinet

Bronislaw Malinowski

Les Argonautes du Pacifique occidental

Gallimard/TEL, 606 p., 90 F.

La réédition de ce classique de l'anthropologie, publié en 1922 par l'un des "pères fondateurs" de cette discipline, est une heureuse initiative. Si la société des îles Trobriand a depuis lors disparu, le travail de Malinowski ne se limite certes pas à un témoignage historique. C'est un modèle du genre qui, jusqu'à aujourd'hui, bouscule certaines idées courantes : par exemple, que la richesse et sa notion n'existent pas dans les sociétés primitives, ou encore que ces sociétés n'avaient pas que la guerre comme recours en cas de conflit. Les Trobriandais, en effet, avaient inventé et pratiquaient un système d'échanges symboliques, la *kula*, consistant schématiquement en un don et un contre-don, qui se substituait à la guerre et que maints Occidentaux trouveraient profit à méditer. Outre la poésie qui, pour un

lecteur ordinaire, se dégage de la description obstinément froide et conscientieuse de Malinowski, on trouve là un document sociologique qui revêt, en dernier recours, une dimension politique. Eût-il encore vécu que Malinowski eût, peut-être, été en effet un remarquable candidat à de hautes fonctions politiques.

ce va être occupée par les "étrangers" (ah ! qu'en termes galants...) ; les sectes, surtout les "étrangères", vont proliférer et rendre la vie impossible ; la drogue va envahir le monde, les armes nucléaires, bactériennes, chimiques seront de plus en plus menaçantes...

Tout cela est exposé en termes apparemment convaincants ; les auteurs ont potassé leurs dossiers. Mais il n'empêche que ce livre s'inscrit parfaitement dans un schéma bien connu, qui est celui des paniques millénaristes. L'approche de l'an mil déclencha des délires fantasmagoriques qui nous font bien rire aujourd'hui. Des gens, craignant les inondations apocalyptiques qu'annonçaient les dieux de malheur, allèrent s'installer dans les arbres avec leurs familles et des vivres. On eut, l'an fatidique venu, bien de la peine à les en faire descendre. Superstition des chiffres ! Nos-tradameries impénitentes ! Certes, il y a des raisons d'être vigilants. Mais de là à revêtir des cilices...

G. M.

Jean-Claude Grenier et Jean Jolly

Les Onze Peurs des Français pour l'an 2000

Olivier Orban, 270 p., 120 F.

Variante du « Hou ! fais-moi peur » de notre enfance. Voici donc un catalogue des fantasmes de la sinistrose contemporaine : la Terre se desséchera, on ne pourra plus cultiver le blé ; le Soleil va devenir "fou" ; la pollution chimique va se déchaîner ; le chômage va s'accroître et les générations se feront la guerre (on imagine le gang des pépés flingueurs...) ; le sida décimera l'humanité ; la Fran-

McGRAW-HILL

L'Excellence du Savoir



**Mc
Graw
Hill**

Bill McKibben

La Nature assassinée

Fixot, 274 p., 99 F.

Ce livre, écrit très simplement, se lit comme un roman. L'auteur y livre son mode de vie, ses émotions, ses espoirs. Par contraste, cette honnêteté donne un fort relief aux phénomènes complexes qu'il aborde. L'effet de serre, première atteinte mortelle à la nature, ne déboule pas comme une invention du dernier cri ; Arrhenius avait calculé dès 1884 que la température mondiale moyenne augmenterait de 4 degrés Celsius si la teneur en gaz carbonique de l'air doublait. Or, ce doublement pourrait devenir réalité d'ici à 140 ans au rythme actuel de croissance, qui semble aller s'accélérant. Tel un metteur en scène qui introduit progressivement ses personnages pour que le spectateur se familiarise avec chacun d'eux, McKibben présente posément chaque sujet d'inquiétude sous le projecteur et fournit sur lui un petit nombre suffisant d'arguments cohérents et documentés avant de passer à la préoccupation suivante (en gros, celles passées en revue dans *l'Amérique malade de ses déchets*, voir *Science & Vie* n° 872). Il convainc, sauf peut-être lorsqu'il parle, superficiellement, des biotechnologies.

Son livre est aussi un essai sur la nature, « autant une idée qu'un fait ». Au-delà de toute dégradation, « notre foi dans sa force demeure », mais nous avons mis fin à ce qui la caractérisait pour nous, du moins dans les temps modernes, « son indépendance de la société des hommes ». L'effet de serre est à ce propos une analogie plus que parfaite, l'homme ayant « construit une serre, une création humaine, à l'endroit où fleurissait autrefois un beau jardin sauvage ».

Parmi les catastrophes auxquelles l'homme a toujours été sensible figurent en première place les caprices du climat ; aujourd'hui, ceux-ci revêtent un aspect terrifiant, car l'homme peut s'en croire l'artisan. Le doublement du taux de gaz carbonique peut ainsi rendre le climat sec et chaud. « Même si la vague de chaleur de 1988 [1989 en Europe et peut-être 1990] n'avait pas grand-chose à voir avec l'effet de serre, elle nous a quand même donné une petite idée de ce qui

peut nous arriver. » Et de souligner avec humour que « nous cherchons souvent à changer de climat, il faut d'ailleurs y voir la principale motivation des voyages. Mais aujourd'hui, c'est le climat qui voyage ! ». Autre perspective alarmante : la pollution devenant globale, il n'y aura plus de refuge local. Les pluies acides viendront détruire les forêts en pleine zone rurale, le Soleil sera cancérogène et aveuglant partout, le ciel ne sera plus bleu mais blanc... Bref, « il n'y a pas de raison de se sentir en sécurité parce qu'il n'y a pas de raison d'être en sécurité. La vieille planète est désormais différente ». Les solutions ? Elles ne pourront plus que limiter les dégâts et mettre en cause notre confort, nos désirs, la croissance du « toujours plus ». Peuvent-elles dans ce cas venir de nous-mêmes, doivent-elles nous être imposées ? Une chose est sûre, l'écologie est hautement politique. Alors, y a-t-il encore des hommes politiques sur notre vieille planète ?

M.-L.M.

Shirley Strum Presque humain

Eshel, 337 p., 163 F.

On peut se demander ce qui pousse tant de jeunes femmes à consacrer leur vie à l'étude des singes... Après Jane Goodall et ses chimpanzés, Dian Fossey et ses gorilles, voici donc Shirley Strum et ses babouins.

Partie à 25 ans pour le Kenya, afin d'y étudier une espèce particulière, le *Papio anubis*, habitant des savanes, S. Strum publie dix ans plus tard l'important ouvrage qui vient d'être traduit en français. Elle a, bien sûr, établi avec les babouins, réputés farouches, voire dangereux, des relations qu'on peut qualifier d'amicales, car elle les a suivis dans leurs déplacements. C'est déjà très attachant.

Mais l'ouvrage va plus loin que le récit de zoologiste, car il dérange les idées reçues sur une société animale du type de celle des babouins. L'auteur y met en évidence un fait neuf : ce n'est pas l'agression qui est à la base de la vie sociale de ces animaux, mais bien l'amitié. Au fil des pages, d'ailleurs, le lecteur s'en convainc lui-même ; il peut aussi apprécier les capacités mentales des babouins, qui

sont assez proches des nôtres.

Ceux qu'intéresse le problème de la coexistence entre la vie animale sauvage et la civilisation, qui est peu tolérante, trouveront nourriture à leurs préoccupations. En effet, pendant des années, il fallut faire des efforts considérables pour se concilier les agriculteurs kenyans et les persuader de l'intérêt de l'étude et de la nécessité de protéger l'espèce pour leur existence même et pas seulement en raison de la loi (depuis 1976, en effet, les babouins sont protégés au Kenya). Mais la situation devint très tendue ; Shirley Strum dut alors se résoudre à déplacer, sur une grande distance, la bande avec laquelle elle avait fait alliance. La recherche d'une terre d'asile, la capture, le déplacement d'environ cent trente singes, puis leur adaptation au nouveau milieu constituèrent une épreuve, autant pour elle que pour les animaux. Toutefois, cette aventure offre une mine d'informations aux spécialistes de la protection de la nature, souvent confrontés à de tels problèmes.

L'ouvrage est illustré de dessins et de photos qui complètent l'agrement du style.

Jacques Marsault

Pierre Accoce La Médecine mangeuse d'hommes

Calmann-Lévy, 295 p., 98 F.

Pierre Accoce connaît bien l'histoire de la médecine. Mais peut-être a-t-il mal choisi le titre de ce livre, ou peut-être aussi en a-t-il mal défini le sujet, car on en perd souvent le fil. D'anecdote en anecdote, on se demande s'il dénonce les anomalies de l'institution médicale, la nature irrésistible du progrès médical ou la tendance du public à recourir à des médecines de fantaisie dès lors que la médecine tout court devient pénible ou bien est inefficace. Les anecdotes restent intéressantes, telle l'histoire d'Eugène Jamot, qui réussit à éliminer la trypanosomiase d'Afrique équatoriale, et aurait dû recevoir pour cela le prix Nobel, mais fut « torpillé » par le ministère des Colonies, qui ne lui pardonnait pas son anticonformisme. La sottise passée de ce ministère fait que la trypanosomiase est aujourd'hui revenue en Afrique.

G.M. ▲

LE PLUS BANAL DES CANCÉRIGÈNES, LE BENZÈNE

(suite de la page 63)

tes de concentration en benzène des solvants et des carburants sont désormais assez bien respectées ; mais les premières mesures effectuées sur les carburants en Allemagne après que la teneur légale en plomb eut plongé de 0,67g/l à 0,15g/l, avaient montré des "dérapages" très inquiétants : 17 % de benzène. Dame ! il faut bien aux moteurs modernes à haut rendement un indice d'octane élevé, entre autres pour éviter les détonations intempestives. Si on ne peut plus utiliser le plomb comme additif, vive le benzène (même si c'est beaucoup plus cher).

Aujourd'hui, la présence de benzène dans les carburants reste complètement méconnue, du public comme des professionnels. Ainsi, Jocelyne Machefer et Pascal Bidron, médecins du travail de la Sarthe, ont publié en 1990 dans "les Archives des maladies professionnelles" un article relatant une campagne de mesures de benzène sur 51 mécaniciens et 62 pompistes du département. Les mécaniciens et les pompistes ont des expositions supérieures à la normale. Le résultat n'a pas surpris les chercheurs ; ce qui les a franchement étonnés c'est l'afflux soudain de demandes d'informations complémentaires

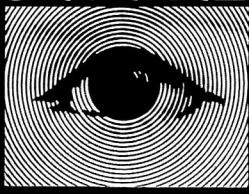
de la part de mécaniciens et de pompistes ; au point que l'organisme dont ils dépendent a édité une brochure résumant les résultats de leur travail ; celle-ci a aussitôt été éprouvée, ainsi que les affiches rappelant l'interdiction d'utiliser l'essence auto comme solvant, comme diluant ou pour se laver les mains.

Laissons la conclusion de toute cette affaire à Mireille Chiron, déjà citée : « Les professionnels exposés, comme les particuliers, sont nombreux et disséminés, souvent non informés, en particulier sur le fait que les carburants ne doivent pas être utilisés pour laver des pièces ou se laver les mains. On est arrivé au paradoxe que des travailleurs utilisant avec beaucoup de précautions des produits contenant moins de 1 % de benzène subissent tous les six mois un examen médical avec numération et formule sanguine, pendant que d'autres manient sans discernement du carburant à 3 % de benzène, et ne sont ni informés ni surveillés, ce qui est pour le moins irrationnel. » Puisque le législateur a si bien travaillé dans le passé pour réduire le risque du benzène dans les solvants de l'industrie, il faut maintenant qu'il s'attelle à l'éliminer aussi dans les carburants.

Jean-Michel Bader

(11) Cette convention définit les normes de protection des travailleurs exposés au benzène, mais elle laisse à chaque pays une possibilité de dérogation assez large.

DEVENEZ PHOTOGRAPHE



Sans quitter votre emploi, l'Institut Spécial d'Enseignement par Correspondance (organisme privé), vous prépare à ces brillantes carrières : photographe de mode, de publicité, de presse et de reportage. Demandez notre brochure gratuite à : I.S.E.C. (serv. F1), 11, Faubourg Poissonnière, 75009 Paris.
Pour la Belgique : 176, Boulevard Kleyer 4000 Liège. Tél. 041/52.60.98

BON pour recevoir notre brochure gratuite	E
Nom	
Adresse	code postal
Ville	



Pourquoi emprunter les cheveux des autres...
n'allez pas chercher ailleurs ce que vous possédez déjà

la chirurgie esthétique
vous fera retrouver en une intervention 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. ROOSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande
NOM

ADRESSE

SVOB

SCIENCE JEUX

La machine de Van de Graaf (2)

PHYSIQUE AMUSANTE

Le générateur électrostatique dont nous avons entamé la construction le mois dernier peut donner des tensions de 140 000 V, et pourtant il ne s'agit que d'un modèle réduit ; les machines grandeur nature font cent fois mieux avec les mêmes éléments : une simple courroie coiffée d'une sphère métallique creuse.

Cette courroie sert à transporter les charges électriques d'un corps électrisé à une sphère conductrice où elles s'accumulent. Le système est donc d'une enfantine simplicité dans sa réalisation, mais il n'en est pas de même dans son principe : celui-ci repose sur l'action à distance des charges électriques, et cette action reste, aujourd'hui comme hier, tout aussi mystérieuse que celle des attractions magnétiques.

Pour être juste, il y a non seulement des attractions, mais aussi des répulsions, et c'est le Français Charles de Coulomb qui les mit en formule en 1785 : toute particule p assimilable à un point et portant une charge électrique q subit de la part de toute autre particule p' portant une charge q' une force F, répulsive ou attractive selon que q et q' sont ou non de même signe, et dont l'intensité est donnée par : $F = kqq'/r^2$, k étant une constante qui ne dépend que des unités choisies et r la distance entre p et p'.

On notera que cette formule est similaire à celles des attractions magnétiques ou gravifiques qui concernent également des actions à distance. Pour en rester à l'électrostatique, ces actions s'exercent donc autour de toute particule électrisée et, d'une manière plus générale, autour de tout corps chargé. Pour décrire la région de l'espace où s'exercent ces actions, on a recours à la notion de champ vectoriel.

Ce champ, où ne poussent ni betteraves ni coquelicots, mais des vecteurs, peut exister dans la matière aussi bien que dans le vide. Il caractérise une zone où certaines particules vont être soumises à une force électrostatique qu'on repère par une petite flèche, un vecteur, dont la longueur représente la valeur numérique de cette force et dont la pointe indique la direction d'action.

A ce champ de force vectoriel est associé un champ électrique, dont le vecteur représentatif n'est

autre que le vecteur force divisé par la charge. Cette notion de champ est très importante, car elle permet une description mathématique précise des actions à distance. En particulier, nous avions vu le mois dernier qu'un corps électrisé peut en influencer un autre, autrement dit y faire apparaître des charges électriques sans qu'il y ait eu contact.

En fait, le champ électrique qui règne autour de tout corps chargé agit sur les particules de tout corps placé au voisinage — ou même fort loin, mais comme la force décroît avec le carré de la distance, elle devient vite imperceptible. Or, dans tout élément, et particulièrement à sa surface, il y a toujours des particules chargées qui vont être déplacées par ces forces électrostatiques.

Les particules de charge opposée se rapprochent du champ, et les autres sont repoussées ; le corps influencé se trouve donc à son tour électrisé et, s'il est fait d'un matériau conducteur, les charges se répartissent (+) d'un côté et (-) de l'autre. Cette répartition se défait d'elle-même dès que l'on éloigne le corps conducteur du champ électrique. Avec un isolant, où les charges sont très peu mobiles, on voit seulement apparaître en surface des charges opposées au champ dans la zone restreinte la plus proche du corps influençant.

En ce dernier cas, toutefois, il faut fournir un travail pour éloigner le corps influencé, car les charges restant en surface d'un isolant, et étant de signes opposés à celles qui leur ont donné naissance, il y a attraction entre les deux. En résumé, si le corps influencé est conducteur, il perd son électrisation dès que le corps influençant est écarté, tandis que l'isolant reste électrisé.

La machine de Van de Graaf faisant appel simultanément à ces deux types d'électrisation, il nous faut considérer de plus près le cas des corps conducteurs. Sans entrer dans le détail de la théorie, rappelons deux faits essentiels : dans un conducteur en équilibre (qui n'est donc pas relié à une source de courant), le champ électrique est nul en tout point — faute de quoi les charges libres seraient déplacées par ce champ et il y aurait donc un courant dans le fil.

Dans un conducteur creux, même électrisé, le champ est nul à l'intérieur, ce qui revient à dire qu'il n'y a pas de charges à l'intérieur d'une cavité conductrice. Cette propriété très importante explique que l'on puisse faire des écrans électriques, dits cages de Faraday, quand la cavité est faite en grillage métallique.

Elle permet aussi de faire des cylindres de Faraday, qui servent à accumuler des charges et sont d'emploi courant en électrostatique. En fait, le cylindre de Faraday n'a rien de sorcier : tout conducteur creux de forme quelconque dont l'ouverture est petite par rapport à la surface intérieure en est un. La première gourde métallique venue est donc un excellent cylindre de Faraday.

En vertu de ce que nous avons dit plus haut, le champ électrique est nul à l'intérieur d'une enceinte conductrice. Il en découle que si on y introduit un corps isolant chargé, par exemple (-), celui-ci va électriser par influence la paroi interne où vont apparaître des charges (+) ; par conduction apparaissent simultanément sur la face externe des charges (-) qui viennent rétablir l'équilibre au sein de la paroi.

Quand on retire le corps influençant, il faut vaincre l'attraction des charges opposées et ce travail les neutralise ; il ne reste plus que les charges (-) de la face externe, et tout se passe comme si la charge (-) du corps isolant était en grande partie passée directement à la surface du cylindre de Faraday.

On peut recommencer l'opération plusieurs fois et charger ainsi l'extérieur du cylindre, qui se comporte alors comme accumulateur de charges. On ne peut toutefois dépasser une certaine limite au-delà de laquelle il y a décharge spontanée par ionisation de l'air environnant, ou étincelle entre le cylindre et une pièce quelconque du montage. Bien entendu, plus le cylindre est grand, et plus la limite peut être repoussée loin — plus de 10 millions de volts pour les installations géantes de l'EDF.

Le principe de la machine de Van de Graaf est alors le suivant : une courroie isolante, entraînée par un moteur, est influencée par un corps électrisé et se couvre localement de charges. Dans son



mouvement, elle passe un peu plus loin dans une sphère creuse qui fait office de cylindre de Faraday et y abandonne ses charges. Pour améliorer ce transfert, la sphère comporte à l'intérieur un peigne à dents pointues qui sert de collecteur de charges.

Il faut donc au départ un corps électrisé dont on va pomper les charges — ou plus exactement dont on va utiliser le champ électrique pour déplacer les charges présentes sur la courroie. Notre version simplifiée de la machine ne comporte pas de corps électrisé, mais un simple peigne, et elle est fondée sur le fait que tout corps possède toujours une certaine dissymétrie de charges et qu'il n'est à peu près jamais, du point de vue électrostatique, totalement neutre.

Notre peigne sera donc plutôt positif, ou plutôt négatif. Il peut arriver pourtant qu'il soit presque neutre, et, en ce cas, le rendement de la machine faiblit beaucoup — il faut attendre un temps intermi-

nable avant d'avoir une médiocre étincelle.

Nous verrons plus loin comment relancer la machine dans ces conditions. Ajoutons aussi que la courroie devrait se déplacer dans une colonne isolante creuse, et qu'on limite les décharges parasites en enfermant le tout dans une enceinte étanche renfermant un gaz sous pression.

Pour ne pas compliquer un montage déjà un peu long, nous avons éliminé ces éléments, ce qui n'empêche pas notre machine de donner de très bons résultats. Le mois précédent, nous avions fabriqué le bâti et ses annexes ; nous allons maintenant finir la machine, et le mois suivant sera consacré aux différents accessoires nécessaires aux expériences.

Avant de poursuivre le montage, mentionnons de nouveau la liste des pièces ; cette liste peut paraître longue, mais il faut garder en mémoire qu'il s'agit d'une machine assez exceptionnelle, dont il n'existe pas

jusqu'alors de modèle réduit.

- Matériel habituel du Hobbystyrène

Cutter, règle métallique, crayon, gomme, papier abrasif, fer à souder, soudure.

Colles : Uhu-Plast, trichloréthylène, Uhu-Stick, cyanocrylate gel, Néoprène, colle époxy à deux composants.

Papier aluminium ménager, "Brillette" de Baranne, mousse plastique de récupération, polystyrène expansé de récupération.

Bocal ou récipient cylindrique, règle en Plexiglas (voir texte), ampoule 60 W en verre clair, fil à coudre, fil de Nylon 25/100 environ.

Polystyrène choc de 1 et 2 mm d'épaisseur.

- Composants spécifiques

Machine et condensateur :

Feuille d'étain 2/10° : 180x220 mm ; tiges acier Ø 4 mm, L= 85 mm et L= 65 mm ; 2 joints en PVC pour raccords de canalisation électrique, Ø ext. 18, Ø intér. 15,5, L= 46 ; gaine thermorétractable, Ø 5,5, L= 50 cm.

4 tubes en laiton, Ø 5 mm : L= 240 mm ; tube en laiton, Ø 3 mm, L= 100 mm ; tube en laiton, Ø 4 mm, L= 50 mm.

Poulie à gorge démontable Fisher Technik, Ø en fond de gorge 28 mm ; poulie à gorge à vis de blocage, Ø en fond de gorge 10 mm ; courroie caoutchouc 1/2 diamètre 85 mm ; moteur électrique Mono-perm 5 pôles 12 V avec interrupteur/inverseur.

De 12 à 20 clous miniatures, Ø 6/10°, L= 5 mm pour modèle réduit ; sphère en plastique métallisé Ø 150 (ou 140) mm ; tapis roulant caoutchouc type PARA blond 220x42 mm ; sphères de cuivre ou laiton : deux de 12 mm de Ø (éclateur fixe et éclateur à main), une de 25 ou 26 mm de Ø ; 2 prises "banane" miniatures complètes (mâles et femelles) Ø 2,5 mm.

Accessoires :

Feuillard de cuivre 1/10° d'épaisseur, 60x60 mm ; 1 écrou borgne Ø pas de vis 3 mm ; 1 tube laiton Ø 5 mm, L= 240 mm ; 1 tube plastique Ø extér. 7 mm, L= 500 mm.

Encre conductrice à l'argent Elecolit ; 3 entretoises de Ø 4, L= 12 mm, avec pas de vis Ø 3 mm ; 6 écrous Ø 3 mm ; 1 diode électroluminescente ; fil de cuivre émaillé Ø 1 mm, L= 600 mm ; 2 boîtiers de piles 1,5 V Wonder type "Sacso" ; 1

tube au xénon (tube flash) Ø 4,2, L= 50 mm ; sphère de laiton ou de cuivre Ø 14 mm.

Le polystyrène choc et la plupart des composants sont disponibles chez Pierron, 57206 Sarreguemines Cedex.

Nous poursuivrons donc la construction entamée le mois précédent en munissant l'ensemble déjà fait d'un système transporteur de charges analogue à un tapis roulant, d'une sphère qui sera le cylindre de Faraday, d'un éclateur et d'un condensateur. Le transporteur est fait d'une courroie isolante légèrement tendue entre deux poulies, qui sont plutôt des rouleaux à flasques. Mais, comme nous l'avons dit le mois dernier, cette solution n'est pas la meilleure.

Il serait préférable de tourner ces rouleaux en forme de tonnelets afin d'obtenir un centrage automatique de la courroie en caoutchouc. Les poulies qui, autrefois, transmettaient l'énergie aux machines par des courroies en cuir avaient justement cette forme. Bien alignées, elles ne nécessitaient pas la présence de joues de guidage et ne déjantaien jamais.

Mais la fabrication de ces pièces poserait des problèmes difficiles à résoudre pour l'amateur non équipé d'un tour. C'est pourquoi nous avons retenu la solution qui consiste à utiliser des rouleaux simplement cylindriques. Le cylindre est facile à trouver : c'est un joint pour connexions électriques en PVC long de 46 mm, diamètre extérieur 18 mm, intérieur 15,5 mm. On trouve ces pièces dans les magasins de bricolage ayant un bon rayon d'électricité.

La seule difficulté, si l'on veut éviter les vibrations, consiste à les centrer correctement sur un axe en acier de 4 mm. Pour y parvenir, nous passerons par des disques (de N1 à N4 figure 9), découpés selon la méthode du compas de découpe, dont le diamètre correspondra exactement au diamètre interne de nos cylindres, soit 15,5 mm. Plusieurs essais et ajustages seront peut-être nécessaires pour parvenir à la bonne dimension. En tout cas, nous aurons centré nos axes par construction.

Il restera à découper les disques de O1 à O4, P1 et P2. Le principe d'assemblage des divers disques avec le cylindre est indiqué figure

9. Toutefois, le nombre de disques et la longueur des axes ne sont pas identiques pour les deux rouleaux. On les assemblera donc en suivant les figures 10 et 11.

Dans les deux cas, le principe sera le suivant : pour l'assemblage d'une joue (formée selon le cas de deux ou trois disques), on commencera par coller les disques les uns sur les autres (Uhu-Plast) en les centrant à l'aide d'une aiguille passée dans le trou central qui a servi de passage à la pointe du compas de découpe. Ils seront automatiquement coaxiaux. Il restera à percer dans la joue terminée un trou de 4 mm dans lequel devra passer l'axe.

Les collages entre le polystyrène et le PVC se feront exclusivement à l'aide de colle cyanocrylate ; cette même colle servira à fixer l'axe du rouleau inférieur. Le rouleau supérieur est libre. En revanche, son axe de 65 mm sera collé avec la même colle sur le montant fixe déjà assemblé. Les rouleaux terminés seront ensuite assemblés comme indiqué figure 13 en n'omettant pas d'insérer deux rondelles aux endroits indiqués (pas de rondelles pour le rouleau supérieur, qui doit pouvoir se déplacer latéralement).

Afin de faciliter la rotation, une minuscule goutte d'huile sera déposée aux endroits adéquats. Nous insistons sur l'adjectif minuscule, le mieux étant d'enduire un Coton-Tige d'huile à machine et de l'appliquer sur les axes à l'endroit où ils frottent sur les paliers. S'il y a trop d'huile non seulement le système ne fonctionnera pas mieux, mais cette huile projetée par la rotation viendra se déposer sur le tapis et le rendra impropre au transfert des charges.

Le bâti sera ensuite surmonté du support de la sphère, lequel sera maintenu en place par deux morceaux de ruban adhésif. Il restera à mettre la poulie à gorge sur l'axe dépassant du rouleau inférieur. Nous avons retenu le modèle Fisher Technik (28 mm à fond de gorge), car il a pour avantage de pouvoir très facilement se démonter par desserrage à la main, ce qui sera très apprécié lors de la mise au point.

Le moteur que nous avons employé avec satisfaction est un Mono-perm 5 pôles 12 V (5 000 tr/min

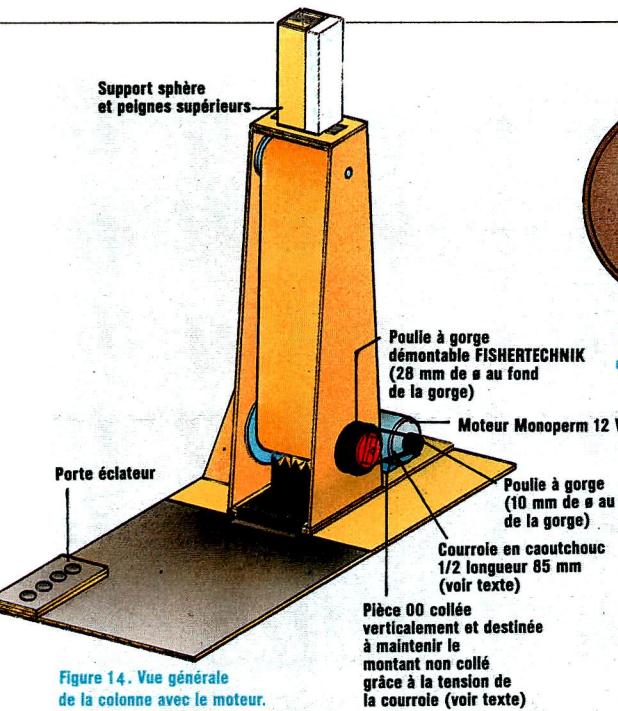


Figure 14. Vue générale de la colonne avec le moteur.

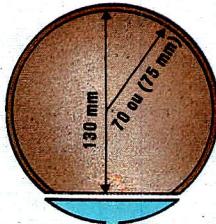


Figure 15. La sphère : découpe d'une calotte.

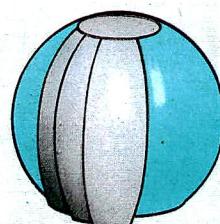


Figure 16. Placage de la sphère.

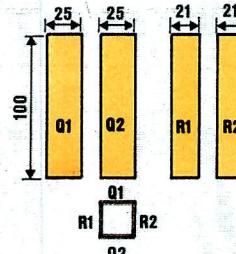


Figure 17. Le support intérieur de la sphère.

sous 1 A) avec son socle en plastique. Sa puissance est tout à fait convenable et il est alimenté sous 9 V (il peut supporter 12 V). Nous l'avons muni d'une poulie à gorge à blocage par vis (10 mm à fond de gorge). Cet ensemble mécanique convient parfaitement et nous le recommandons, bien qu'il ne soit pas exclusif.

Afin d'éviter une usure trop rapide des piles (la consommation de ce moteur en charge est d'environ 500 mA), nous avons employé une batterie de 8 accumulateurs cadmium-nickel 4 ampères/heure. Naturellement, toute autre source de courant convenant au moteur retenu conviendra, en particulier les piles rondes alcalines gros format.

La courroie qui unit les deux poulies est un modèle en caoutchouc d'une demi-longueur de 85 mm. On peut à la rigueur employer un bracelet caoutchouc ordinaire, mais il s'usera assez vite. Le moteur est fixé sur la pièce D par collage à la colle cyanocrylate. Mais, avant de procéder à cet assemblage, on prendra les précautions suivantes :

- coller la pièce 00 à l'endroit indiqué **figure 14**. Son rôle précis consiste à empêcher le montant non fixé de se dégager inopinément de son emplacement sous

l'action de la tension de la courroie.

- Engager la courroie dans ses deux poulies et la tendre avec le moteur tenu à la main, son socle étant posé à plat sur D. Pour une certaine tension, le tapis se mettra à tourner ; si on l'augmente trop, la vitesse décroîtra, le moteur peinera. Il faut donc dépasser légèrement le point où le moteur patine, la courroie étant insuffisamment tendue, et ajouter un tout petit peu de tension.

A cet endroit, on fera une marque au crayon autour de la position actuelle du socle sur la pièce D. On enlèvera alors la courroie et on vérifiera que l'axe du moteur est bien d'équerre et que les deux poulies sont bien alignées. On collera alors le socle du moteur (cynocrylate gel) et on attendra une dizaine de minutes.

On remet ensuite la courroie et on branche le moteur : le tapis roulant se mettra à nouveau en action. Mais, si on attend un certain temps, on observera à plus ou moins long terme un ripage du tapis dû aux effets de tensions inégales et à l'adhérence extrême du caoutchouc sur les rouleaux. Le tapis aura tendance à se coincer contre les montants et le moteur se bloquera.

Il fallut longtemps à Pierre Cour-

bier pour trouver un remède à cet irritant problème. Il est d'ailleurs des plus simples, encore fallait-il y penser : après avoir soigneusement lavé la bande caoutchouc avec du produit à vaisselle et l'avoir parfaitement séchée, on répartit sur les rouleaux (y compris les joues) une fine couche du produit incolore qui enduit les éponges "Brilette" de Baranne (vendues au rayon "cirage" des supermarchés).

Il s'agit probablement de silicium. En tout cas, le résultat s'est révélé excellent : à partir de cet instant, le tapis roulant circula sans plus jamais tenter de se coincer, tout en conservant intactes ses qualités électrostatiques.

Il s'agit ensuite de construire la sphère, qui est un composant indispensable de la machine de Van de Graaf — le modèle original en comportait même deux. Son rôle, nous l'avons dit, consiste à accumuler les charges électrostatiques collectées sur le tapis roulant par le peigne supérieur. En conséquence, la surface de la sphère doit donc être conductrice.

Les sphères en métal de 15 cm n'étant pas facilement disponibles dans le commerce, il nous a fallu trouver un moyen de contourner la difficulté. Or, il existe des boules en plastique métallisé du bon dia-

En traits gras
bande d'étain
2/10
largeur 15 mm

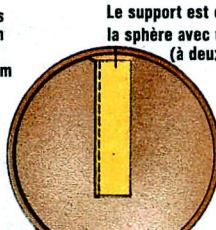


Figure 18. La liaison électrique.

Le support est collé à
la sphère avec une colle époxy
(à deux composants).

Pour l'amorçage
de la machine,
disposer une bande d'étain
maintenue par un petit morceau
de Scotch alors que le sens
de rotation est celui qui
est indiqué par la flèche
(voir texte).

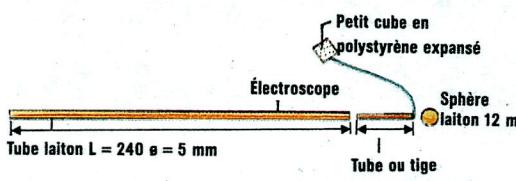


Figure 19. Le support intérieur de la sphère.

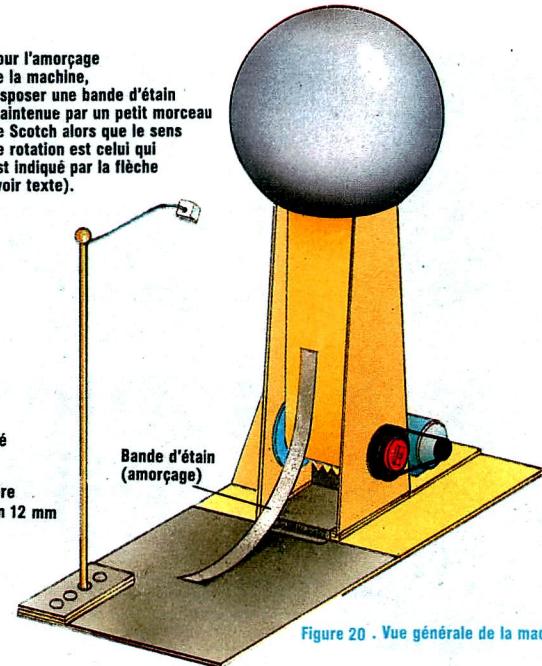


Figure 20. Vue générale de la machine.

mètre destinées normalement à décorer les arbres de Noël. Il suffisait donc de s'en procurer et de les modifier en conséquence, ce que nous avons fait.

Nous avons commencé par découper une calotte (*figure 15*) à 130 mm du pôle opposé à celui qui, à l'origine, comportait un dispositif de suspension. Pour ce faire, nous avons tracé un cercle avec un compas à pointe sèche, puis nous avons enlevé la calotte avec une lame de scie circulaire montée sur une perceuse miniature à main (notons qu'une lame de scie X-ACTO montée sur une poignée de même marque convient aussi bien).

Le rebord interne est ensuite soigneusement limé et poncé. La métallisation de ces boules étant déposée à l'extérieur, on pouvait penser qu'en établissant un contact électrique entre le haut du support de sphère de la machine et la partie métallique extérieure (par une simple bande d'étain collée à la colle Néoprène) tout fonctionnerait parfaitement. Nos essais nous prouvaient que c'était bien le cas.

Malheureusement, la couche métallisée n'a que quelques microns d'épaisseur et chaque étincelle la vaporisait, laissant des taches isolantes à sa surface. Il fallait

donc mettre une couche de métal un peu épaisse sur cette surface en y collant tout simplement du papier aluminium ménager (avec de la colle à papier en bâton type Uhu-Stick, *figure 16*). A part une paire de ciseaux pour découper des fuseaux (de 3 cm de large) et le bâton de colle, l'outil principal est la main de l'opérateur.

Il faut appliquer le métal sur la surface encollée en le déformant légèrement et en évitant les fronces autant que possible. Plus le plaçage sera lisse, moins la haute tension s'échappera. Pour faciliter le travail, on se servira comme outil à polir de l'ongle du pouce. En procédant avec soin et minutie, une bonne demi-heure est nécessaire et suffisante pour terminer le plaçage du métal.

Il restera à tracer, à marquer et à découper les quatre rectangles Q1, Q2, R1, R2, qui forment le support intérieur de la sphère (*figure 17*). Cette colonne est destinée au branchement sur le support du peigne supérieur ; elle devra donc pouvoir en recevoir la partie verticale. Comme cette dernière comporte un morceau de mousse plastique, elle pénétrera à frottement suffisant pour immobiliser l'ensemble. On vérifiera que la jonction est aisée et on collera le support intérieur de la sphère contre la partie supérieure de cette même sphère comme indiqué *figure 18*. Pour cet assemblage, on utilisera de la colle époxy à deux composants qui se présente sous la forme d'une pâte à prise assez rapide (une ou deux heures environ).

Cette même *figure 18* montre comment opérer la liaison électrique à l'aide d'une bande d'étain collée (néoprène) contre la paroi intérieure de la sphère et débordant légèrement à l'extérieur afin d'établir le contact avec la partie recouverte d'aluminium. L'autre extrémité de la bande suivra l'extérieur du support et rentrera à l'intérieur (tracé en pointillés sur le dessin). Etant donné les tensions qui vont s'écouler, la qualité du contact sera suffisante.

On enfoncera alors la sphère à sa place, prête pour les premiers essais dès que nous aurons fabriqué l'éclateur, l'électroscopie et le condensateur. Ce faisant, on prendra soin de vérifier que les bandes d'étain sont bien du bon côté et assurent le contact. Si ce n'était pas le cas, il y aurait bien évidemment une étincelle mais elle serait bien moins fournie.

L'éclateur, *figure 19*, est constitué d'un tube de laiton de 5 mm et long de 24 cm. Il est surmonté d'une petite sphère de 12 mm. Les

diamètres que nous indiquons pour l'éclateur et pour tous les autres accessoires qui comportent des sphères ne sont pas critiques. Ils peuvent varier de quelques millimètres en plus éventuellement (mais il faudra réserver la petite sphère à l'éclateur fixe). Les sphères que nous avons utilisées proviennent des Ets Weber, à Paris.

Selon que ces sphères sont creuses ou pleines, il faudra légèrement modifier les cotes données dans nos dessins. Quant au mode de fixation sur les tiges, il dépendra justement du type de sphères disponibles. La meilleure solution consiste à souder sphère et tiges à l'étain, mais cela est assez difficile à bien réussir, surtout avec des sphères pleines.

La seconde solution consiste à les coller (cyanocrylate ou époxy). Dans les deux cas, il faut s'assurer qu'il y a continuité électrique au moins en un point.

Un petit électroscopie sera ajouté à l'éclateur ; il sera fabriqué avec un morceau de fil à coudre à l'extrémité duquel on collera un petit cube de polystyrène expansé découpé dans un emballage. Cet indicateur est très utile pour les réglages. En attendant, on le disposera comme indiqué **figure 20**.

Les essais peuvent maintenant commencer, mais c'est seulement après avoir fabriqué le premier des accessoires, la bouteille de Leyde — qui sera décrite le mois prochain — que la machine pourra s'exprimer pleinement. On mettra le contact en choisissant de faire tourner le tapis dans le sens indiqué par la flèche **figure 20**, et on observera ce qui se passe.

Dans le cas le plus favorable, l'électroscopie bougera : il commencera par se relever en s'écartant de la tige. Puis, un petit bruissement se fera entendre tandis que le fil se repliera sur lui-même et que l'extrémité en polystyrène expansé viendra se coller contre la tige de l'éclateur. Si l'on approche le dos de la main à une dizaine de centimètres de la sphère, on sentira nettement les poils se hérisser : c'est bon signe, la machine s'est amorcée toute seule.

Dans l'obscurité totale, on verra des aigrettes de lumière partir de la sphère de l'éclateur. Notons qu'à partir du moment où la sphère est chargée, il ne faut pas en appro-

cher trop la main, et encore moins la toucher, car on ressentirait alors de très désagréables picotements. Donc, en attendant de disposer des éclateurs à main que nous fabriquerons le mois prochain, nous utiliserons un grand tournevis à manche en plastique pour la décharger en la mettant en court-circuit avec la boule de l'éclateur fixe.

Mais les choses peuvent se passer différemment : aucun courant n'est créé, l'électroscopie reste sans réaction. Il va falloir amorcer la machine. Pour cela, après avoir coupé le courant, on préparera une petite bande d'étain de 20 mm de large et de 150 mm de long, puis on la disposera comme indiqué **figure 20**. On lancerà à nouveau le tapis roulant (dans le sens indiqué) et on observera l'électroscopie : il doit alors s'écartez de la tige qui le porte.

Mais il se peut que l'amorçage soit insuffisant. On laisse alors tourner la machine quelques minu-

tes, puis on l'arrête, on enlève la bande d'étain et on la relance dans le sens inverse. Les phénomènes précédemment décrits doivent alors se produire ; ils s'amélioreront avec le temps. L'expérience prouve qu'une telle machine nécessite une période de rodage.

Notons qu'il existe un moyen complémentaire pour aider à l'amorçage : il consiste à laisser frotter contre le tapis un mouchoir en papier propre et neuf (c'est-à-dire sortant de sa boîte). Toujours en observant l'effet produit sur l'électroscopie, on cherchera à trouver l'endroit, le sens et la pression appliquées qui produisent l'effet maximal. Toutefois, le dernier réglage se fera mieux le mois prochain avec un condensateur (bouteille de Leyde) placé en série dans le circuit ; à ce moment, on pourra mesurer l'effet d'amorçage à la longueur de l'étincelle (plus du décimètre).

Renaud de La Taille

Modèle Pierre Courbier

Le récepteur du casque sans fil (2)

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Le mois dernier, nous vous avons proposé de réaliser un émetteur sans fil. Reste, maintenant, à détecter et à démoduler le faisceau d'infrarouges. Ce sera le rôle du récepteur. De plus, il comportera un petit amplificateur de manière que les signaux reçus soient directement exploitables par un casque de "baladeur". Précautions toutefois que notre liaison restera monophonique. Cependant,

cela est peu gênant puisque la vocation première de notre montage est de transmettre le son d'un téléviseur donc, du moins en France, fatallement monophonique également.

L'élément clé

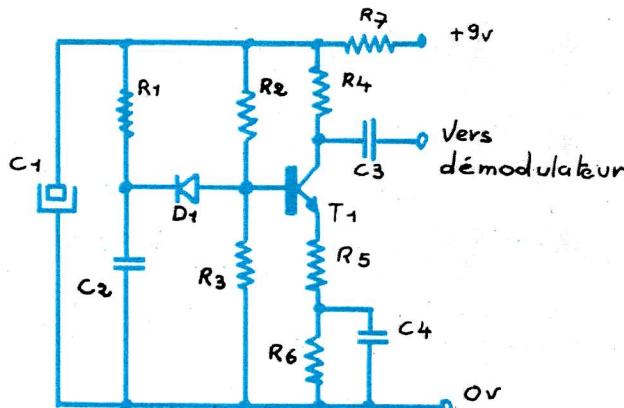


Désormais, vous pouvez écouter télévision ou radio sans indisposer personne, puisque l'émetteur et le récepteur sont liés sans fil par une diode infrarouge.

NOMENCLATURE DÉTECTEUR

$R_1 = 47 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, orange, or)
 $R_2 = 1,5 \text{ M}\Omega$ (noir, vert, vert, or)
 $R_3 = 1 \text{ M}\Omega$ (noir, brun, vert, or)
 $R_4 = R_6 = 470 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, jaune, or)

$R_5 = 4,7 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, rouge, or)
 $C_1 = 22 \mu\text{F}$
 $C_2 = C_3 = C_4 = 3,3 \text{ nF}$
 $T_1 = 2N 3904$
 $D_1 = \text{diode réceptrice infrarouge}$



de notre récepteur sera une diode photosensible dans l'infrarouge. Certes, à ses bornes, le signal électrique issu de la réception du faisceau restera extrêmement faible. C'est pourquoi, avant toute tentative de décodage, il nous faudra fortement amplifier cette première détection. Un premier étage ampli-

ficateur, réalisé autour d'un simple transistor et câblé aussi près que possible de la diode détectrice, réalisera une amplification en tension et permettra aux étages suivants de travailler sous des impédances "moins fragiles".

En effet, la diode infrarouge, du moins sous ce mode d'utilisation,

présente une impédance très élevée.

Or, en électronique, travailler en haute impédance reste délicat en raison de l'extrême sensibilité de tels montages aux parasites électriques extérieurs. Nous nous libérerons donc de ce problème dès le premier étage d'amplification. A la suite de ce dernier, une nouvelle série de transistors nous permettra d'obtenir une tension, image du signal infrarouge, facilement exploitable. En effet, notre démodulateur se résumera à un filtre passe-bas réalisé à l'aide de trois couples condensateurs-résistances. C'est lui qui nous permettra de délivrer une tension fonction de la valeur moyenne de l'intensité du faisceau tout en ignorant sa composante alternative.

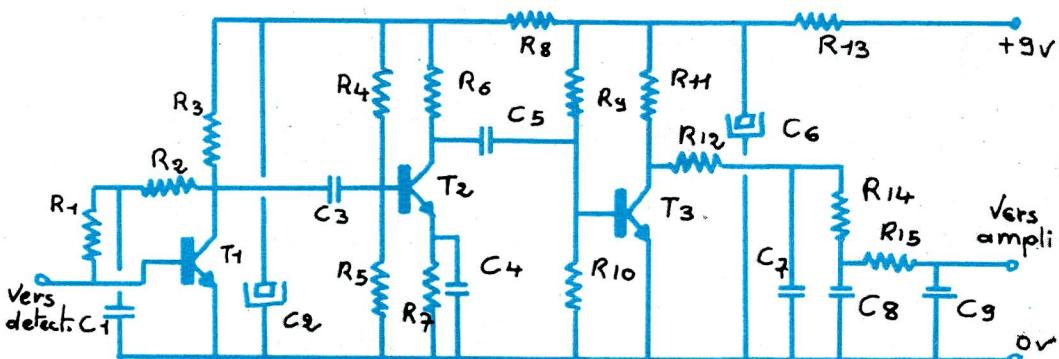
En sortie de ce filtre, nous obtiendrons donc une tension image de celle correspondant au signal musical appliquée à l'entrée de l'émetteur. Encore une fois, il nous faudra l'amplifier pour pouvoir l'appliquer au casque. Ce dernier amplificateur sera réalisé à l'aide d'un circuit intégré du type UA 741 associé à deux transistors montés en "push-pull". Notons qu'un potentiomètre de volume sera intercalé entre le filtre et ce dernier amplificateur. Il sera d'ailleurs bon de choisir ici un modèle équipé d'un interrupteur. Ainsi, la mise sous tension du récepteur sera

NOMENCLATURE AMPLIFICATEUR

$R_1 = 1 \text{ M}\Omega$ (noir, brun, vert, or)
 $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ (brun, vert, orange, or)
 $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ (brun, noir, orange, or)
 $R_4 = R_{10} = R_{12} = R_{14} = R_{15} = 47 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, orange, or)

$R_5 = 22 \text{ k}\Omega$ (rouge, rouge, orange, or)
 $R_6 = R_7 = R_8 = R_{11} = R_{13} = 2,2 \text{ k}\Omega$ (rouge, rouge, rouge, or)
 $R_9 = 470 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, jaune, or)
 $C_1 = C_3 = C_5 = 10 \text{ nF}$

$C_2 = C_4 = 22 \mu\text{F}$
 $C_6 = 470 \text{ nF}$
 $C_5 = 22 \mu\text{F}$
 $C_7 = C_8 = C_9 = 330 \text{ pF}$
 $T_1 = T_2 = T_3 = 2N 3904$



simplement obtenue en tournant le bouton de volume.

Le câblage du récepteur reste relativement délicat en raison du

être logé dans un petit boîtier en plastique. Il faudra cependant y ménager un trou de manière que la diode réceptrice puisse largement

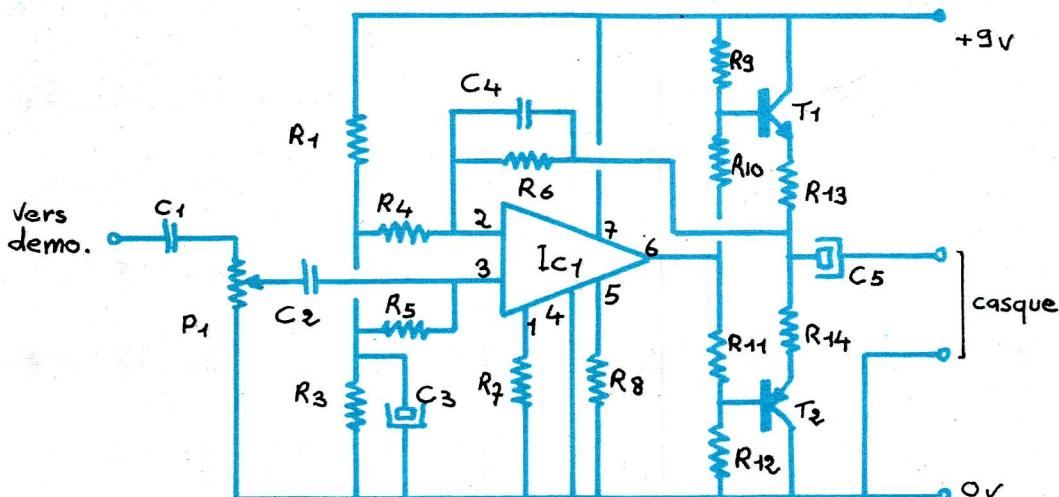
qualité acceptable jusqu'à une distance de quatre ou cinq mètres. Cependant, une trop forte lumière ambiante ou la présence d'une

NOMENCLATURE DÉMODULATEUR

P_1 = potentiomètre 470 k Ω avec interrupteur
 $R_1 = R_2 = 47 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, orange, or)
 $R_3 = R_{12} = R_{13} = 22 \text{ }\Omega$ (rouge, rouge, noir, or)
 $R_4 = R_5 = 470 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet,

jaune, or)
 $R_6 = R_7 = 4,7 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, rouge, or)
 $R_8 = R_{11} = 2,2 \text{ k}\Omega$ (rouge, rouge, rouge, or)
 $R_9 = R_{10} = 220 \text{ }\Omega$ (rouge, rouge, brun, or)

$C_1 = C_2 = 10 \text{ nF}$
 $C_3 = 22 \mu\text{F}$
 $C_4 = 330 \text{ pF}$
 $C_5 = 47 \mu\text{F}$
 $I_C = \text{UA 741}$
 $T_1 = \text{2N 3904}$
 $T_2 = \text{2N 3906}$



grand nombre de composants qu'il comporte. Cependant, nous l'avons divisé en trois modules différents : le premier étage (comportant la diode détectrice), le préamplificateur-démodulateur et, enfin, l'amplificateur casque.

Cela permet de simplifier nos schémas ainsi que le câblage. De plus, il est plus simple de loger dans un boîtier trois petites plaquettes qu'une seule grande.

Quoi qu'il en soit, il faudra toujours bien prendre soin de couper l'ensemble des bandes cuivrées de la plaque de câblage sous le circuit intégré et aux emplacements présentés sur le schéma de câblage. De même, il faudra impérativement respecter brochage et polarité des composants.

En ce qui concerne l'alimentation de notre récepteur, elle sera assurée par une simple pile 9 volts. L'ensemble du montage pourra

"voir" le faisceau issu de l'émetteur.

Normalement, ce montage est capable d'assurer une liaison de

lampe fluorescente peuvent limiter notablement cette portée. Dès que l'on atteint les limites de transmission, cela se manifeste par un "souffle" de plus en plus important dans le casque. Exactement comme dans le cas d'une réception sur une radio FM en limite de portée ; ce qui est, d'ailleurs, parfaitement normal puisque nous utilisons un codage très proche dans son principe. De même, toute rupture du faisceau infrarouge, présence d'objets ou d'une personne entre émetteur et récepteur provoquent l'interruption de la transmission.

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.

ERRATUM Dans notre numéro 871 d'avril 1990, une erreur s'est glissée dans la nomenclature de "l'électronique amusante" concernant le montage de la balise de détresse. C_1 est, en fait, égal à 470 μF .

Un jeu de quilles

INFORMATIQUE AMUSANTE

Nous vous proposerons ce mois-ci un petit programme de jeu. Inspiré du classique jeu de "casse-briques", il s'agira ici d'éliminer le plus grand nombre de quilles possibles à l'aide d'une balle rebondissant sur les bords du terrain. Pour cela, vous disposerez d'un crédit de trois balles. A vous d'en tirer profit en utilisant les flèches de déplacement horizontal du curseur pour piloter la raquette. Notons que si vous disposez d'une manette de jeu, il sera facile de modifier le programme de manière que cette dernière commande directement la raquette.

Passons maintenant à l'écriture

de ce programme. D'abord, nous redéfinirons des symboles graphiques afin de représenter les quilles, la raquette et les bords du terrain. Ensuite, nous afficherons à l'écran les contours de ce dernier grâce à deux boucles FOR-NEXT. La première tracera ses limites horizontales, la seconde les verticales. De même, toujours à l'aide d'une boucle FOR-NEXT, nous disposerons les quilles. Afin de mémoriser la position des quilles touchées au cours de la partie, nous créerons un tableau. Celui-ci comporte autant de cases que de quilles et sera, en fait, l'image de l'état du terrain. Si l'une de ses cases comporte un 0,

cela indique à l'ordinateur que la quille correspondante est présente ; si, en revanche, elle comporte un 1, la machine saura que la quille a été touchée.

Enfin, pour cette première phase d'initialisation du jeu, les positions horizontales de la raquette et de la balle seront fixées. Pour cette dernière, le choix s'effectuera de manière aléatoire afin d'obtenir un "engagement" différent pour chaque nouvelle balle.

A partir de là, le jeu peut débuter. En premier lieu, nous nous intéresserons à l'animation de la raquette. Sa position horizontale sera, en effet, commandée directement par incrément, ou décrément, de la variable XR en fonction de l'état, enfoncé ou non, des touches 1 et 8, correspondant respectivement à "flèche vers la droite" et "flèche vers la gauche".

Vient à présent l'animation du

```

10 MODE 1:CLEAR
20 REM ****
30 REM *
40 REM *      REDEFINITION DES   *
50 REM *      SYMBOLES GRAPHIQUES. *
60 REM *
70 REM ****
80 SYMBOL AFTER 129
90 SYMBOL 130,0,3,1,6,13,5,2,1
100 SYMBOL 131,0,192,128,96,176,160,64,128
110 SYMBOL 132,0,3,1,4,8,4,2,1
120 SYMBOL 133,0,192,128,32,16,32,64,128
130 SYMBOL 134,170,85,170,85,170,85,170,85
140 SYMBOL 135,7,31,127,254,254,254,96,63
150 SYMBOL 136,224,248,254,127,127,127,6,252
160 SYMBOL 137,60,102,195,129,129,195,102,60
170 REM ****
180 REM *
190 REM *      DEFINITION DES   *
200 REM *      ENVELOPPES SONORES. *
210 REM *
220 REM ****
230 ENV 1,5,3,1,1,0,1,1,-15,1
240 ENV 2,1,15,1,3,-1,1,1,-12,1
250 LET SND=0
260 PRINT "ILLUSTRATION SONORE ? (O/N)"
270 LET K$=UPPER$(INKEY$)
280 IF K$="" THEN GOTO 270
290 IF K$="O" THEN LET SND=1
300 CLS
310 REM ****
320 REM *
330 REM *      INITIALISATION DES   *
340 REM *      VARIABLES.           *
350 REM *
360 REM ****
370 LET CR=3:LET SC=0
380 LOCATE 25,1:PRINT "VOTRE SCORE: "
390 LOCATE 25,5:PRINT "CREDIT: ";CR
400 REM ****
410 REM *
420 REM *      TRACE DU TERRAIN      *
430 REM *
440 REM *
450 REM ****
460 FOR I=1 TO 22
470 LOCATE I,1:PRINT CHR$(134)
480 LOCATE I,25:PRINT CHR$(134)
490 NEXT I
500 REM ****
510 REM *
520 REM *      BOUCLES DE POSITIONNEMENT *
530 REM *      DES QUILLES.           *
540 REM *
550 REM ****
560 FOR I=1 TO 25
570 LOCATE 1,I:PRINT CHR$(134)
580 LOCATE 22,I:PRINT CHR$(134)
590 NEXT I
600 FOR I=2 TO 20 STEP 2
610 LOCATE I,5:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
620 LOCATE I,6:PRINT CHR$(132);CHR$(133)
630 LOCATE I,7:PRINT CHR$(130);CHR$(131)
640 LOCATE I,8:PRINT CHR$(132);CHR$(133)
650 NEXT I
660 REM ****
670 REM *
680 REM *      CREATION DU TABLEAU DE      *
690 REM *      MEMORISATION DE LA POSITION      *
700 REM *      DES QUILLES.           *
710 REM *
720 REM ****
730 DIM B(10,4)
740 REM ****
750 REM *
760 REM *      DEBUT DU JEU.          *
770 REM *
780 REM ****
790 LET XE=11
800 LET XB=INT(RND*11)+5:LET YB=20
810 MXB=1-((INT(RND*2)*2)):LET MYB=-1

```

mouvement de la balle. Deux variables XB, pour l'horizontale, et YB, pour la verticale, détermineront sa position instantanée. De même, MXB et MYB détermineront le sens des déplacements. C'est donc autour de ces deux dernières variables que tournera l'animation. En fait, elles ne pourront prendre que deux valeurs, à savoir +1 ou -1. Leur changement d'état s'effectuera lors de l'une des trois conditions suivantes : la balle touche le bord du terrain, la balle renverse une quille, ou, enfin, la balle est renvoyée par la raquette. Notons d'ailleurs que dès que la balle touche une quille, ce fait est immédiatement consigné dans notre tableau de mémorisation ; la case concernée passe immédiatement de 0 à 1. Ainsi, par la suite, si la balle revient sur cet emplacement elle continuera effectivement sa trajectoire au lieu de rebondir. De même,

le score sera "incrémenté" du nombre de points correspondants à la valeur de la quille, à savoir 5 pour celles du premier rang, puis 10 pour le deuxième, 20 pour le troisième et 25 pour le dernier.

Tant que le crédit de balles ne sera pas épuisé, notre jeu rebouclera. Sinon, celui-ci s'arrêtera et proposera une nouvelle partie.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier. Il est également relativement simple de l'adapter à d'autres machines que l'Amstrad 464, pour lequel il a été spécialement étudié. Rappelons simplement que MODE indique à l'ordinateur le nombre de caractères par lignes — dans notre cas, 40 —, SYMBOL permet de mémoriser un nouveau jeu de caractères graphiques en redéfinissant point par point chaque symbole, LOCATE est utilisé pour adresser le curseur et INKEY(x) permet de

savoir si une touche est enfoncée ou non. Si INKEY(x) vaut 0, cela indique que la touche numéro x est enfoncée, en cas contraire INKEY(x) vaudra -1. Hormis ces instructions un peu particulières ne concernant que l'Amstrad, le reste de basic utilisé est des plus communs et ne doit donc pas poser de problème d'adaptation.

L'utilisation de ce programme est également très simple. Après l'avoir entièrement tapé et demandé RUN, l'écran de jeu s'affichera et la balle sera lancée. A vous de déplacer correctement la raquette afin de la renvoyer le plus grand nombre de fois possibles. Pour chaque quille touchée, on pourra constater que le score, qui s'affiche en haut à droite de l'écran, se trouve bien augmenté de la valeur correspondant au nombre de points que vaut celle-ci.

Henri-Pierre Penel

```

820 REM ****
830 REM *
840 REM *      CONTROLE DU MOUVEMENT   *
850 REM *          DE LA RAQUETTE.    *
860 REM *
870 REM ****
880 LOCATE XR,23:PRINT CHR$(135);CHR$(136)
890 LET XRP=XR
900 LET XR=XR+INKEY(1)-INKEY(8)
910 IF XR<2 THEN LET XR=2
920 IF XR>20 THEN LET XR=20
930 IF XR<>XRP THEN LOCATE XRP,23:PRINT " "
940 LOCATE XR,23:PRINT CHR$(135);CHR$(136)
950 IF SND=0 THEN GOTO 1040
960 SOUND 1,(10*XB),0,0,1,0,0
970 SOUND 2,700-(XB*20),0,0,2,0,0
980 REM ****
990 REM *
1000 REM *      ANIMATION DU MOUVEMENT   *
1010 REM *          DE LA BALLE.        *
1020 REM *
1030 REM ****
1040 IF XB<3 OR XB>20 THEN LET MXB=-MXB
1050 LET XBP=XB:LET YBP=YB
1060 LET XB=XB+MXB
1070 LET YB=YB+MYB
1080 IF YB=2 THEN LET MYB=1
1090 LET RXT=INT(XB/2):LET RYT=YB-4
1100 REM ****
1110 REM *
1120 REM *      TEST QUILLE TOUCHEE.    *
1130 REM *
1140 REM ****
1150 IF RYT<1 OR RYT>4 OR XB>21 THEN GOTO 1260
1160 IF B(RXT,RYT)<>0 THEN GOTO 1260
1170 LET B(RXT,RYT)=1:LET MYB=-MYB
1180 IF XB<2 AND XB><21 THEN LET MXB=-MXB
1190 LOCATE (2*RXT),YB:PRINT " "
1200 REM ****
1210 REM *
1220 REM *      CALCUL DU SCORE.      *
1230 REM *
1240 REM ****

```

```

1250 LET SC=SC+(5*RYT):LOCATE 30,3:PRINT SC
1260 LOCATE XBP,YBP:PRINT " "
1270 LOCATE XB,YB:PRINT CHR$(137)
1280 IF YB>22 THEN GOTO 1310
1290 IF XB=XR THEN LET MXB=-1:LET MYB=-1
1300 IF XB=XR+1 THEN LET MXB=1:LET MYB=-1
1310 IF YB<23 THEN GOTO 1530
1320 REM ****
1330 REM *
1340 REM *      CALCUL DU CREDIT RESTANT. *
1350 REM *
1360 REM ****
1370 LET CR=CR-1
1380 LOCATE XR,23:PRINT " "
1390 LOCATE XB,23:PRINT " "
1400 LOCATE 32,5:PRINT CR
1410 FOR I=1 TO 22
1420 SOUND 1,(10*I),0,0,1,0,0
1430 SOUND 2,500-(I*20),0,0,2,0,0
1440 FOR T=1 TO 60:NEXT T
1450 NEXT I
1460 IF CR=0 THEN GOTO 1580
1470 REM ****
1480 REM *
1490 REM *      REBOUCLAGE DU JEU.       *
1500 REM *
1510 REM ****
1520 GOTO 790
1530 GOTO 880
1540 REM ****
1550 REM *
1560 REM *      DEMANDE DE NOUVELLE PARTIE. *
1570 REM *
1580 REM ****
1590 LOCATE 25,15:PRINT "FIN DE JEU."
1600 LOCATE 25,17:PRINT "POUR UNE AUTRE"
1610 LOCATE 25,19:PRINT "PARTIE TAPER"
1620 LOCATE 25,21:PRINT "LA TOUCHE 'P'."
1630 LET K$=UPPER$(INKEY$)
1640 IF K$<>"P" THEN GOTO 1630
1650 GOTO 10

```

La monture azimutale

JOURNAL DE L'ASTRONOMIE

Si septembre signifie pour beaucoup de gens la fin des vacances et des beaux jours, pour l'astronome c'est avant tout l'annonce de nuits plus longues et donc des observations célestes plus nombreuses.

L'équinoxe, qui aura lieu le 23 à 8 h 58 légales, nous garantit des nuits égales aux jours et, compte tenu du crépuscule, la possibilité d'observer le ciel de 20 heures à 5 h 30 le lendemain. Plusieurs spectacles astronomiques jalonnent ce mois.

La Lune, tout d'abord, illumine les nuits du début de septembre, avec une pleine lune le 5. Le relief de notre satellite sera particulièrement intéressant à découvrir aux alentours du dernier quartier, soit du 8 au 26.

La Lune sera alors à une déclinaison de +26°, ce qui se traduira par une hauteur au-dessus de l'horizon de plus de 65° lors du passage au méridien le matin. Circonsstance idéale, tant pour l'observation visuelle que pour la photographie, d'autant que, la distance

Terre-Lune étant alors minimale, le diamètre apparent de la Lune sera à son maximum.

La lumière cendrée sera visible dans le ciel du matin du 8 au 10, puis le soir du 20 au 23. Les fins croissants lunaires seront observables avant la nouvelle lune, au petit matin des 17 et 18. Après, on pourra faire une première tentative dans la soirée du 19, tout juste après le coucher du Soleil, pour repérer la Lune, alors âgée de moins de vingt heures. Les soirs suivants, le croissant sera vu sans difficulté.

Mercure sera à son élongation ouest le 24, jour idéal pour la rechercher avant le lever du Soleil. Sa période d'observation va du 18 septembre au début octobre.

Vénus se rapproche petit à petit de sa conjonction supérieure avec le Soleil du 1^{er} novembre. Jusqu'à là, elle reste encore facilement visible le matin. On notera au télescope que sa phase est quasiment indiscernable et que le disque planétaire est presque parfait.

Du côté des planètes extérieu-

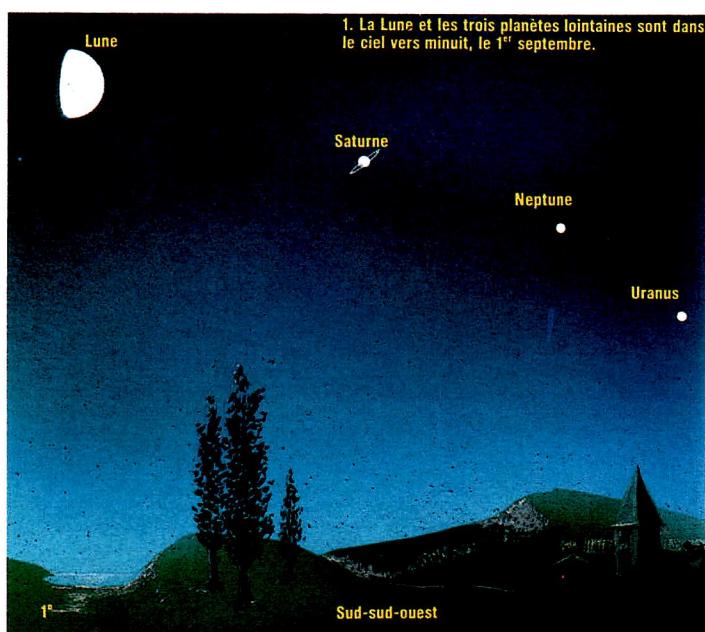
res, les conditions d'observation de Mars ne cessent de s'améliorer à l'approche de l'opposition de fin d'année. Elle se lève désormais en première partie de nuit et c'est à 3 heures qu'on pourra faire des observations intéressantes, d'autant que le diamètre apparent dépasse les douze secondes d'arc. Une lunette ou un télescope de 10 cm de diamètre devrait permettre de distinguer quelques détails. C'est actuellement le plein hiver dans l'hémisphère nord de la planète et donc l'été dans l'hémisphère sud. Comme c'est précisément ce dernier hémisphère qui est en ce moment bien visible depuis la Terre, on remarquera la disparition progressive de la calotte polaire sud. A noter aussi la phase de la planète et la possibilité de grandes tempêtes de poussières.

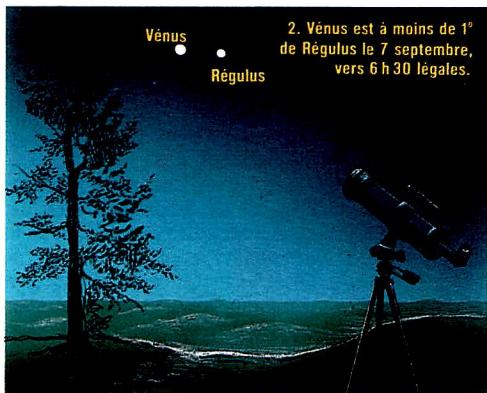
Jupiter se lève aux alentours de 3 heures du matin, heure légale. Son diamètre apparent, qui n'est encore que de trente-trois secondes d'arc au début du mois, croît sensiblement au fil des semaines. La planète est à surveiller avec une attention particulière afin de détecter une éventuelle réapparition de la bande équatoriale nord.

Vers la fin du mois, Jupiter sera en conjonction avec l'amas M 44, un très bel amas ouvert appelé aussi amas de la Crèche, dans la constellation du Cancer. L'écart entre les deux astres sera de 1°15' et, avec un oculaire grand champ et à faible grossissement, on pourra les voir tous les deux ensemble (*figure 6*).

Parmi les nombreux phénomènes des satellites de la planète géante, signalons-en un observable en entier le 1^{er} octobre. Cette nuit-là, à 2 h 5 (légales), l'ombre du satellite Io commencera à passer sur le disque de la planète. À 3 h 11, ce sera le tour du satellite lui-même, qui disparaîtra alors à la vue. L'ombre finira sa traversée à 4 h 22 ; quant à Io, elle redeviendra visible à 5 h 27.

Saturne passe au méridien vers 22 heures au début du mois ; c'est dire qu'elle est très bien placée pour une observation dans de bonnes conditions. Les anneaux, encore largement ouverts, nous montrent leur face nord et on remarque, à partir de septembre, l'ombre du globe saturnien sur ceux-ci. Le pôle sud de la planète est toujours





2. Vénus est à moins de 1° de Régulus le 7 septembre, vers 6 h 30 légales.



3. Conjonction de Mercure et de Vénus le 14 septembre, vers 7 heures légales.

presque entièrement masqué par les anneaux.

Uranus et Neptune, qui suivent Saturne, sont visibles en première partie de nuit dans la constellation du Sagittaire, basse sur l'horizon sud-est. A noter qu'Uranus se trouve en ce moment à 1,5° au nord du bel amas globulaire M 28, pouvant servir de repère pour localiser la planète lointaine.

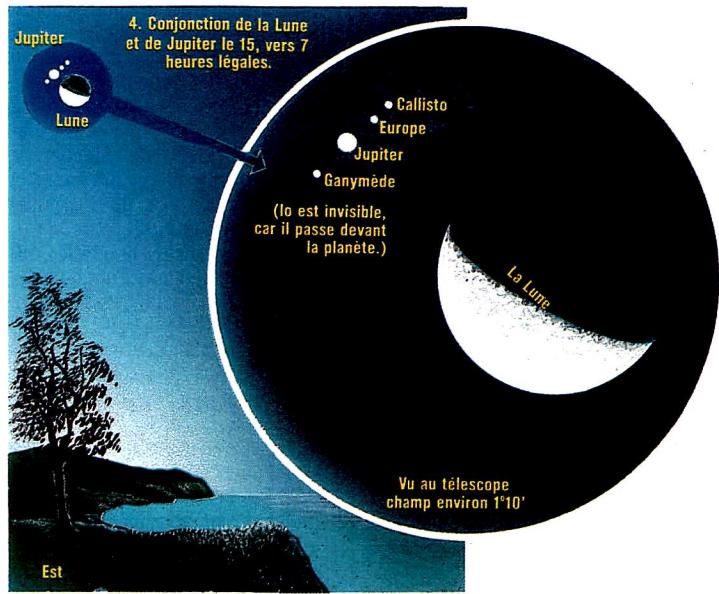
Les rendez-vous du mois. Les phénomènes intéressants du mois de septembre sont les suivants :

Le 1^{er}, conjonction de la Lune avec Saturne, Uranus et Neptune. A observer vers minuit au sud-sud-ouest (**figure 1**).

Le 7, conjonction rapprochée de Vénus et de l'étoile Régulus du Lion. L'écart entre les deux astres sera de quarante-sept minutes d'arc seulement. Ils seront visibles tous les deux en même temps à l'aide d'un instrument avec grossissement de soixante fois environ. La conjonction est à rechercher vers l'est-nord-est, peu avant le lever du Soleil aux alentours de 6 h 30 (**figure 2**).

Vénus se rapprochera de Mercure le 14 à 7 heures, soit une vingtaine de minutes avant le lever du Soleil. Il faudra, pour ce faire, utiliser des jumelles pour repérer les deux planètes intérieures à l'azimut 83° (**figure 3**).

Le lendemain, le 15 septembre vers 7 heures également, plein est, Jupiter et la Lune seront en conjonction rapprochée, avec moins d'un degré les séparant. On tentera une photographie avec un télescope ou une lunette montrant la planète géante et notre satellite, dont le croissant sera bien avancé (**figure 4**).



Sept jours avant sa plus grande élongation, soit le 17 septembre, Mercure sera en conjonction avec la Lune vers 7 heures. On s'aidera de jumelles pour localiser la planète (**figure 5**).

A la fin du mois, le 25, on observera le rapprochement de la Lune et d'Antarès et, le même jour, celui de Mars et d'Aldébaran.

Les 27 et 28 en soirée, ce sera à nouveau la conjonction Lune, Saturne, Uranus et Neptune.

Enfin, le début d'octobre sera marqué, deux jours après la pleine lune du 6, par la conjonction Mars-Lune.

Etoiles filantes. C'est dans la nuit du 31 août au 1^{er} septembre que la Terre traverse l'orbite de la comète Kiess, découverte en 1911

et d'une période très longue, environ mille ans. Cette traversée est à l'origine d'un essaim d'étoiles filantes, appelées Aurigidés, car le radian se situe dans la constellation du Cocher (ou Auriga). Les prévisions indiquent 5 heures du matin le 1^{er} septembre comme moment le plus favorable pour observer ces météores.

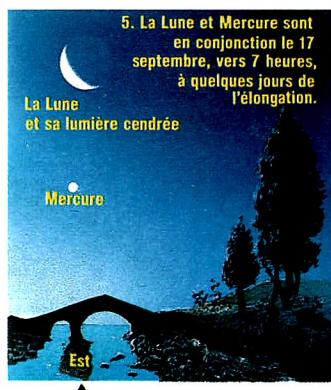
Les Piscides, dont le radian se trouve globalement dans les Poissons, sont en fait le mélange complexe de plusieurs courants clairsemés. Ces essaims observables du début septembre au début novembre donnent lieu à plusieurs maxima.

Cette année, les dates des 9 septembre, 21 septembre et 13 octobre seront à surveiller aux alen-

tours de minuit. Les Piscides donnent lieu à des météores deux fois plus lents que les Aurigides.

Enfin, du 7 au 10 octobre, on ne manquera pas l'essaim des Dracôniaires, dont le radian se situe dans la constellation du Dragon. Cet essaim dérive de la comète Giacobini-Zinner, d'où son autre nom de Giacobinides. Le maximum est attendu pour le 19 octobre, peu après le coucher du Soleil.

La monture azimutale. Bien que ce mois de septembre soit abondamment pourvu en événements astronomiques, il reste encore suffisamment de temps chaque nuit pour observer les riches-



ses du ciel profond. La période propice se situe, comme d'habitude, à partir du dernier quartier de Lune le 10 jusqu'au premier quartier le 27.

Les constellations qui retiendront l'attention, en raison des objets faciles et spectaculaires qu'elles recèlent, sont, dans l'ordre d'observations successives à partir de la fin du crépuscule : le Scorpion, le Serpent, Hercule, le Sagittaire, la Lyre, l'Aigle, le Cygne.

Aux alentours de minuit : Péga-
se, Andromède ; et, en deuxième
partie de nuit : Cassiopée, Persée,
le Cocher, Orion.

Cartes et atlas donneront toutes les indications nécessaires pour le repérage et le pointage de ces objets avec lunettes et montures équatoriales. Mais tous les instruments ne sont pas équipés de cette monture, qui offre l'avantage de compenser la rotation de la Terre et celui d'être munie de cercles gradués, grâce auxquels on peut pointer les astres à partir de leurs

coordonnées astronomiques.

Les instruments d'initiation en particulier sont, la plupart du temps, fournis avec une monture azimutale. Celle-ci est caractérisée par un axe vertical, ou axe d'azimut, et un axe horizontal, ou axe de hauteur. C'est un peu comme les deux axes d'un trépied photographique simple. En déplaçant l'appareil au moyen de ces deux axes, on peut pointer n'importe quel objet du ciel.

La monture azimutale présente l'avantage d'être facile à installer et à utiliser. Il suffit de placer l'instrument à l'extérieur, en prenant soin de vérifier que l'axe d'azimut est bien perpendiculaire au sol pour qu'on soit prêt à observer. Le pointage s'effectue au moyen du chercheur de la lunette ou du télescope. Lorsque l'astre est à la croisée des fils du réticule du chercheur, il suffit de bloquer, au moyen des manettes prévues à cet effet, les deux axes pour commencer l'observation.

C'est à partir de là que les difficultés commencent. Tant qu'on observe à un faible grossissement, pas de problème. Il suffit, de temps à autre, de manœuvrer les mouvements lents d'azimut et de hauteur pour recentrer l'objet car, ne l'oublions pas, la Terre tourne et il faut compenser cette rotation en déplaçant l'appareil, faute de quoi l'astre sort du champ de vision. Mais, dès qu'on atteint la centaine de fois de grossissement, cette opération de suivi devient difficile ; il faut, presque en permanence, manœuvrer les deux axes à la fois ! A ce grossissement, une étoile, située à l'équateur céleste, traverse le champ en moyenne en deux minutes. Comme il convient, pour que l'image soit de qualité maximale, de maintenir l'astre à peu près au centre, on comprend que cela n'offre que quelques dizaines de secondes de répit ! Un grossissement de 200 fois et plus est rédhibitoire, à moins de rechercher l'exploit !

Heureusement, les instruments en monture azimutale sont limités en diamètre. Dans la pratique, les plus puissants mesurent de 70 à 80 millimètres de diamètre d'objectif ou de miroir, ce qui limite le grossissement utile à la centaine de fois.

Ajoutons toutefois que l'apprentissage de l'observation astronomi-

que par une monture azimutale n'est pas inutile, car le débutant acquerra, de cette manière, une dextérité et une précision de manipulation qui lui seront fort utiles lorsqu'il passera à une monture équatoriale.

Le second inconvénient d'une monture azimutale est l'absence de cercles gradués pour le pointage des objets d'après leurs coordonnées. A cause de cela, beaucoup de débutants abandonnent purement et simplement l'observation des amas, nébuleuses ou galaxies, rebutés par les difficultés de pointage. C'est bien dommage, car il existe une méthode, moyennant un peu de préparation, pour contourner cet obstacle. C'est alors tout un domaine nouveau qui s'ouvre à ces appareils d'initiation.

En résumé, cette méthode consiste à pointer en premier, à l'aide du chercheur, une étoile brillante, visible à l'œil nu et située à proximité de l'objet à rechercher. Ensuite, l'œil à l'oculaire de l'instrument, on se décale de proche en proche, d'étoile en étoile, jusqu'à l'objet voulu.

Bien entendu, cela suppose qu'on ait au préalable regardé sur une carte le "chemin" à parcourir entre l'étoile repère et l'objet en question : c'est ce que j'appellerais la méthode du parcours fléché.

Le parcours fléché. Ce type d'observation, comme on l'a compris, nécessite une préparation. Il faut, en premier lieu, déterminer, grâce à un catalogue, le ou les objets qu'on veut observer. De ce choix dépendra la réussite du pointage. On devra impérativement choisir des objets brillants et faciles à identifier. Si l'instrument permet théoriquement la vision d'astres de 10^e magnitude, inutile d'envisager l'observation d'une galaxie de magnitude 9 ; cela est possible, mais cette méthode approximative ne le permet pas, tout au moins tant qu'on n'a pas acquis la maîtrise nécessaire.

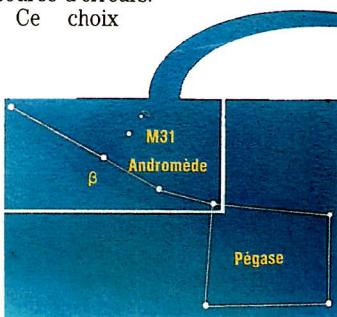
Voici pour différents diamètres les magnitudes limites théoriques et la limite recommandée :

Diamètre (mm)	Mg limite	Limite recommandée
50	10	6
60	11	7
70	11,3	7,5
80	11,6	8

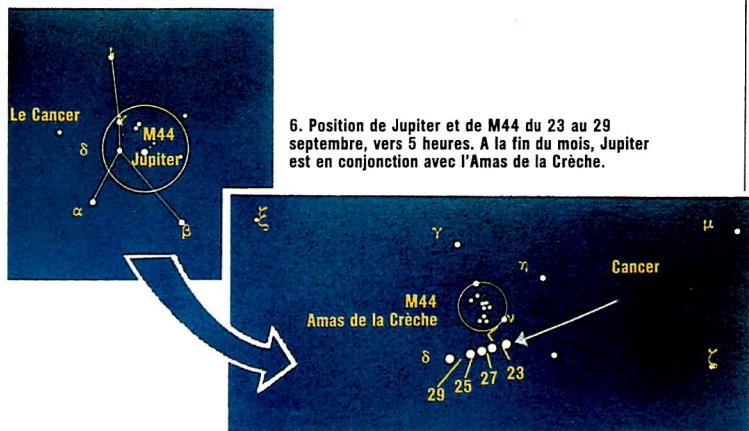
Une fois le choix effectué, on se reportera à un bon atlas cartographique à grande échelle. En la matière, le *Sky Atlas 2000.0* de William Tirion (1) nous paraît rassembler tous les atouts. L'échelle est de 7,8 millimètres par degré, ce qui est suffisant. Les objets sont distingués par des couleurs différentes pour chaque catégorie et le symbolisme graphique utilisé permet de connaître leur taille et leur magnitude.

Deuxième étape : situer sur la carte l'objet en question et choisir une étoile repère au plus près et la plus brillante possible. N'oublions pas que nous pointerons visuellement avec la seule aide du chercheur cette étoile. Elle ne doit pas être trop éloignée, sans quoi le "parcours", trop long, sera source d'erreurs.

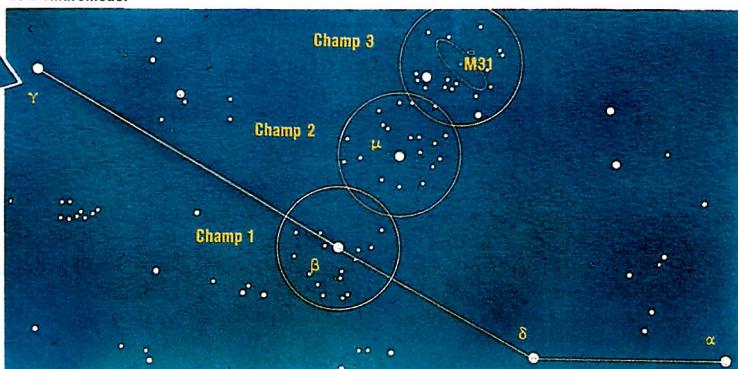
Ce choix



6. Position de Jupiter et de M44 du 23 au 29 septembre, vers 5 heures. A la fin du mois, Jupiter est en conjonction avec l'amas de la Crèche.



7. Recherche de M31, la galaxie d'Andromède, à partir de δ-Andromède.



effectué, on se munira d'une feuille de rhodoid ou de calque très fin, sur laquelle on tracera un cercle représentant le champ de l'instrument muni de son plus faible grossissement. Si l'on ne connaît pas la valeur de ce champ, voici comment procéder. L'appareil étant équipé du plus faible grossissement, on pointe une étoile située près de l'équateur céleste. On la place au bord du champ, puis on ne touche plus à rien ; on laisse l'étoile "traverser" le champ en raison de la rotation terrestre. On chronomètre soigneusement le temps écoulé ; au besoin, on fait la moyenne de plusieurs mesures.

La valeur du champ en degrés est égale au temps mesuré en minutes divisé par 4. Par exemple, si l'on trouve huit minutes de temps, le champ mesure : $8/4 = 2$ degrés.

Pour tracer notre gabarit, on se reporte à la carte et on relève la valeur en millimètres du degré de

déclinaison. Avec l'atlas cité plus haut, on trouve 7,8 mm. On tracera dans notre exemple un cercle de $7,8 \times 2 = 15,6$ mm. Ce cercle représente tout ce qu'il est possible d'observer au travers de l'instrument.

L'opération suivante consiste maintenant à superposer ce cercle sur l'étoile repère, en la plaçant au centre. On dessine alors sur une feuille de papier les astres visibles dans le cercle. On note une étoile située en bord de champ dans la direction de l'objet recherché. On déplace ensuite le cercle sur cette étoile pour la placer au bord opposé. On dessine à nouveau le champ de vision et on note l'étoile suivante en bord de champ. Et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive sur l'objet à observer. La préparation est terminée.

La nuit venue, on pointera l'étoile repère. Puis, grâce aux dessins de préparation, on identifie l'étoile suivante qu'on place au bord du champ en déplaçant l'in-

strument. On passe ainsi de champ en champ jusqu'à l'objet (figure 7).

On comprend tout de suite l'intérêt de choisir une étoile proche de l'objet pour éviter la multiplication des dessins de "parcours" ! Autre remarque : si le champ de l'instrument vous paraît trop faible, rien ne vous empêche de faire exactement la même chose avec le chercheur. Son champ sera en général de 5 à 7° et le "trajet" sera plus rapide.

La réussite de cette méthode réside essentiellement dans le choix des étoiles repères et de l'objet. Commencez par vous entraîner avec des sujets faciles, comme la galaxie d'Andromède ou l'amas M 13 d'Hercule. Au fur et à mesure de vos progrès, vous aborderez des astres plus difficiles. Bon jeu de piste à travers les étoiles !

Yves Delaey

(1) *Sky Atlas 2000.0* W. Tirion. En vente à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris. Pour les lecteurs de *Science & Vie* se référant de la revue : 430 F au lieu de 490 F. Pour l'expédition, ajouter 40 F pour le port.

Le triomphe d'un enfant prodige

JEUX MATHÉMATIQUES

Denis Auroux, 13 ans, élève de première à Lyon, a été la révélation de la finale du IV^e championnat international de France des Jeux mathématiques et logiques. Benjamin de la catégorie "lycéens", il a néanmoins remporté le titre de champion de France avec le score maximal de 12 points et 42 coefficients.

C'est la toute première fois, depuis l'existence du championnat, qu'un "surdoué" se distingue de cette manière. La plupart du temps, les champions s'étaient déjà distingués par leur brio, sans toutefois se révéler des prodiges. Et l'on a même assisté, dans les catégories de collégiens, au couronnement de champions qui ont avoué « avoir eu du mal toute l'année à obtenir la moyenne en mathématiques ».

Dès 11 heures, ce 7 juillet, installés dans le centre de conférences de la Cité des sciences, les 600 finalistes et les 80 participants au concours parallèle eurent à en découdre avec les douze jeux-problèmes, répartis en deux groupes. Trois heures intenses, une courte interruption pour déjeuner, et à nouveau trois heures ! Mais ils n'en avaient pas assez ! A la fin des épreuves, ils furent mille, concurrents et accompagnateurs, à assister, dans l'amphithéâtre Gaston-Berger, au "rama", commentaire audiovisuel des épreuves. Les membres du jury, qui assuraient ce commentaire, furent chahutés sur la précision des sujets. Michel

Criton, qui animait le jury, insista sur le fait qu'il fallait créer un "esprit championnat", qui éliminerait les interprétations les plus marginales. Autrement, la légereté des énoncés s'en ressentirait considérablement. Le "rama" fut en tout cas une nouveauté très appréciée, et l'expérience se renouvellera !

C'est également dans l'amphithéâtre Gaston-Berger que se déroula la proclamation des résultats. Les trois premiers de chaque catégorie reçurent leurs diplômes et furent chaudement félicités.

Voici le palmarès...

Catégorie C1

- 1^{er}: Rigo Armin (Leysin, Suisse)
- 2^e: Monier Franck (Seynod)
- 3^e: Bonfils Thierry (Recques-sur-Course)

Catégorie C2

- 1^{er}: Golle Philippe (Marmoutier)
- 2^e: Massonne Arnaud (La Baule)
- 3^e: Maurer Sébastien (Valbonne)

Catégorie lycée

- 1^{er}: Auroux Denis (Villeurbanne)
- 2^e: Demange (Paris)
- 3^e: Franck Jean-François (Cattenom)

Catégorie grand public

- 1^{er}: Benveniste Laurent (Rennes)
- 2^e: Dion Emmanuel (Nantes)
- 3^e: Vermaut V. (Frasnay-lès-Anvaing)

Catégorie haute compétition

- 1^{er}: Labarthe Jean-Jacques (Bures-sur-Yvette)
- 2^e: Chedotal Frédéric (Lorient)
- 3^e: Tireau Jean-Marie (Limoges)

... et quelques-uns des problèmes qui furent posés

Prudence

Sur une route sinuuse, deux voitures de même puissance roulent à la vitesse de 50 km/h et sont séparées par 60 m. Après un dernier virage, la route redevenait rectiligne et la voiture de tête accélère, parvient progressivement à 90 km/h et s'y tient. Au même endroit, la seconde voiture en fait autant quelques instants plus tard.

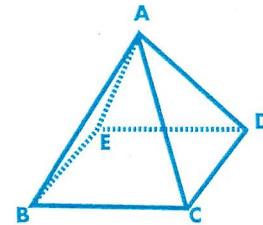
Après quelques centaines de mètres de route rectiligne, quel est l'écart entre les deux voitures (au mètre près) ?

La pyramide de Toutanbhéton

L'archéologue et néanmoins alpiniste Géronimo Mie vient de mesurer trois des arêtes reliant le sommet au sol de la pyramide à base rectangulaire érigée par le grand pharaon Toutanbhéton.

Trop fatigué pour une dernière escalade, il vous demande la longueur de la quatrième arête, au mètre près.

AB = 90 m ; AC = 70 m ; AD = 20 m.



Julia et Armand

Julia achète un paquet de Czur, une boîte de Smit et un rouleau de Psek, le tout pour quatre écus. Son ami Armand Del Brot, lui, a acheté pour 5 écus de Czur, 5 écus de Smit et 5 écus de Psek. A-t-il acheté plus de rouleaux de Psek que de boîtes de Smit, et plus de boîtes de Smit que de paquets de Czur ? Combien a-t-il acheté d'articles de chaque sorte, sachant que les prix de ces trois articles sont tous différents ?

Mélange détonant

Le jeune Alex Plosion fait un mélange de deux composants dans les proportions suivantes : 7 575 mg de dina pour 799 mg de mite. Il peut faire varier les quantités respectives de ces deux produits, mais moyennant certaines précautions, car si le quotient entier de la masse de dina par la masse de mite change, le mélange devient explosif.

Quel est le plus grand nombre entier de milligrammes qu'il peut simultanément ajouter ou simultanément retrancher, à la fois à la masse de dina et à la masse de mite, sans provoquer de catastrophe ?

Gilles Cohen ▲

SOLUTIONS DU N° 875

- Le juste prix.** 1 497 F.
L'armée indéployable. 1 024 soldats.
La boîte à chaussures. 4 060 cm³.
La diagonale du pou. Case 446.
Faites "AAA... AAA". 666 462.
Star-système. 568 cm².



ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

AUDIO

Lire sans fautes un disque compact

Philips lance ce mois-ci deux lecteurs de disques compacts (CD 534 et CD 624) équipés d'un nouveau convertisseur numérique/analogique (le Bitstream) éliminant les erreurs de conversion grâce à un traitement du signal bit par bit (et non, comme sur des modèles plus anciens, par groupes de bits). Tous deux comportent par ailleurs les fonctions de recherche et de contrôle des lecteurs haut de gamme (mise en mémoire permanente d'un programme par disque, affichage en clair des titres du programme choisi, affichage des fonctions de l'appareil, lecture aléatoire des plages d'un programme, lecture des premières secondes de chaque plage d'un disque, etc.).

De même, ces lecteurs sont dotés des fonctions aujourd'hui classiques, comme la répétition du disque ou d'un fragment, la pause,



l'entrée du numéro de la plage par clavier numérique, la programmation jusqu'à 30 plages, la recherche à deux vitesses ou le saut de plage. Tous deux mesurent 42 × 11 × 28 cm. Le modèle CD 624 (prix : 2 490 F) possède quelques spécifici-

cations moins complètes que le CD 634 (prix : 2 990 F) : télécommande à 22 touches au lieu de 36, lecture des premières secondes de chaque plage du disque limitée à un temps (10 et 20 secondes avec le CD 634), moins d'affichages de fonctions.

AUDIO

Des lecteurs CD bons et pas chers

Les grandes marques n'ont plus l'exclusivité de la qualité dans le domaine du disque compact. Ainsi une firme japonaise presque inconnue, CEC, propose-t-elle des lecteurs à laser de qualité et de prix modérés (modèles CD 580, 680, 780 et 880, dont les prix s'échelonnent de 1 990 à 2 990 F). Plusieurs fois primés en Europe, les spécialistes sont unanimes pour leur reconnaître de bonnes performances. Tous ces appareils sont dotés d'une

contre-platine suspendue et d'une diode laser à 3 faisceaux, de la quadruple vitesse d'échantillonnage (176,40 kHz) et d'un double convertisseur numérique/analogique.

Enfin, pour les adeptes du "100% numérique", les modèles CD 780 et CD 880 sont équipés d'une sortie numérique directe, totalement compatible avec les normes en vigueur. Renseignements : Perform-Hifi, 27 rue Louis-Blanc, 95100 Argenteuil.

Sous la référence DMC, Inter-Photo propose un système de transfert image et son permettant la copie vidéo de l'image tout en réalisant un montage son stéréo. Prix : 1 500 F.

Ilford, deuxième firme européenne de surfaces sensibles après Agfa, lancera en octobre deux films noir et blanc — HP5 Plus et FP4 Plus — qui sont des améliorations des types actuels HP5 et FP4. Au début 1990, deux autres films seront commercialisés : le 400 Delta et l'XP2. Le premier, d'une sensibilité de 400 ISO, assurera une image particulière fine. Le second, à sensibilité variable, se traitera dans les bains C41 comme un négatif couleurs.



VIDEO

Un combiné vidéo-TV modulaire portable

Sous le nom de Stereo Video Walkman Compo, Sony a lancé au Japon un ensemble d'appareils de poche conçus pour s'intégrer ou se raccorder les uns aux autres. L'ensemble comprend trois modules : • un magnétoscope 8 mm (GV-U5) de 490 g mesurant 14 × 5 × 10 cm, pouvant donner 2 h 15 de programme à vitesse normale et le

double en vitesse lente.

- Un écran à cristaux liquides de 10 cm de diagonale, pesant 390 g et pouvant se monter sur le magnétoscope.
- Un tuner télévision (TGV-1) pour capter les programmes UHF et VHF. Celui-ci peut se connecter au magnétoscope doté de son écran.

AUDIO

Premiers DAT antipiratage

Un accord, conclu entre les divers producteurs mondiaux d'électronique, a standardisé un système d'enregistrement sur bande magnétique autorisant une seule copie numérique, à l'usage des par-

hors-série "photo-TV-Vidéo" 1990).

La firme JVC a lancé le mois dernier au Japon les trois premiers magnétophones DAT (*Digital Audio Tape*) dotés du SCMS, sous les références XD-Z 909, 707 et 505.



ticuliers, d'un disque compact à lecture laser (système SCMS, pour *Serial Copy Management System*). D'autres copies sont possibles, mais en analogique, c'est-à-dire de moindre qualité par rapport au numérique (voir *Science & Vie*

Tous assurent des performances comparables à celles d'un disque compact : réponse en fréquences de 2 à 22 000 Hz à +/- 0,5 dB avec un rapport signal sur bruit de plus de 91 dB et une distorsion harmonique de 0,004 % au plus.

INFORMATION

Lancement du disque compact interactif

Si le disque numérique interactif n'est pas vraiment une nouveauté, il n'était guère utilisé jusqu'ici que pour des applications professionnelles. Le voici lancé sur le marché grand public sous forme de CDI (*Compact Disc Interactif*) identique au disque compact audio de 12 cm de diamètre. Ce lancement a été fait officiellement cet été à Londres par tous les grands de l'électronique et des programmes, notamment Philips, Sony, Matsushita, Polygram, Hachette, Walt Disney, Renault.

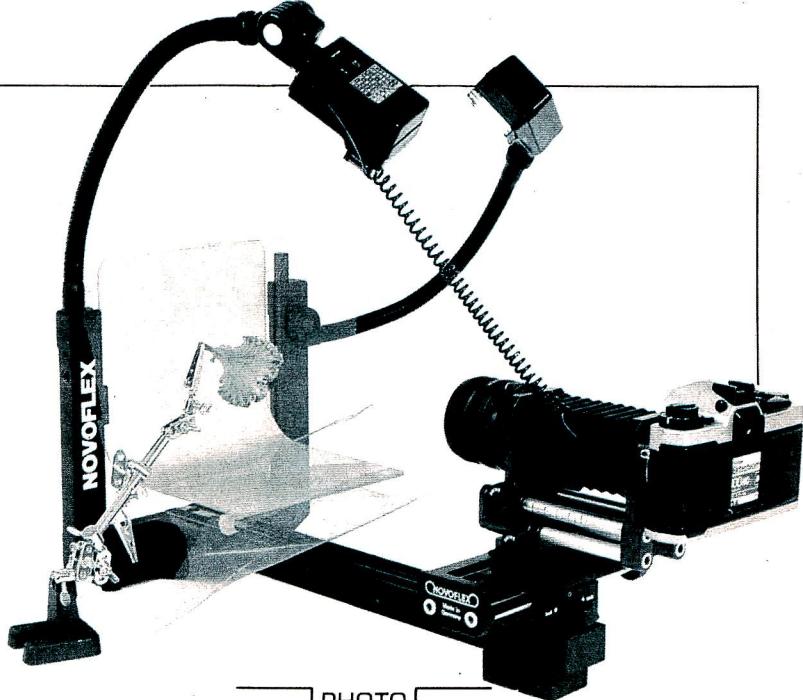
Le CDI, rappelons-le, comporte un enregistrement numérique du son et des données, y compris des images photographiques ou animées. Grâce à un moyen d'intervention (télécommande, clavier, voix...), l'utilisateur peut rechercher une information et l'appeler sur l'écran d'un moniteur, par exemple d'un ordinateur Macintosh ou IBM-PC. Le CDI est ainsi une banque de données de haute capacité convenant autant à l'édition de programmes de formation, de cours médicaux ou de jeux pour les enfants. Renault, par exemple, a créé des CDI de formation pour services après-vente montrant les possibilités de ses véhicules, simulant les pannes, leurs réparations... et ce en sept langues.

Aujourd'hui, les constructeurs annoncent la commercialisation d'équipements complets. Chez Philips, par exemple, sont proposés trois lecteurs de CDI (les 180, 181 et 182), des appareils de programmation pour Macintosh et IBM-PC, des interfaces et des ordinateurs spécifiques. Les programmes sont encore rares et parfois incomplets ou imparfaits. Il faudra certainement attendre de un à trois ans pour que les catalogues s'étoffent et s'améliorent. Il n'en reste pas moins qu'après avoir gagné le marché du disque audio, avoir investi depuis un an celui du vidéodisque avec le CD-vidéo, le disque compact se prépare à conquérir celui des banques de données.

VIDEO

Torches compactes pour camescopes

En très faible lumière, les images fournies par un camescope sont médiocres. Ainsi, pour filmer dans de bonnes conditions en intérieur mal éclairé ou dans l'obscurité, une torche est-elle nécessaire. Pour les amateurs, Prestinox International vient de lancer une gamme de torches Unomat très compactes, adaptables à la plupart des camescopes. Cinq modèles sont proposés avec les mêmes dimensions : 118 × 63 × 75 mm et 350 g. Tous utilisent une lampe halogène de 6 V alimentée par piles et éclairent un champ de 20° (ou 26° avec un diffuseur). Le moins puissant, l'Unomat DC 15 S (prix : 890 F), reçoit une lampe de 15 W procurant une intensité lumineuse de 1 600 cd. Ces caractéristiques passent à 20 W et 1 800 cd avec l'Unomat DC 20 S (1 090 F), 35 W et 3 800 cd avec l'Unomat DC 35 S (1 390 F) et 50 W-3 800 cd avec le modèle DC 50 S (1 590 F). Une dernière torche, l'Unomat DC 2020 Twin, possède deux lampes de 20 et 40 W et une alimentation par batterie au cadmium-nickel (autonomie de 20 à 25 minutes). Prix : 1 290 F.



PHOTO

Un banc pour effets spéciaux

Spécialistes de l'accessoire photo et vidéo, la firme allemande Novoflex vient de commercialiser le Macro-Repro-Stand (prix : 1 725 F), un équipement destiné à la prise de vues rapprochée et aux trucages. Utilisable horizontalement ou verticalement, il reçoit aussi bien un appareil photo qu'un camescope 8 mm ou VHS. La colonne mesure 42 cm et dispose d'un chariot permettant de positionner l'appareil de prise de vue. Le poids élevé (1,9 kg) assure une grande stabilité de l'ensemble.

Divers accessoires sont propo-

sés pour la réalisation d'effets spéciaux. Ainsi, le Mawa, un plateau translucide en Plexiglas traité anti-reflet, permet des prises de vue d'images projetées (pour le transfert de films et de diapositives sur bande vidéo), des éclairages doux d'objets à contre-jour, ainsi que des effets de transparence. Le Maklem est un dispositif équipé de trois pinces maintenant de petits sujets dans diverses positions. Enfin, le Marm, bras flexible se terminant par un sabot, peut porter un flash et autorise une orientation précise de chaque source de lumière.

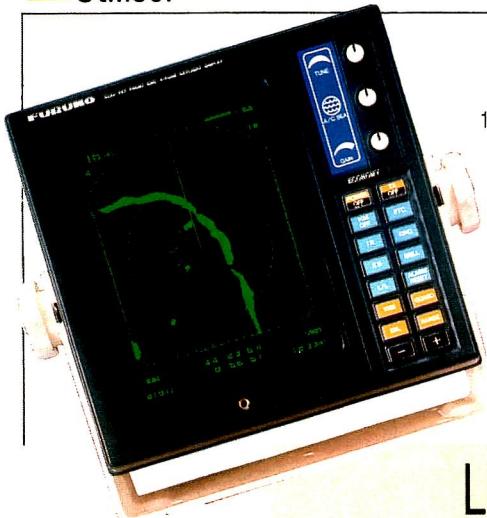
AUDIO

Une radio pour réveiller et dicter

Depuis plusieurs années, la mode, en matière de radios à transistors, est aux modèles multifonctions. Dans la catégorie, voici le dernier-né de Grundig, le Cosmopolit. Son unité centrale est un récepteur radio 9 gammes d'ondes (FM, PO et 7 bandes OC, de 16 à 49 m), stéréo et doté du contrôle automatique de fréquences. En outre, l'appareil comporte un magnétophone à cassette, une fonction dictaphone par l'intermédiaire d'un microphone incorporé (ou exté-

rieur), une application baladeur grâce à des écouteurs stéréophoniques et une fonction radio-réveil faisant appel à une minuterie numérique et à un circuit de synthèse vocale donnant l'heure. Le système répète le réveil toutes les 4 minutes. Alimentation sur trois piles de 1,5 V. L'appareil mesure 20 x 8,5 x 4,2 cm et pèse 520 g. Prix : 2 000 F.





1

UN RADAR NAUTIQUE
18 895 F, à la Samaritaine,
19 rue de la Monnaie,
75001 Paris



4

UNE PEINTURE QUI LAISSE RESPIRER LA PIERRE
45 F le kg, chez les détaillants en peinture et Tecamat,
102 rue de Marignan,
16000 Cognac

LES OBJETS DU MOIS

2

LE PLUS PETIT TÉLÉSCOPIEUR DU MONDE
11 500 F, chez Dune,
Galerie des Champs-Elysées,
75008 Paris



3

UN COUVRE-CHEF PEU ORDINAIRE
160 F, Au Vieux Campeur,
48 rue des Etoiles,
75005 Paris



1

Spécialiste des équipements pour la mer, la société Furuno a conçu un radar miniaturisé pour petits bateaux (modèle Furuno 1720), constitué d'un émetteur/récepteur pour le balayage de l'horizon et d'une unité de commande et de contrôle avec écran pour le poste de pilotage. La partie aérienne, protégée par une coque résistante, pèse 4,5 kg pour un diamètre de 45 cm et s'installe facilement. L'émetteur qu'elle contient effectue 24 rotations/min, peut résister à un vent relatif de 100 noeuds et supporte des températures de -25°C à +70°C. Sa fréquence est de 9 410 MHz +/- 30 MHz. L'écran (95 x 127 mm et résolution de 480 x 640 pixels) et l'unité de commande (poids : 3,5 kg) offrent de nombreuses fonctions : alarme, télémétrie, alidade électronique (rayon mobile qui mesure les échos), système antipluie, réjecteur d'interférences, agrandisseur d'écho et indicateur d'accord visuel. La portée minimale du système atteint 35 m. Sa consommation varie de 20 W à 30 W. Le Furuno 1720 peut se brancher sur des sources d'alimentation de 10,2 à 31,2 V.

2

A peine plus gros qu'un combiné téléphonique courant, le MT-5 de la société japonaise Ricoh est aujourd'hui le plus petit télescopieur existant (20 x 25 x 4 cm). Il présente les fonctions de téléphone à double système (fréquence vocale et pulsations), avec recomposition automatique et contrôle du volume de sonnerie. L'unité de télescopie est à commande manuelle ou automatique. Il suffit de le connecter au moyen d'un adaptateur à une ligne téléphonique. Le Ricoh MT-5 peut être alimenté avec des piles et peut donc fonctionner sur un bateau ou dans une voiture. Les documents imprimés sont au maximum de 148 x 101 mm.

3

Nous connaissons déjà le casque de type colonial doté d'un ventilateur alimenté par des cellules solaires au silicium (*Science & Vie* n° 852, sept. 88). Voici aujourd'hui la casquette : des cellules solaires fixées sur le

dessus alimentent le moteur des pales de ventilation miniatures cachées sous la visière. De quoi garder la tête froide sous la canicule.

4

Quatre mille ans après les Egyptiens, Rhône-Poulenc et Tecamat France ont réinventé une peinture (Tecassil) capable de protéger la pierre sans l'empêcher de respirer. Les Egyptiens, en effet, utilisaient des peintures naturelles (minéraux et chaux) ayant incroyablement résisté au temps, protégeant les constructions par maintien d'un équilibre thermique avec l'environnement. Les peintures contemporaines, tirées du silicium, sont certes efficaces et résistantes, mais ont de gros inconvénients. Ainsi, les peintures aux silicates ne permettent pas de bons raccords et altèrent les matériaux verriers. De même, les peintures aux silicones n'ont aucune perméance à la vapeur d'eau (l'eau reste dans les murs) et il est impossible de repeindre ces murs. Tecassil utilise un nouveau dérivé du silicium, le siloxane, créé dans les années 1980 par un physicien allemand, produit par Rhône-Poulenc. Il donne à la peinture ses qualités originelles, protégeant les constructions, empêchant l'eau de les pénétrer, mais laissant l'humidité en sortir. Le film de peinture (après séchage, proche du quartz) très mince permet au mur de respirer. Selon ses promoteurs, Tecassil, surtout destiné aux murs extérieurs, constitue une véritable révolution dans le domaine de la peinture.

5

Les dictionnaires électroniques sont maintenant monnaie courante. L'un des plus récents, l'Interpreter, commercialisé par Sedao, a l'avantage de parler et de pouvoir s'adresser à l'utilisateur en cinq langues. Au format d'une calculatrice (176 x 74 x 30 mm), il comprend un clavier anglo-saxon (qwerty) et dix touches de fonction. Son dictionnaire contient 10 500 mots dans chaque langue, peut construire 65 000 phrases et est agrémenté d'une fonction correction. Si vous entrez un mot mal orthographié, l'Interpreter trouvera le mot exact. L'utilisateur a le choix entre une voix féminine ou masculine

5

LE DICTIONNAIRE QUI PARLE

1 490 F, chez Sedao,
37-39 rue des Grands-Champs,
75020 Paris



6

DÉTECTEZ LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE

5 930 F, chez DIA,
Fanay,
87240 Saint-Sylvestre

(pré-enregistrée et numérisée). Il sélectionne la langue de son choix, puis le mot à traduire. Celui-ci s'affiche sur l'écran en même temps qu'il est prononcé par la voix. Cet appareil fonctionne sur 4 piles de 1,5 V (et sur secteur en option).

6 Vous intéressez-vous au radon, ce gaz radioactif résultant de la désintégration du radium, du thorium et de l'actinium (voir *Science & Vie* n° 875, août 1990) au point de vouloir surveiller ses taux de concentration dans votre région ? Vous pouvez alors utiliser le Radhome, instrument mis au point conjointement par le CRPM (Centre de radioprotection dans les mines) et la Cogema (Compagnie générale des matières nucléaires, rattachée au CEA). Entièrement automatique, il affiche les mesures en becquerels par m³. A l'aide d'une électronique à deux canaux de mesure et d'un détecteur au silicium, le système enregistre les particules alpha émises par les isotopes 220 et 222 du radon. Un calculateur totalise les particules détectées et le résultat est affiché sur un écran à cristaux liquides. Une unité est comptabilisée chaque fois que le capteur a accumulé 100 impulsions. L'instrument (240 × 115 × 120 mm, 1,1 kg) se place à 1 m du sol dans une pièce fermée. Il fonctionne sur piles.

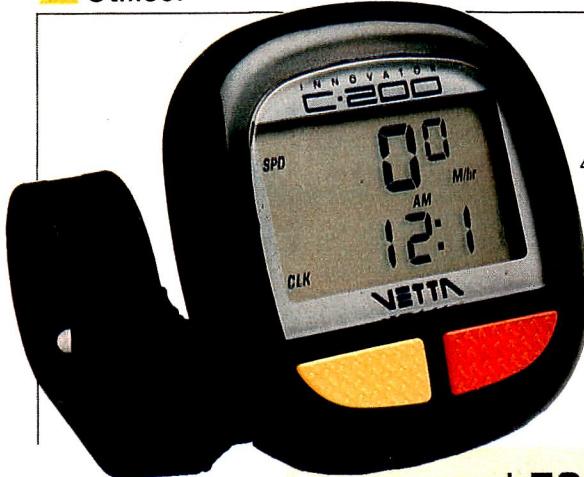
7 Bassmate est un microordinateur s'ouvrant comme un livre et équipé de deux écrans à cristaux liquides. L'un affiche toutes les données relatives à la température et à la profondeur de l'eau, la saison, la période de la journée, l'endroit (rivière, lac, mer, crique, etc.), le type de fond, le vent et la clarté de l'eau. A l'aide de ces informations, l'appareil indiquera sur l'autre écran quel appât utiliser, sa couleur, sa taille et le poids du plomb. Si les données de départ ne sont pas favorables à la pêche, le Bassmate conseillera de changer d'endroit. Muni d'un thermomètre extérieur, l'instrument (alimenté par piles) tient dans la poche.

7

QUAND PÊCHER NE TIENT PLUS À UN FIL

595 F, L'Homme moderne,
ZI du Marais,
94375 Sucy-en-Brie Cedex





8

UN COMPTEUR
DE VITESSE
INFRAROUGE

490 F, Au Vieux Campeur,
48 rue des Ecoles,
75005 Paris

11

UNE MONTRE
RADIO-PILOTEE

Disponible en octobre 1990
(prix non encore fixé),
Union horlogère,
BP 75,
67707 Saverne Cedex



9

DES CHAUSETTES
ANTIHUMIDITE

475 F, Au Vieux Campeur,
48 rue des Ecoles,
75005 Paris

8 Destiné aux cyclistes, le Vetta C 200 est un compteur électronique de vitesse précis à 0,5 km/h près. Il indique les vitesses moyenne et maximale, est équipé d'une horloge et d'un double écran d'affichage à cristaux liquides, enfin de deux touches de commande. Un totalisateur peut enregistrer 999,9 km : il est doté d'un chronomètre, d'un correcteur de dimension de roue et d'un convertisseur mile/km. Le système comporte un boîtier et un détecteur magnétique. Le boîtier mesure 5 × 5 cm et s'installe sur le guidon. Quant au détecteur, très petit, il se fixe sur la fourche avant du même côté. Un aimant est fixé entre deux rayons. Chaque passage de l'aimant devant le détecteur est mémorisé par le compteur. Quant au transfert des données entre le détecteur et le compteur sur le guidon, il se fait par signal infrarouge. Un système d'extinction automatique permet d'économiser la pile au lithium..

10

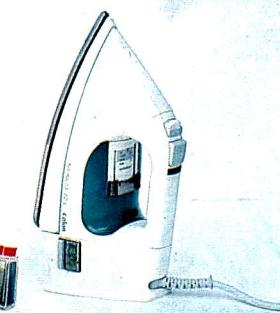
CASSETTE ANTITARTRE
POUR

FER A REPASSER

450 F dans les grands magasins d'électroménager

9 Pour un randonneur, rien de plus désagréable que d'avoir les pieds dans l'eau parce que la pluie s'est glissée dans ses chaussures de marche ou parce que celles-ci ne sont pas étanches en terrain marécageux. Pour pallier cet inconvénient, Au Vieux Campeur commercialise des chaussettes doublées de Gore-Tex. C'est une matière microporeuse imperméable, de 0,025 mm d'épaisseur. Elle ne laisse pas passer les gouttes d'eau de taille supérieure à 0,2 micromètre, mais ses pores, au nombre de 1,4 milliard au m², évacuent la transpiration. En effet, leurs molécules sont 700 fois plus petites que les pores de la membrane Gore-Tex. La seconde propriété essentielle de cette matière est d'arrêter le vent et d'empêcher sa pénétration à travers le textile, évitant donc la désagréable sensation de froid sur une peau humide.

10 La société Calor va-t-elle gagner la guerre contre le tartre dans les circuits d'eau des fers à repasser ? Réponse positive si l'on en croit ses techniciens, qui ont conçu



l'Aqua-system, dispositif doté d'une cassette destinée aux fers Aqua-gloss. L'Aqua-system comporte une résine qui ne se contente pas de limiter l'entartrage du fer, mais empêche toute formation de tartre. Cette cassette filtre le calcaire et les sels minéraux de l'eau. De couleur verte, elle vire au bleu au fur et à mesure qu'elle arrive à saturation. Il faut alors la remplacer. Les autres caractéristiques de l'Aqua-gloss sont les suivantes : puissance 1 200 W, poids du coupe-circuit électronique 1,4 kg.

11

La Junghans Mega 1 ressemble à une montre ordinaire. Elle cache cependant un système d'une précision peu commune qui est piloté par des émetteurs reliés à l'institut chronométrique de Brunswick (RFA). Celui-ci est responsable de l'heure exacte et garantit un écart d'une seconde par million d'années ! Le signal de l'heure est transmis à l'émetteur DCF 77 de Francfort, retransmis sur la fréquence de 77,5 kHz par les postes allemandes. Une antenne intégrée au bracelet communique les données régulatrices à un microprocesseur à l'intérieur du boîtier et ce jusqu'à 1 500 km hors d'Allemagne. Outre sa précision, cette montre dispose d'un calendrier perpétuel (jour, date, mois), d'un contrôle de réception et d'un témoin de charge. Elle fonctionne sur pile.

12

Afin d'éviter la multiplication des instruments de bord, la société Navicom a créé Trinav, un appareil regroupant trois fonctions essentielles à la navigation en mer : un profondimètre, un compteur de vitesse et un économètre électronique à affichage numérique sur grand écran. Le profondimètre possède une alarme haute et basse profondeur, réglables de 0 à -150 m donnant la température de l'eau (de 0 à 40°). Le compteur de vitesse est gradué de 0 à 40 nœuds et donne la distance journalière et la distance totale jusqu'à 1 999 miles marins avec mémorisation. L'économètre reçoit les informations du profondimètre et affiche la consomma-

13**UN RÉVEIL POUR LE VOYAGE**

850 F, dans les grands magasins



tion instantanée en litres/h, la consommation cumulée et la consommation économique en litres/mile. Le combiné Trinav fonctionne en 12 V et se fixe au tableau de bord. Il mesure 20 × 14 × 7 cm, et pèse 400 g.

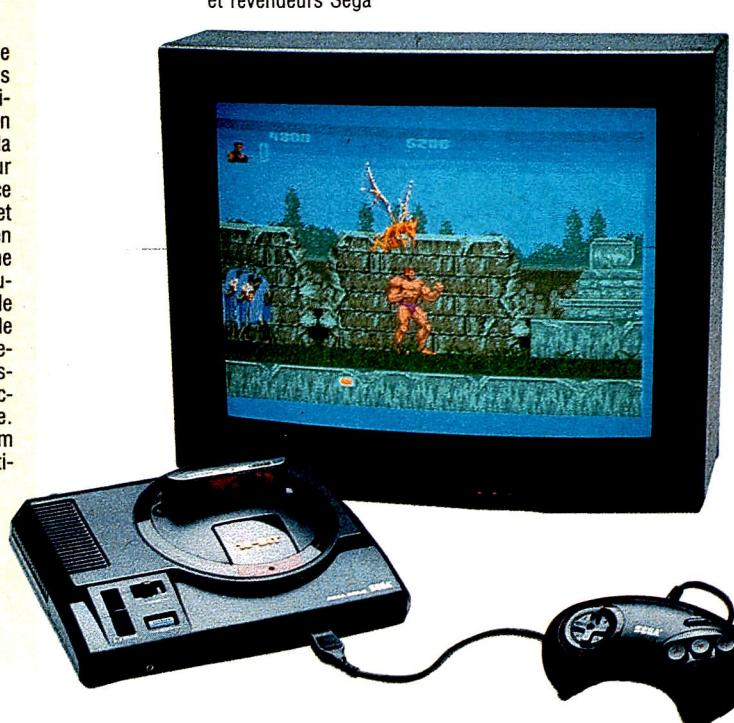
13 "Le Voyageur" (c'est son nom), de 17 × 9 × 2,5 cm et pesant 500 g, a été créé par Sanyo pour des gens d'affaires et des touristes. Appareil combinant une radio FM/PO, un magnétophone, une horloge à quartz et une minuterie. Il est utilisable comme radio-réveil (réveil en musique le matin), comme montre, enregistreur de courrier et mémoire, par exemple pour noter une adresse ou une heure de rendez-vous.

14 Dernière-née des consoles vidéo de Sega, la Megadrive se distingue plus par ses performances techniques que par l'originalité des jeux qu'elle permet. Elle dispose en effet de deux microprocesseurs 16 bits, dont la puissance équivaut à la capacité d'un ordinateur PC. Appliquée aux jeux vidéo, cette puissance permet une palette graphique de 512 couleurs et une résolution de 320 × 244 pixels. Equipée en outre d'un générateur de son à trois voix, d'une modulation de fréquence et d'un générateur audionomérisé, cette console produit un son de qualité et permet de réaliser différents effets de bruitage. En outre, une prise spéciale peut recevoir un casque stéréophonique. Enfin, il est possible de connecter à la console Megadrive un lecteur de disque compact et une tablette graphique. Il est également prévu d'y adapter un modem pour jeu interactif. Enfin, la console est compatible avec le Master System Sega présenté dans *Science & Vie* n° 855, p. 135.

Les textes des Echos de la vie pratique ont été réalisés par Roger Belloine, Pierre Courbier, Lionel Dersot, Laurent Douek, Habib Eljari et Christine Mercier.

**12****UN ORDINATEUR POUR VOTRE BATEAU**

3 825 F, à la Samaritaine, 11 rue de la Monnaie, 75001 Paris, et dans les magasins de nautisme





LA VOIX DES PARENTS

Conçue depuis 1946, par des parents pour des parents, c'est un magazine pour vous et vos enfants.

- Des dossiers sur des thèmes éducatifs, sociaux
- Des expériences de parents
- Des points de vue de personnalités
- Des renseignements pratiques
- Des reportages, des conseils pour mieux vivre au quotidien la vie de l'école et de son environnement.

GRATUIT : LA VOIX DES PARENTS

Pour recevoir un numéro gratuit, remplissez et renvoyez-nous le bon ci-dessous à « La Voix des Parents », 91, boulevard Berthier, 75017 Paris.

Je désire recevoir gratuitement
un numéro du magazine
« La Voix des Parents »

NOM

ADRESSE

Ville

Département

Nombre d'enfants

Age

LE TÉLESCOPE SPATIAL ÉTAIT PRESBYTE DE NAISSANCE

(suite de la page 84)

défaut, le détecteur laser aurait dû le repérer ; qu'il n'ait rien vu prouve que c'est sans doute lui qui est en cause. Vérifications faites, la NASA a, en effet, annoncé, le 10 août, qu'il existait une erreur de 1 millimètre dans la configuration des différents éléments de l'appareil.

Reste donc, maintenant, à s'assurer qu'il n'y a pas d'autres failles dans le dispositif, ce qui peut demander des mois. D'autres hypothèses avaient été avancées, en particulier le fait que le miroir avait été taillé sur Terre, où il était soumis aux contraintes dues à son propre poids, alors qu'il est maintenant en apesanteur sur son orbite où ces contraintes n'existent plus. Bien sûr, les chercheurs ont répondu qu'ils avaient été les premiers à y penser, mais le domaine étant totalement inexploré il peut toujours exister un effet encore méconnu.

On a appris aussi qu'il y avait un second miroir — pour le cas où le premier aurait cassé — fait cette fois par Kodak, et qui fut terminé en 1980, donc avant celui de Perkin-Elmer (à qui il fut d'ailleurs livré par la suite). Il est toujours dans une caisse et, selon les ingénieurs de Kodak, sa qualité optique aurait été au moins égale à celle du miroir de Perkin-Elmer. Il est en tout cas vraisemblable qu'il n'est pas affligé du même défaut, ayant été taillé et contrôlé par des méthodes différentes.

Reste un point assez obscur : comment le défaut n'a-t-il pas été décelé sur Terre lors d'essais ? Selon les uns parce que cela aurait coûté trop cher et que la NASA avait considérablement réduit son budget tests — le même argument fut avancé pour l'accident de la navette. Selon les autres, parce que seule l'armée disposait des installations nécessaires à ces essais et que la NASA ne voulait rien confier à l'armée de peur que le télescope ne passe ensuite en partie sous contrôle militaire.

Les plus critiques disent surtout que la NASA n'est plus cet organisme pilote qui organisa avec un succès sans faille la conquête de la Lune. Querelles internes, lourdeurs administratives, multitude de fonctionnaires inutiles et irresponsables, bureaucratie pesante, incomptance des responsables, tels seraient les vrais maux dont souffre actuellement cet énorme organisme et qui expliqueraient le ratauge du télescope spatial.

De toute manière le défaut est là, et il faudra tenter de s'en accommoder. Remplacer le miroir défectueux par celui de Kodak semble hors de portée dans l'état actuel de la technique. Il faut ajouter que le télescope spatial avait plusieurs champs d'étude, dont certains sont moins affectés que d'autres : si tout ce qui demandait une très haute résolu-

tion peut être considéré comme perdu (séparation et spectrographie d'étoiles faibles, recherche de systèmes planétaires stellaires, étude des planètes solaires et de leurs satellites), l'observation dans l'ultraviolet ou la photométrie rapide ne sont pas trop touchées.

Enfin, les progrès dans le traitement d'images par ordinateur permettront sans doute de récupérer une partie de ce qui est perdu par l'aberration optique. Mais il faut alors noter que les corrections par calculatrice sont aussi en service dans les télescopes terrestres, ce qui a permis de relever leurs performances au point de les mettre pratiquement à égalité avec le télescope spatial.

Celui-ci devait avoir une résolution de 0,1 seconde d'arc ; en pratique, suite au défaut du miroir, il ne donne que 0,8 seconde, huit fois moins bien. A terre, les meilleurs télescopes conventionnels atteignent 0,25 seconde, et avec les optiques adaptatives ils descendent à 0,17 seconde. Ces optiques adaptatives, mises au point en Europe, servent à compenser les fluctuations dues à l'atmosphère.

Celle-ci, en effet, présente des différences de température et de densité sans cesse variables qui se traduisent par des écarts de réfraction, et donc par des variations continues du trajet suivi par les rayons arrivant des étoiles : même à l'œil nu on les voit scintiller. Dans un télescope, on les voit littéralement gigoter, ce qui limite beaucoup la précision des observations.

L'optique adaptive utilise un ordinateur qui mesure les incessantes distorsions du faisceau qui arrive sur le miroir et envoie, à raison de 60 fois par seconde, des instructions à un réseau monté au dos d'un miroir flexible ; celui-ci est un petit miroir secondaire plan dont la surface est assez souple pour être ondulée et déformée (de quelques μm) par les cristaux piézoélectriques qui sont derrière.

Ce remodelage permanent du miroir, lié aux fluctuations du rayonnement, permet de rectifier le faisceau issu de l'étoile et de lui redonner sa forme originelle, ce qui donne des images sans distorsions. Ajoutons-y ce qu'on appelle optique active, un système qui corrige aussi en continu par un ensemble de leviers les déformations subies par le miroir primaire sous son propre poids ou par suite des variations de température, et on arrive à un niveau de résolution de l'ordre de 0,2 seconde d'arc.

Le télescope spatial devait faire deux fois mieux avec 0,1 seconde, mais pour le moment il fait quatre fois moins bien. Pour l'observation stellaire pure, ce n'est pas trop grave vu les progrès faits par les observatoires basés au sol. Mais pour l'étude des planètes et de leurs satellites, pour l'ultraviolet, pour la recherche de systèmes planétaires autour des étoiles, le télescope spatial était irremplaçable. Les 4 μm de trop sur les bords du miroir restent une très lourde perte pour l'astronomie.

Renaud de La Taille

Donnez-moi un quart d'heure le soir, et je vous donnerai une mémoire prodigieuse

De nouvelles méthodes peuvent multiplier par dix les possibilités de votre mémoire.

J'ai donné une mémoire excellente à des milliers de personnes qui se plaignaient de tout oublier. En fait, je leur ai simplement appris à se servir de leur mémoire, mais d'une façon tellement efficace qu'ils ont maintenant une mémoire infallible. Dites-vous bien que si, aujourd'hui, vous êtes convaincu d'avoir une mémoire médiocre, cela n'a aucune importance pour le résultat final. Car, je vous l'affirme et je peux le prouver, votre mémoire est en réalité dix fois plus puissante que vous ne le pensez. Votre mémoire est normale, mais elle ne fonctionne qu'au minimum de ses possibilités. Il existe pourtant des techniques éprouvées qui peuvent vous permettre de graver dans votre mémoire ce que vous voulez retenir, et cela, de façon tellement forte que vous ne pourrez plus jamais l'oublier. Une bonne mémoire, ce n'est pas un don, c'est une question de techniques et ces techniques nous pouvons toutes vous les révéler.

Mémorisez instantanément une liste de 40 mots. Vous avez probablement déjà vu à la télévision ces champions de la mémoire qui semblent tout savoir. Eh bien, pour retenir autant de choses ils ont généralement des procédés de mémorisation qu'ils se gardent de dévoiler. Moi, je les connais et je vous les révèle tous dans la méthode que j'ai mise au point. C'est ainsi, par exemple, que vous pourrez retenir, après les avoir entendus seulement une fois, une liste de 40 mots quelconques n'ayant aucun rapport entre eux. Vous pourrez aussi facilement retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on aura effeuillé devant vous. Mais il y a mieux : vous pourrez instantanément

ment dire quelle est la 15^e ou la 47^e carte du jeu. Tout cela vous paraît peut-être incroyable, et pourtant vous parviendrez à faire ces expériences comme tous ceux qui connaissent les techniques que je leur révèle.

Vous retiendrez tout ce que vous voudrez. Bien entendu, le but de ma méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre, mais le fait que vous puissiez les réaliser après quelques jours seulement d'exercices amusants, montre tout ce que l'on peut obtenir d'une mémoire bien entraînée. Dès lors, vous pourrez apprendre les langues étrangères dans un temps record, retenir le nom des gens, leur visage, les rendez-vous, les numéros de téléphone, les dates, les formules, les horaires... Vous pourrez retenir sans notes le plan d'un discours, les idées-clés d'une conférence, le contenu d'un livre, vous souvenir avec précision d'un monument, d'un tableau ou d'une photo. Vous saurez comment emmagasiner les souvenirs dans votre cerveau, retenir ce qui vous est nécessaire pour votre profession ou vos études, tout cela deux fois plus vite et avec deux fois moins de fatigue.

Avoir une bonne mémoire constitue un atout extraordinaire pour réussir dans la vie. C'est vrai pour les études, comme dans la vie professionnelle. Ne laissez pas passer cette occasion d'acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin. Si vous désirez en savoir plus sur la méthode que j'ai mise au point avec le Centre d'Etudes, renvoyez simplement le coupon ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire très intéressant.

J. Hardier

GRATUITS ! 1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M, Centre d'Etudes, 1, av. Stéphane-Mallarmé, 75847 Paris Cedex 17. 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 14Y

Mon nom: Prénom:
(en majuscules SVP)

Mon adresse:

Code postal: Ville:

MER D'ARAL : AUTOPSIE D'UNE CATASTROPHE

(suite de la page 49)

absences de membres ou d'organes internes, etc. Il est vrai que 96 % des femmes de la région en âge de procréer souffrent d'anémies graves, dues à des carences nutritionnelles sévères.

Si, au voisinage de l'Aral, la mortalité par typhoïde est 23 fois plus élevée que dans le reste de l'URSS, si les maladies des reins et du foie y sont 9 fois plus fréquentes, tout comme les cancers de la gorge et du tube digestif, les régions les plus lointaines ne sont pas épargnées. Les tempêtes de sel, par exemple, peuvent provoquer des ophtalmies à des centaines de kilomètres à la ronde.

Les principales causes de ce déplorable état sanitaire sont la pollution de l'eau et la malnutrition. L'eau n'est pas seulement surchargée en sel, elle contient aussi de redoutables agents chimiques. On a calculé qu'en un peu plus de vingt ans 118 000 tonnes de défoliant (1) et de pesticides avaient été vaporisées sur les champs de coton de Karakalpakié, en Ouzbekistan. Et pas n'importe quel défoliant, mais le fameux "agent orange" répandu par les Américains sur la forêt vietnamienne, et condamné par toute l'opinion internationale. Quant aux pesticides, il s'agit surtout du bon vieux DDT, dont l'usage agricole est interdit depuis six ans en Occident. Si l'on considère, avec les spécialistes américains, qu'un pour cent seulement de ces produits est réellement utilisé par les végétaux, il faut bien admettre que tout le reste passe dans les eaux de ruissellement, et, par la suite, dans l'organisme des consommateurs. Des analyses ont montré que, dans le bassin de l'Amou-Daria, un litre d'eau dite "potable" contenait, outre 3 grammes de sel, 6 mg de phosphore, 3 mg d'ammoniac, 2 mg de nitrates, 6 mg de nitrates et... une bonne dose de pesticides. Aucun rein humain ne saurait résister à une telle mixture !

Les eaux usées viennent encore ajouter à la pollution. Auparavant, elles étaient sommairement décantées et rejetées à la mer. Aujourd'hui, elles stagnent et s'accumulent dans des mares au beau milieu des habitations. Les rares installations de traitement qui existent sont d'une efficacité toute relative : seules 4,5 % d'entre elles répondent aux normes.

Aussi n'est-il pas surprenant que les eaux livrées à la consommation contiennent trois fois plus de bactéries que les règlements ne l'autorisent. Ni que l'entérite décime chaque année 30 % des nouveaux ainsi que de 200 à 300 adultes.

La malnutrition, elle, résulte du délabrement des cultures vivrières. Du fait du manque d'eau et de la pollution des sols par les retombées salines, les productions agricoles locales ne sont plus suffisantes

pour nourrir les populations de la région. La famine commencerait même à sévir dans certaines localités particulièrement défavorisées.

Au total, ce sont 1 500 000 personnes, réparties sur 55 villes et villages autour de l'Aral, qui, d'une manière ou d'une autre, pâtissent directement de l'assèchement de la mer. Mais, indirectement, c'est toute l'économie de l'URSS qui est affectée par cette catastrophe écologique. Ainsi, pour relancer l'activité des conserveries, le pouvoir central n'a rien trouvé de mieux que d'expédier par wagons frigorifiques des poissons pêchés dans l'Arctique ou dans l'Atlantique ! Et l'usine de pâte à papier de Kyzyl Orda, qui utilisait comme matière première les feuillus des "tugay", est maintenant obligée de s'approvisionner en Sibérie.

Il n'en demeure pas moins que les alentours de l'Aral sont une des rares régions d'URSS où sévit le chômage. Les 5 000 ouvriers qui travaillaient dans les ports n'ont toujours pas retrouvé d'emploi. Dans le Korezn, sur le cours inférieur de l'Amou-Daria, 16 % de la population active est sans travail.

Au total, les pertes économiques découlant de la situation sont estimées officiellement à 9 millions de roubles par an, mais, selon des sources locales, elles atteindraient en réalité 2 milliards de roubles, soit 220 fois plus (à titre de comparaison, rappelons que le salaire mensuel moyen d'un ouvrier est de 250 roubles).

Jusqu'où les choses vont-elles aller ? De l'avis de tous les spécialistes, si rien n'est fait, le niveau de l'Aral continuera de baisser. Le bassin se séparera en deux parties : une zone de lacs salés au nord et, au sud, un résidu de mer, lui-même divisé en deux tronçons (*voir carte p. 46*). La surface totale des eaux sera, en l'an 2000, de 12 000 km², soit environ 17 % de ce qu'elle était en 1960.

Pour essayer de stopper le désastre, plusieurs solutions ont été envisagées. La plus ambitieuse consiste à détourner deux fleuves sibériens, l'Ob et l'Irtch, vers l'Amou-Daria, grâce à un canal de 2 500 km de long. On pourrait ainsi, dans un premier temps, amener à l'Aral quelque 27 km³ d'eau. Ce projet, toutefois, est combattu par la communauté scientifique, qui craint qu'il n'entraîne des bouleversements écologiques (en particulier, des changements climatiques). On ne ferait en somme que remplacer une catastrophe par une autre. Mikhaïl Gorbatchev, se rangeant à cet avis, a refusé son feu vert.

Une autre solution consiste à réduire de façon significative les prélevements effectués sur l'Amou-Daria et le Syr-Daria pour l'irrigation des cultures. En récupérant 30 km³ d'eau, on pourrait rétablir le niveau de 1987. Les autorités locales, elles, sont encore plus exigeantes et voudraient qu'on en

(1) L'emploi de défoliant facilite la mécanisation de la récolte de coton.

revienne à la situation de 1960. Mais une telle solution ne va pas sans poser de sérieux problèmes économiques, car 90 % des activités de la région dépendent précisément de l'irrigation.

Le MAB, pour sa part, propose une meilleure utilisation des eaux détournées pour l'irrigation. Selon lui, l'adoption de nouvelles techniques (les sprinklers, par exemple, c'est-à-dire des tuyaux en plastique percés de trous et enterrés), le contrôle à distance et la gestion par ordinateur permettraient d'économiser chaque année entre 10 et 23 km³ d'eau, soit autant de gagné pour l'Aral. De plus, des pompages artésiens pourraient fournir 17 km³ par an, ce qui donnerait la possibilité de réduire encore davantage les ponctions effectuées sur l'Amou-Daria et le Syr-Daria. Enfin, au lieu de laisser l'eau de drainage (celle qui est déjà passée sur les cultures) se perdre dans les sables ou s'évaporer dans des retenues, on pourrait en récupérer une partie et la renvoyer vers la mer.

Parmi les autres solutions évoquées, mentionnons la construction de deux digues de plusieurs centaines de kilomètres de long devant les deltas de l'Amou-Daria et du Syr-Daria. Grâce à ces ouvrages, on pourrait créer à l'embouchure des fleuves un système de polders à 8 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, et favoriser ainsi la reconstitution d'une flore et d'une faune aussi riches que par le passé. Cette solution présenterait en outre l'avantage de régénérer la nappe phréatique aux abords des zones les plus peuplées.

Il existe aussi un projet consistant à couper la mer en deux, dans le sens nord-sud, par l'édification de deux digues (*voir dessin p. 48*). Le bassin oriental serait préservé, le maintien de son niveau et d'une salinité raisonnable (8 grammes par litre) ne demandant plus alors qu'un apport de 8 à 9 km³ d'eau, tandis que le bassin occidental serait, lui, sacrifié, abandonné à l'évaporation et à la minéralisation.

A l'heure actuelle, les autorités moscovites (ce sont elles qui décident au grand dam des responsables locaux du Kazakhstan et de l'Ouzbekistan) penchent pour une récupération des eaux de drainage. Une étude en cours montre qu'il serait possible de recueillir de 10 à 12 km³ en disposant un collecteur de 1 500 km de long parallèlement à l'Amou-Daria. La même opération pourrait être réalisée dans le bassin du Syr-Daria. Bien entendu, il faudrait alors traiter ces eaux avant de les rejeter à la mer, afin de les débarrasser de leur sel et des pesticides qu'elles auront ramassés.

Cela dit, quelle que soit la solution retenue, ce qui importe le plus, c'est qu'une décision soit prise rapidement. Car, si l'on tarde encore, la mer d'Aral sera rayée de la carte, et il n'y aura plus rien à sauver.

Jean-René Germain

ETUDES et EMPLOI

un emploi sûr et bien payé ?

OUI si vous choisissez le bon créneau.

OUI si vous choisissez la bonne formation.

Educatel vous aide d'abord à choisir, puis vous mène très vite à la réussite. Vous découvrirez comment, grâce à des techniques modernes d'enseignement et l'aide permanente d'un professeur, il est devenu facile et passionnant d'apprendre chez soi.

LE METIER QUE VOUS POUVEZ CHOISIR	DUREE		NIVEAU D'ACCES
	Moins de 1 an	1 an et plus	
Dessinateur publicitaire	7 mois		3*
Reporter vidéo	5 mois		Seconde
Réalisateur ciné-vidéo	18 mois		Terminale
B.E.P. équipement audiovisuel	24 mois		Brevet
Reporter photo	13 mois		4* / 3*
Journaliste	12 mois		Terminale
Initiation à l'informatique	5 mois		Acc. à tous
Programmeur micro-ordinateur	8 mois		3* / C.A.P.
B.T.S. informatique de gestion	31 mois		Terminale
Analyste programmeur de gestion	19 mois		Terminale
Dessinateur D.A.O.	3 mois		C.A.P.
Baccalauréat informatique	12 mois		1*
Technicien en domotique	9 mois		3*
B.T.S. électronique	24 mois		Terminale
Technicien radio TV Hi-Fi	19 mois		3* / C.A.P.
Technicien en automatismes	9 mois		3* / C.A.P.
B.T.S. informatique industrielle	36 mois		Terminale
B.T.S. mécanique automatismes	30 mois		Terminale
Technicien en productique	10 mois		1*
Agent de sécurité	10 mois		3* / C.A.P.
B.T.S. technique énergie	27 mois		Terminale
B.T.S. commerce	24 mois		Terminale
Langues étrangères	5 à 9 m.		Tous niveaux
Capacité en Droit	24 mois		1*
Relaxologue	7 mois		Terminale
Comptable sur informatique	11 mois		Brevet
ESEU (ex. d'entrée Universités)	9 mois		1* / Terminale
Technicien en environnement	12 mois		3* / C.A.P.
Éleveur chevaux/chênes/escargots	7 / 9 mois		Acc. à tous
Technicien météo (concours)	6 mois		Terminale

EDUCATEL
GIE UNICO FORMATION
ESTABLISSEMENT PRIVE
D'ENSEIGNEMENT A
DISTANCE SOUMIS AU
CONTROLE PEDAGOGIQUE
DE L'ETAT

Pour recevoir une documentation.
retournez ce bon à EDUCATEL
76025 ROUEN CEDEX
ou téléphonez à PARIS au (1)
42.08.50.02

NOM

PRENOM

ADRESSE : N° RUE

CODE POSTAL VILLE

INDIQUEZ ICI LA
FORMATION QUI
VOUS INTERESSE

SAV054

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 7112 , 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 7112
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

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

Nom :

Adresse :

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 5065
35, rue Collange - 92303 Levallois.

Tél. : (1) 42.70.81.88

LA DURE EXISTENCE DES BEST-SELLERS SCOLAIRES

(suite de la page 111)

Mais il reste quelques exemples illustres, comme les manuels d'orthographe de *Bled* (Hachette). Les quatre manuels de cette collection, dont le premier parut en 1946, se vendent encore annuellement au rythme de 550 000 exemplaires chacun. Depuis leur première parution, il se serait vendu entre 15 et 20 millions de *Bled*, hors du marché de l'occasion... La collection littéraire Lagarde et Michard des éditions Bordas est aussi une des rares collections traditionnelles encore vendues, dont le nom reste familier au grand public. Le premier tome, consacré au Moyen Age, parut en 1948. La publication des autres tomes s'échelonnant jusqu'en 1962. Aujourd'hui, le *Lagarde et Michard* est la plus répandue des anthologies littéraires. Mais elle n'est plus la seule. Nathan, Hachette, Hatier ont sérieusement entamé ses parts de marché.

Si la conjoncture est moins favorable aux auteurs espérant laisser leur nom à la postérité et si elle a fait succéder aux duettistes des équipes d'auteurs, elle n'a cependant pas aboli tous les gros tirages. Bien des ventes battent encore des records. Ainsi, au collège, un élève sur deux a dans son cartable un manuel de mathématiques de la toute jeune collection Pythagore (Hatier, première édition du livre de 6^e en 1986, de 3^e en 1989). A peine plus ancienne, la collection Tavernier (Bordas, première édition en 1982) occupe 70 % du marché des livres de biologie du lycée. Même succès pour les manuels de physique Durandeau (Hachette) destinés aux collèges.

Le *Durandeau* illustre à merveille la stratégie d'une politique éditoriale qui ne laisse rien au hasard, sans pour autant être à l'abri des aléas. Manifestement, la collection connaît un vif succès : en 1989, il s'est vendu 400 000 exemplaires du livre de 3^e, à peine moins pour celui de 6^e. On ne change pas un manuel qui gagne. Pourtant, Hachette décide de publier une nouvelle édition du livre de 6^e, sans qu'il y ait pourtant le moindre remaniement de programme en vue. Que les inconditionnels se rassurent : la nouvelle version ressemble à s'y méprendre à l'ancienne (*voir photos pages 108-109*). L'éditeur aurait-il perdu la tête ? Bien au contraire, cette manœuvre résulte d'un savant calcul... qui pourrait bien tourner au fiasco.

En effet, l'édition de 1986 du livre de 6^e était synchronisée avec les changements de programme de cette classe. Cette année-là, les crédits alloués ne permettaient pas aux collèges de renouveler simultanément les huit livres que possède en moyenne un élève de 6^e. La Direction des lycées et des collèges recommanda aux établissements plusieurs disciplines prioritaires : la biologie, les mathématiques, l'histoire-géographie, l'éducation civique.

Logiquement, on pouvait s'attendre à ce que, quatre ans plus tard, le cycle de la réforme étant bouclé pour les autres niveaux, les établissements commandassent les manuels des autres disciplines, à savoir le français, la grammaire, les langues vivantes et la physique. En mai 1989, la Direction des lycées et des collèges certifiait au Syndicat national de l'édition qu'en 1990 les établissements recevraient la consigne de privilégier les changements de manuels dans ces disciplines.

Collectivement, les éditeurs ont donc renouvelé leurs offres. Avec le "nouveau" Durandieu, Hachette espérait grignoter les parts de marché de ses concurrents tout en conservant les siennes et rester premier.

Mais, coup de théâtre, aucune recommandation dans ce sens n'a été adressée aux collèges. Voilà qui ne fait pas l'affaire des éditeurs, qui soulignent, à juste titre d'ailleurs, que les 300 millions de francs alloués chaque année par le ministère de l'Education nationale aux collèges leur permettent d'acheter un livre et demi par élève chaque année. Selon les matières privilégiées par les établissements eux-mêmes, un certain nombre de livres ne tenaient déjà pas compte des nouveaux programmes. Or, ces manuels périmentés ne seront pas systématiquement remplacés ; sans parler de leur délabrement : ils

vont servir au moins pendant huit ans. Rarement assortie de précautions, la manipulation des manuels par les élèves vient rapidement à bout des reliures les plus robustes : un livre de langues vivantes s'use en trois ou quatre ans tandis qu'un livre de physique ou de biologie, moins compulsé, tient au mieux deux ans de plus.

Rebondissement : le tout nouveau Conseil national des programmes⁽¹⁾ vient de semer le trouble en suggérant la suppression pure et simple de l'enseignement de physique et de chimie dans les classes de 6^e et de 5^e. L'annonce de cette proposition provoque l'inquiétude des éditeurs, dont les raisons, on s'en doute, diffèrent de celles des fédérations de parents d'élèves et des syndicats d'enseignants.

Mais l'histoire ne s'arrête pas là. Le 18 juillet, le Conseil supérieur de l'Education émet un avis défavorable sur cette proposition. Les éditeurs retrouvent leur souffle. Pas pour longtemps car, le 27 juillet, le ministre de l'Education nationale passe outre et entérine la disparition de cet enseignement. L'avenir d'un best-seller tient parfois à peu de choses...

Isabelle Bourdial

(1) *Guide des manuels scolaires*, Hélène Huot et Francis Corblin, Editions Flammarion, 1990.

(2) *Dans la jungle des manuels scolaires*, Hélène Huot, Editions du Seuil, 1989.

(3) Voir notre article "6^e, 5^e : plus de chimie ni de physique", p. 112.

CADEAUX GRATUITS

ECUSSONS AVIATION

Magnifique collection de 63 écussons brodés et de 40 médailles en émail cloisonné sur notre dépliant envoyé avec chaque commande

GRANDS (Ø moyen 13 cm) : 59 F l'unité

MOYENS (Ø moyen 10,5 cm) : 45 F l'unité

PETITS (Ø moyen 9 cm) : 39 F l'unité

Amis collectionneurs
commandez par téléphone
vous seriez plus vite servi



GRATUIT !! 2 ECUSSONS (valeur 98 F) POUR TOUTE 1ère COMMANDE SUPERIEURE A 250 F. REMBOURSES SI PAS SATISFAITS.

BON DE COMMANDE à recopier ou retourner avec votre règlement à :
GALAXY CONTACT Dept SCV, BP 26, 62101 CALAIS Cedex FRANCE (Tel 21 35 25 15)

Nom, Prénom
Adresse

Code Postal Ville

REF. COMMANDE : Montant de la commande : F + port et emballage : 20 F

✓ Option envoi contre remboursement : ajouter 30 F au total

Total de la commande : F Chèques-Mandats-C.B.-VISA-AMEX acceptés

LE CASQUE DE SEPT LIEUES

(suite de la page 79)

varie dès qu'il y a déplacement. Partant de là, il suffit qu'un calculateur associe à chaque modification des trois champs induits une modification homologue de la position du casque dans le cockpit pour déterminer l'endroit où (en principe) le pilote regarde. Il ne reste plus alors aux automatismes de la machine qu'à présenter l'image du paysage correspondant au secteur observé. La détection électromagnétique permet même de pousser le réalisme jusqu'à faire défiler l'image en synchronisation complète avec le mouvement du casque. Autrement dit, selon que le pilote bouge la tête doucement ou brusquement, le paysage qui est projeté devant ses yeux évolue lentement ou rapidement. Pour cela, il suffit que l'image présentée ait une vitesse angulaire de défilement calquée sur celle du casque. Un calculateur a donc pour mission d'évaluer les variations dans le temps des champs magnétiques induits dans les trois bobines, et peut ainsi déterminer la vitesse de rotation ou de translation du casque.

• La détection électro-optique est un procédé sur lequel les laboratoires de recherche de Sextant Avionique travaillent depuis plusieurs années. Elle met en œuvre des diodes électroluminescentes installées sur le casque et des barrettes CCD (*Charged Couple Device*, que l'on appelle en français DTC ou dispositifs à transfert de charge) disposées en de multiples endroits du cockpit. Cela étant, le principe est assez semblable à celui de la détection électromagnétique : les barrettes, sensibles à l'énergie lumineuse, réagissent différemment selon qu'elles reçoivent les rayons des diodes de plein fouet, de biais, ou de façon rasante. A partir de ces réactions, le calculateur détermine les mouvements du casque.

Une variante de ce procédé est actuellement à l'étude. Elle s'inspire d'une technique mise au point par les Israéliens (notamment à la firme Elbit) et qui a déjà donné lieu à des réalisations. Ce système, plus évolué, fait appel à l'imagerie. Une caméra filme les débattements de la tête et transmet directement ses informations aux dispositifs qui fournissent les images (TV-BNL, capteurs infrarouges, générateur de symboles). D'où une simplification des procédures et une précision accrue dans la détermination des mouvements de la tête. Principal avantage de la détection électro-optique : elle est absolument insensible aux contre-mesures électroniques classiques, ce qui n'est pas le cas du procédé électromagnétique qui, lui, peut être perturbé si l'hélicoptère est amené à évoluer dans des champs magnétiques intempestifs. En revanche, un procédé électro-optique, comme la caméra précitée, demande que le casque soit convenablement éclairé, ce qui risque d'attirer l'attention de l'ennemi et de fournir à ses batteries un excellent point de repère.

• La détection par ultrasons est, semble-t-il, une spécialité allemande, même si d'autres pays, sans le crier sur les toits, effectuent à son sujet une veille technologique. Son principe est le suivant : sur le casque sont implantés plusieurs émetteurs à ultrasons, tandis que, dans le cockpit, sont disséminés un certain nombre de récepteurs. Entre le moment où un émetteur lance un signal sonore et celui où il est capté par un récepteur, il s'écoule un certain temps. Si l'on connaît la vitesse du son et que l'on mesure avec une grande précision le laps de temps séparant l'émission de la réception, une simple opération mathématique fournit la distance à laquelle se trouve un point donné du casque. En combinant les distances entre les différents points émetteurs et les différents points récepteurs, on obtient la position et l'orientation du casque tout entier.

Là encore, la vitesse de mouvement du casque (vitesse angulaire si la tête tourne, ou vitesse de translation si la tête se déplace) peut être prise en considération. Il suffit de dériver, au sens mathématique du terme, les variations de distances par rapport au temps pour déterminer la promptitude avec laquelle s'effectue le mouvement. Il ne reste plus qu'à transmettre ces données, toujours en temps réel, aux capteurs extérieurs et au générateur de symboles pour que les images défileront devant le pilote au rythme des déplacements de son casque.

L'inconvénient de ce procédé tient au fait qu'il repose sur le son. Or, la vitesse du son varie en fonction de la température. Il est donc indispensable d'inclure dans les calculs un correctif tenant compte de ce facteur. Voilà ce que l'on peut dire actuellement sur le fonctionnement et les performances des visuels de casque. Pour être complet, terminons par quelques considérations ergonomiques.

Ce casque devant être porté deux ou trois heures d'affilée (temps moyen d'une mission), il convient non seulement qu'il soit le plus léger possible, mais aussi que son centre de gravité soit situé au plus près du centre de gravité de la tête. Cela, pour éviter que ne se produise un phénomène de "balourd" qui pèserait à la longue sur les cervicales.

Par ailleurs, pour que le pilote puisse exploiter au maximum les possibilités du casque à visualisation, il faut que ce dernier soit fermement solidaire de la boîte crânienne, ce qui va nécessairement requérir des ajustements personnalisés. De la même façon, il faudra adapter les accessoires optiques à la morphologie de chacun. Enfin, on cherchera à éliminer les "points durs", c'est-à-dire ceux où la structure du casque porte plus intensément qu'ailleurs, finissant par créer une douleur. Chez Sextant Avionique, les visuels de casque mobilisent actuellement quarante ingénieurs. C'est dire l'importance prise aujourd'hui par ces systèmes, longtemps considérés comme futuristes, et qui seront bientôt aussi courants que les commandes de vol électriques.

Serge Brosselin

AUTO : LE PHARE IDÉAL

(suite de la page 129)

System) dans le cadre d'Eurêka. Il est trop tôt pour en évaluer le coût au niveau de l'utilisateur.

Mais, déjà, on explore d'autres voies complémentaires vers l'ultraviolet et l'infrarouge.

L'ultraviolet permet de mieux accentuer des contrastes. On a pu observer de quelle manière il faisait ressortir les vêtements blancs dans des boîtes de nuit tout en demeurant invisible quand on regarde la source en face.

La firme automobile suédoise Saab en a démontré l'intérêt en dotant l'un de ses prototypes de tels projecteurs additionnels : en code, ils "fouillent" deux fois plus loin que la portée des feux pour révéler des obstacles clairs, des panneaux indicateurs ou des balises de virage sans gêner l'usager d'en face. La lampe à décharge, plus orientée vers l'ultraviolet, va en partie dans ce sens.

L'infrarouge, lui aussi, permet de déceler des obstacles ou des objets situés hors du champ d'éclairage des projecteurs, mais seulement par l'intermédiaire d'une caméra. Peugeot a ainsi équipé un prototype d'émetteurs d'infrarouge avec une caméra et un écran dans le champ de vision du conducteur reproduisant la route telle que celui-ci ne peut la voir directement, avec toutes ses embûches au-delà de la vision directe, au-delà de la limite de portée des codes.

General Electric pousse encore plus avant l'exploration : toutes les lampes (celles des projecteurs, des feux, des plafonniers, du tableau de bord, de la boîte à gants...) seraient supprimées et remplacées par une source unique, une lampe à décharge en étoile, des branches de laquelle partiraient autant de fibres optiques conduisant la lumière au point désiré. Les projecteurs de proue seraient remplacés par une mince rampe lumineuse unique et continue courant tout le long du pare-chocs. Autant le projet est réaliste pour la multitude de lampes de signalisation et de servitudes, autant il est utopique pour l'éclairage principal : il faudra réglementairement encore deux sources distinctes et deux fonctions distinctes, code et phare.

Il n'empêche : la révolution dans l'éclairage individuel par chaque voiture est si spectaculaire, la manière dont les nouvelles techniques satisferont les besoins si séduisante que le projet d'illumination des autoroutes à demeure la nuit, quelle que soit la densité du trafic, apparaît comme un intolérable gâchis, autant pour la préservation de l'environnement que pour celle de l'énergie. Laisse-t-on toute la maison éclairée, de la cave au grenier, quand il suffit d'une bonne veilleuse pour lire quelques lignes avant de s'endormir ?

Luc Augier



Publié, 1989

- Mémorisez tout très vite et sans effort de volonté.
- Découvrez comment atteindre la réussite et le Succès.
- Apprenez le secret de la puissance mentale.
- Un petit livre GRATUIT.

Comment développer une étonnante mémoire

Vous l'avez sans doute remarqué : c'est toujours lorsque vous en avez le plus besoin que votre mémoire vous fait défaut. Il vous manque souvent la citation exacte, l'anecdote ou le chiffre qui viendraient illustrer ou renforcer ce que vous dites.

Pourtant, certaines personnes semblent pouvoir tout retenir avec une facilité déconcertante. Comment s'explique ce phénomène ?

Une nouvelle méthode, la «Méthode Godefroy», permet maintenant à tout le monde, et donc à vous, d'avoir en peu de temps une étonnante mémoire.

• Elle fait le point sur les plus récentes découvertes en matière de mémoire : suggestopédie, méthode subliminale, vitamines de la mémoire, mémoire instantanée.

• Essentiellement pratique, elle dévoile les cinq façons de développer votre concentration, ainsi que les secrets de l'association mentale.

La méthode Godefroy, vous permettra de tout retenir sans difficulté : conférences, cours, émissions (chapitre 14)... Vous pourrez apprendre très vite les langues étrangères (chapitre 14), retenir facilement les formules scientifiques et mathématiques (page 220), les lectures, les noms des gens, les histoires drôles et même des textes longs et des dates ! (élèves, étudiants, réussite professionnelle...)

Par la culture qu'elle vous permettra d'acquérir, la Méthode Godefroy vous ouvrira toutes les portes : Vous pourrez réussir plus facilement un examen difficile, briller en société, améliorer votre situation ou vous en créer une nouvelle.

Si ces résultats vous intéressent et si vous désirez, vous aussi, posséder le pouvoir extraordinaire que donne une mémoire totale, demandez au Centre d'Enseignement sur la Mémoire (C.E.M.) de vous adresser son dossier gratuit : «Comment développer une étonnante mémoire». Actuellement, il le distribue sans frais à tous ceux qui souhaitent améliorer leur mémoire.

Ecrivez dès aujourd'hui au C.E.M., B.P. 94 - 60505 Chantilly Cedex.

Gratuit



OUI je désire recevoir le dossier GRATUIT : «Comment développer une étonnante mémoire» (Rien à payer).

Nom

Prénom

N° rue

Code Ville

à retourner au C.E.M., B.P. 94
60505 Chantilly Cedex DO36/SV954

LE CASSE-TÊTE DES CASSETTES

(suite de la page 125)

cassette enregistrée en Hi-8. Notons ici que les camescopes Canon A 1 Hi-8 et Siemens FA-129 bénéficient d'un son FM stéréophonique, tandis que le Sony V 5000 est doté de quatre pistes sonores : deux en modulation de fréquence (comme Canon et Siemens), deux en numérique (avec possibilité de doublage son). Le 8 mm Hi-band convient, tout comme le SVHS, aux amateurs souhaitant réaliser des films de qualité.

Quelles seront les cassettes vidéo de demain ? On sait qu'en 8 mm une évolution technologique du support magnétique n'est pas envisagée à moyen terme : les bandes au métal évaporé destinées au Hi-8 touchent aux limites de la technologie actuelle. En VHS, les bandes au métal, ou même au métal évaporé, permettront sans doute de conserver ce format de cassette pour le standard haute définition ; Grundig a mis au point un prototype VHS HD-MAC, prêt pour la haute définition européenne. Pour parvenir à cette qualité d'image, tout en gardant une cassette de format 8 mm, Sony devra employer la technique de "compression de signal", qui revient à limiter la quantité d'informations mémorisées en n'enregistrant que les informations les plus utiles, significatives de la définition de l'image. Cette technique, qui fait appel à un traitement numérique, est fort complexe et coûteuse, donc pour l'immediat hors de portée du matériel grand public. Mais Sony n'a-t-il pas pris l'habitude de nous surprendre ?

Jean-Marie Bret

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page et de haut en bas).

Couverture : C. Jégou ; p. 2/3 : K. Hartman/Ciel et Espace - Mounir/Sipa - P. Pitois/Jerrican - Napo - E. Igor/Sipa - Pavlovsky/Rapho ; p. 20/21 : NOAO/Ciel et Espace - Observatoire de Meudon ; p. 22/23 : P. Parviainen/Ciel et Espace - I. Corréa ; p. 25 : Ciel et Espace ; p. 28/29 : R. Dufour - Ed. de la Fondation Singer-Polignac ; p. 30 : D. Bouguignaud/Top ; p. 32/33 : C. Druart/Rapho ; p. 34/35 : G. Delpit ; p. 37 : De Wilde/Hoa-Qui ; p. 38 à 41 : G. Delpit ; p. 42/43 : E. Igor/Sipa - NASA ; p. 44/45 : CIRIM Switzerland - G. Delpit ; p. 46/47 : G. Delpit - E. Igor-G. Saussier/Sipa ; p. 48/49 : G. Delpit - D. Turnley/Rapho ; p. 50/51 : Pr J. Alouf-Dr L. Chevance/Inst. Pasteur ; p. 52/53 : R. Sabatier ; p. 56 à 59 : I. Python ; p. 61 : Weiss/Rapho ; p. 62 : I. Python ; p. 67 : Coll. Viollet ; p. 69 : D. Escobar - B. Frisch/Discover Mag. ; p. 71 : IBM ; p. 72/73 : C. Lacroix - Mc Donnell Douglas ; p. 74/75 : Tekphot ; p. 77 : J.-M. Bader ; p. 79 : DR ; p. 80/81 : NASA ; p. 83 : I. Corréa ; p. 86/87 : Mounir/Sipa - Jane's Defence Weekly ; p. 88/89 : A. Meyer - artish Aerospace - California Institute of Technology ; p. 90 : MATRA ; p. 92/93 : Lyonnaise des Eaux ; p. 94/95 : Lyonnaise des Eaux - St-Étienne-Rudman/REA ; p. 97 : A. Meyer ; p. 101 à 107 : DR - N. Papamiliades ; p. 108/109 : Hachette 1986-1990 ; p. 110/111 : Ed. Belin 1984 ; p. 113/114 : R. Sabatier ; p. 116 : L. Douek ; p. 117 : trucages à partir de photos Sipa et AFP ; p. 118/119 : Relief 90 - Pixibox ; p. 120 : Pixibox ; p. 122 à 125 : Napo ; p. 126/127 : A. Meyer - Citroën ; p. 128/129 : Norma Philips - DR - SAAB France ; p. 139 : M. Toscas/Galerie 27 ; p. 141/142 : M. Roux-Saget ; p. 143 : M. Toscas ; p. 148 à 151 : M. Roux-Saget ; p. 153 à 155 : DR ; p. 156 à 159 : DR - E. Malemanche.

POUR NE PLUS MALTRAITER L'EAU

(suite de la page 98)

et de Douchy produisent respectivement 10 m³/h et 50 m³/h d'eau potable à l'aide de membranes. À Amoncourt, l'eau brute provenant d'une nappe souterraine atteint des pointes de turbidité de 200 NTU (*voir encadré p. 94*), soit 10 fois plus que la Seine en temps normal. Après un filtrage de l'eau brute sur un tamis classique dont le seuil de coupure est de 200 µm, les membranes d'ultrafiltration ont permis de ramener cette valeur à 0,1 NTU en permanence (les normes françaises imposent un taux maximal de 2 NTU). Ensuite, avant d'être envoyée dans le réseau, un seul traitement à l'hypochlorite de sodium suffit à désinfecter durablement l'eau.

La gestion de ces deux usines est entièrement automatique. Dans le cas d'une installation classique, les variations importantes de turbidité qui surviennent rapidement, après un orage par exemple, requièrent l'ajustement de la coagulation (*voir encadré p. 94*). Seul un technicien peut mener à bien cette opération, alors que les membranes ne demandent aucune modification ni réglage quel que soit l'état de l'eau brute. Même le lavage des modules est automatique. Un jeu d'électrovannes isole les modules à décolmater et une injection d'eau propre en sens inverse décolle le gâteau de colmatage. Sans doute les membranes d'ultrafiltration n'arrêtent-elles pas les corps dissous et ne résolvent-elles pas le problème des boues résiduaires qu'il est toujours nécessaire de traiter avant élimination. Néanmoins, avec les membranes, la production de résidus est moindre qu'avec les techniques classiques où les additifs chimiques viennent augmenter le volume des rejets.

Laurent Douek

(1) Cette valeur n'est vraie que pour des particules dures et non malléables, à l'inverse de certaines bactéries ou de particules colloïdales qui passent au travers de trous de diamètre inférieur au leur. À partir de l'ultrafiltration, les professionnels parlent plutôt de la masse atomique (exprimée en daltons) des molécules retenues par ces systèmes de filtration. 1 dalton = 1,66 x 10⁻²⁷ kg.

(2) L'expression d'osmose inverse pourrait en fait s'appliquer à tous les types de membrane. En effet, dans le phénomène découvert par l'abbé Nollet, le solvant passe de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée. Dès lors qu'il s'agit de filtrer, c'est évidemment du trajet inverse qu'il s'agit.

(3) Sans tenir compte des phénomènes d'osmose, pour vérifier rapidement le pouvoir de coupure des membranes, on utilise un test dit "au point de bulle". C'est une technique que tout un chacun peut vérifier : un gant de toilette sec ne peut retenir de l'air lorsqu'on cherche à le gonfler. En revanche, une fois mouillé, l'eau bouche les pores du gant qui emprisonne alors volontiers une poche d'air et flotte à la surface de l'eau. Toutefois, cette étanchéité à l'air est relative, si la pression augmente le gant laisse alors échapper des bulles d'air. Il en va de même avec les membranes, et la pression nécessaire pour qu'apparaissent des bulles est inversement proportionnelle au diamètre des trous.

(4) Elles sont fabriquées en associant le polymère organique à un corps qui ne peut s'y méler. Lorsque l'ensemble est coagulé en un mince film, le corps non miscible s'élève, laissant de minuscules trous à sa place. Les fibres creuses sont obtenues par coagulation et extrusion simultanée au travers de filières annulaires.

(5) Ce mode de passage est appelée filtration tangentielle, par opposition à la filtration frontale.



MICRO-INFORMATIQUE. APPRENEZ A LIRE A VOTRE SOURIS OU DECOUVREZ LE NOUVEAU SVM.

Le nouveau SVM, c'est encore plus de rubriques pratiques : conseils, comparaisons, bancs d'essais... pour vous permettre de mieux exploiter votre ordinateur et ses périphériques. Actualités, point sur la recherche et les nouveaux logiciels... SVM fait le tour de tout ce que vous devez savoir sur la micro-informatique. Que vous soyez passionné, professionnel ou débutant, SVM est le prolongement naturel de votre micro-ordinateur, il vous permettra de l'utiliser à 100%. On n'est pas numéro 1 de la presse informatique par hasard... Parlez-en à votre souris.

LE N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE.

SCIENCE & VIE MICRO

SVM
LE N°1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

Peter Stuyvesant Travel...



..découvrez le monde!

Pour nos destinations appelez (1) 46.62.62.00