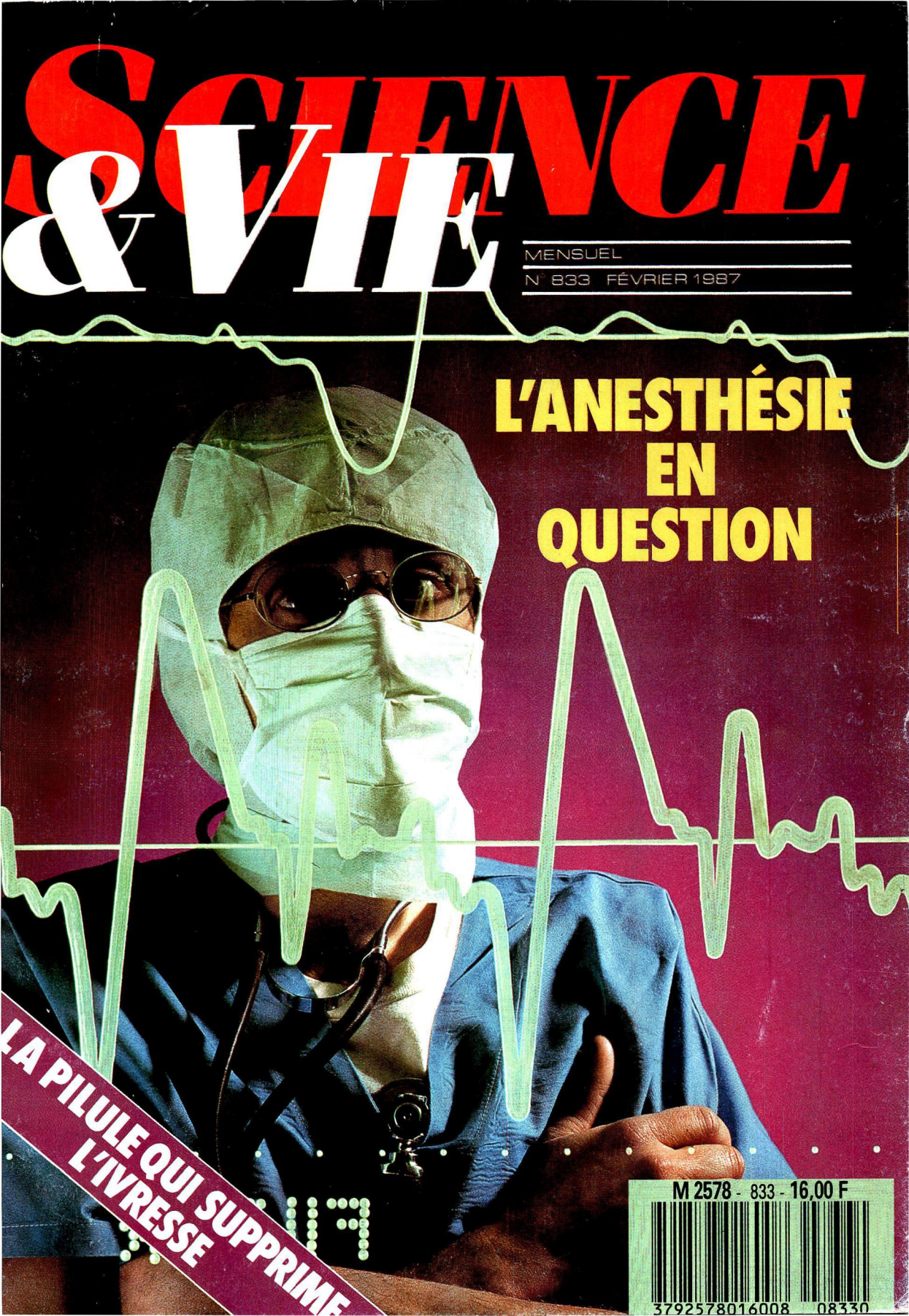
SCIENCE & VIE
MENSUEL
N° 833 FÉVRIER 1987

L'ANESTHÉSIE EN QUESTION

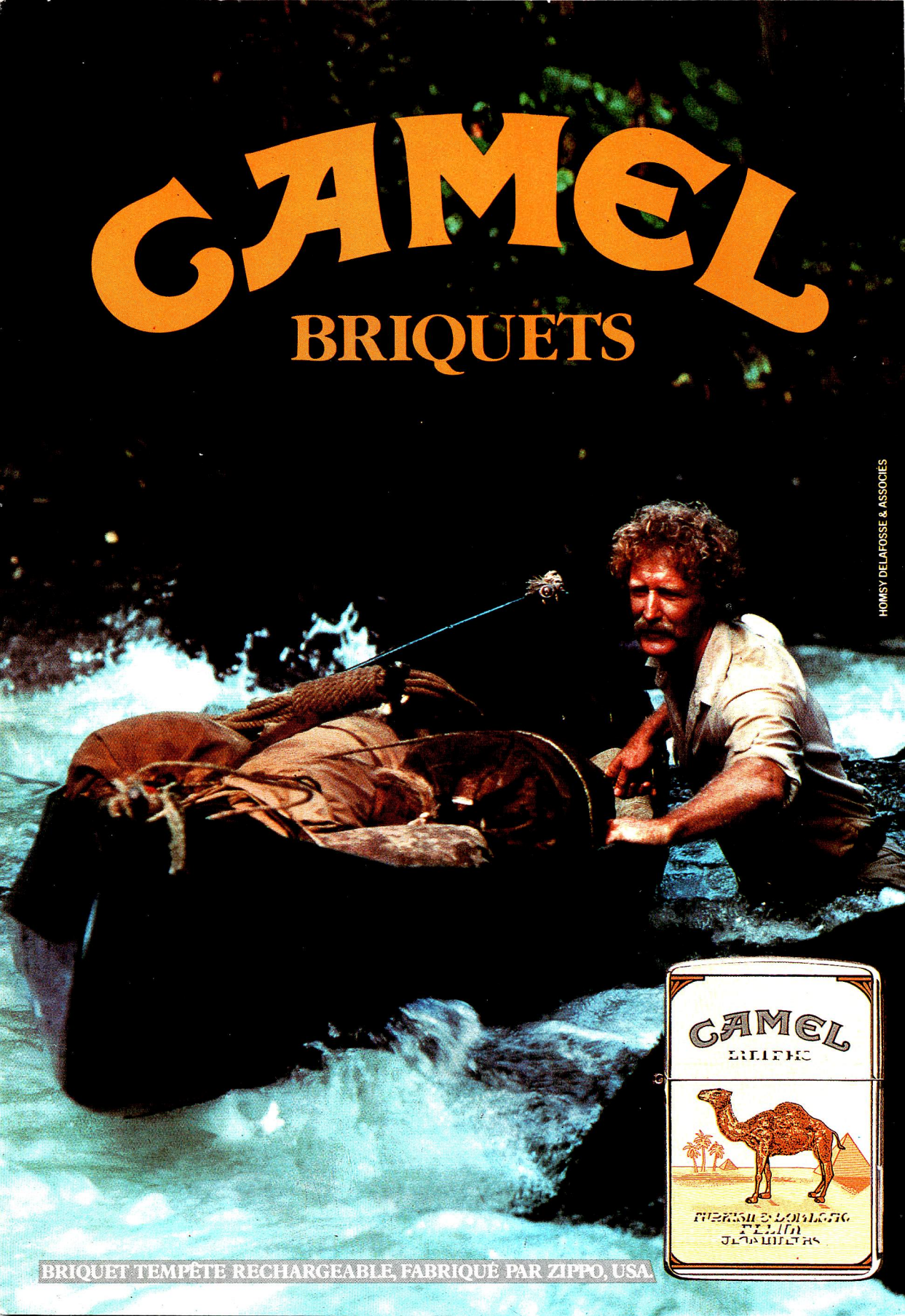


LA PILULE QUI SUPPRIME L'IVRESSE

M 2578 - 833 - 16,00 F
3792578016008 08330

CAMEL

BRIQUETS



HOMSY DELAFOSSE & ASSOCIÉS

BRIQUET TEMPÊTE RECHARGEABLE, FABRIQUÉ PAR ZIPPO, USA.

SCIENCE & VIE

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

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

• REDACTION
Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD MESSADIÉ
Chef des Informations,
Rédacteur en Chef Adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT, FRANÇOISE SERGENT
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT, SVEN ORTOLI, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, PIERRE COURBIER

• ILLUSTRATION
ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION
CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE
TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE
CHRISTINE VAN DAELE et LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS
New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Science & Vie + Hors Série is published monthly at International Messengers Inc. 3054 MECOM Bldg. 10 Houston Texas 77032, USA. Phone number : (713) 443-2160.
Applications to mail at 2nd class postage rate pending at Houston Texas.
Subscription price is $ 62,50 for one year
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent London W4, 1 HF
Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205
2-14-1 Sakuragaoka
Setagaya-Ku - Tokyo 156

• SERVICES COMMERCIAUX
Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Assistée de : CHRISTIANE HANNEDOUCHE
Vente au numéro : BERNARD HERAUD
Assisté de : MARIE CRIBIER
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• RELATIONS EXTÉRIEURES
MICHÈLE HILLING
Assistée d'ANITA LJUNG

• PUBLICITÉ
Excelsior publicité - INTERDECO
67 Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 42 25 53 00
Directeur de la publicité : DIDIER CHAGNAS
Chef de publicité : GHISLAINE DICHY
Exportunités : GHISLAINE DICHY
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS
Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

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

OJD DIFFUSION PUBLICITÉ 1984

BVP

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS.
COPYRIGHT 1985 SCIENCE & VIE
CE NUMÉRO DE SCIENCE & VIE A ÉTÉ TIRÉ A 414.400 EXEMPLAIRES

PRIX NORMAL D'ABONNEMENT A SCIENCE & VIE

1 AN - 12 Numéros
176 F 2 ans : 330 F

1 AN - 12 Numéros + 4 Hors Série
230 F 2 ans : 445 F

ETRANGER :

BENELUX : 1 an simple **1200 FB** - 1 an couplé **1650 FB**
EXCELSIOR PUBLICATIONS - BP N° 20 IXELLES 6 1060 BRUXELLES.

CANADA 1 an simple **35 $ Can.** - 1 an couplé **50 $ Can.**
PERIODICA Inc. C.P. **444,** Outremont, P.Q. CANADA H2V 4R6.

SUISSE 1 an simple **55 FS** - 1 an couplé **80 FS**
NAVILLE & CIE, 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.

USA 1 an couplé **62,50 $.**
International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston Texas 77205.

AUTRES PAYS 1 an simple **250 F** - 1 an couplé **320 F.**
Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.
Recommandé et par avion nous consulter.

DIPLOMES DE LANGUES

COMMERCE • GESTION • COMMUNICATION

anglais / allemand / espagnol / italien / russe

EXAMENS DES CHAMBRES DE COMMERCE ETRANGERES o CAMBRIDGE UNIVERSITY o B.T.S. TRADUCTEUR D'ENTREPRISE

Complétez votre formation par une spécialisation linguistique en prise directe avec la vie professionnelle, en préparant un diplôme officiel. Enseignements à distance tous niveaux, progression individualisée, selon votre rythme et vos occupations. Préparations complètes aux diplômes ci-dessus et aux épreuves de langues des examens et concours.
Inscriptions toute l'année. Durée d'étude à votre choix. Services Orientation-information, cours oraux, séjours étranger.

Documentation et tests gratuits, sur demande à :
LANGUES & AFFAIRES, Service 4568, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél.: (1) 42.70.81.88 — 42.70.73.63.
Etablissement privé, sous contrôle Education nationale

BON DE DOCUMENTATION
à retourner à Langues & Affaires, Service 4568,
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois

Veuillez m'adresser la documentation sur les diplômes de langues et vos enseignements, sans engagement pour moi.

Nom et prénom : . . . . . .

Adresse . . . . . .

. . . . . .

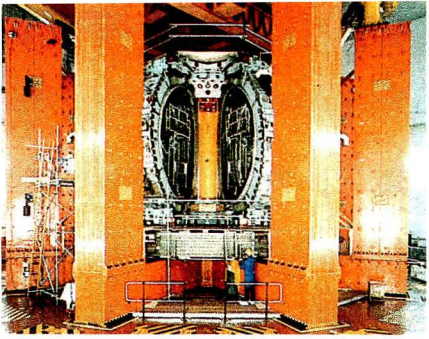


Photo Blumenfeld

La fusion nucléaire dans trois ans. Les physiciens du JET Laboratory, en Grande-Bretagne, pensent parvenir d'ici là à tirer plus d'énergie de la fusion de deux noyaux atomiques qu'il n'en faut pour les faire fusionner. La fin de l'énergie chère ? p. 26

Photo NIMH

Ces deux rats de laboratoire ont reçu une dose d'alcool proportionnelle à celle qui rendrait l'homme fin saoul. Or celui de droite n'en est absolument pas affecté : il a reçu une injection de "Ro 15 4513". Y en aura-t-il pour les automobilistes qui insistent pour boire *et* conduire. p. 54

SOMMAIRE

SAVOIR

Forum 4

Afrique : l'année de tous les périls
Alexandre Dorozynski 10

Banquet cosmique
Anna Alter 16

Halley, une profiterole de glace au charbon
Stéphane Chenard 20

La station orbitale MIR a un an
Jean-René Germain 24

Quand le Soleil sera en cage
Sven Ortoli 26

Premier championnat de France de jeux mathématiques
Gilles Cohen 30

Guérir par les gènes
Alexandre Dorozynski 34

L'anesthésie en question
Dr Jean-Michel Bader 38

La molécule qui dessaoule
Dr Jacqueline Renaud 54

Le salon de la crédulité
Jacques Breiz 60

Les défenses des plantes
Marie-Laure Moinet 63

La loutre a-t-elle inventé l'outil ?
Jacques Marsault 70

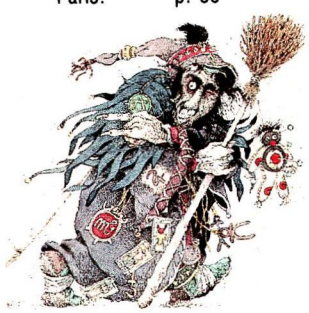
L'Amérique découverte il y a 40 000 ans
Alexandre Dorozynski 72

Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié 77

Photo P. Anzemberger

Le Comprex a les avantages du Turbo sans les inconvénients. p. 90

Les tordeurs de cuillers à distance, les marchands de pseudo-sciences et autres guérisseurs magiques seront démasqués lors du 1er salon annuel de la crédulité, qui doit se tenir ce printemps à Paris. p. 60



Dessin R. Sabatier

POUVOIR

Les aciers polaires
Renaud de La Taille 84

Comprex : le mur du son dans votre voiture
Robert Séjourné 90

Du lamellé-collé en bois des Vosges
Edgar Gärtner 96

Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice 101

Des marchés à saisir 106

Encart
abonnement Science & Vie + Hors-Série
(entre la 2e de couverture et la page 1) I-II

Science & Vie
N° 833
FÉVRIER 1987

Couverture :
photo
T. Morin

Photo N. Guidon

Des fragments de peintures rupestres datant de plus de 35 000 ans ont été trouvés sur des sites archéologiques brésiliens, attestant d'une occupation humaine du Nouveau Monde beaucoup plus ancienne qu'on ne croyait jusqu'ici. p. 72

I R E

UTILISER

R5 : la Rolls des Leica
Roger Bellone **108**

Micro-ordinateurs de voyage
Henri-Pierre Penel **110**

Science & Jeux
Yves Delaye, Daniel Ferro, Renaud de La Taille, Henri-Pierre Penel **114**

Science & Vie a lu pour vous **134**

Echos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone **140**

Table des matières de Science & Vie mensuel et Science & Vie Hors-Série pour l'année 1986
Monique Vogt **153**

Les plantes se défendent contre leurs ennemis grâce à de petites molécules d'alerte, qui ont aussi le pouvoir de programmer la naissance d'organes à des endroits inattendus. Ici, vues au microscope électronique, des fleurs de tabac poussent, sans aucune tige, sur des cellules épidermiques. p. 63

Photo K. Tran-Thanh-Van/CNRS

Un nouveau modèle chez Leica, c'est un événement en soi. Voici le R5, premier Leica qui mesure la lumière d'un flash électronique à travers l'objectif. p. 108

FORUM

La vraie malédiction des pharaons

En construisant ces énigmatiques tombeaux que sont les pyramides, les pharaons semblent avoir eu dans l'esprit de dérouter la sagacité des générations suivantes, jusqu'à susciter en elles la frustration. C'est là sans doute que réside leur vraie "malédiction", l'autre, comme chacun sait, n'ayant jamais été prouvée. C'est ainsi qu'après avoir inspiré à deux chercheurs français l'idée de retrouver une chambre secrète dans la pyramide de Kéops, les rois anciens d'Egypte les ont laissés bredouilles. Nous avons consacré un article à cette aventure dans notre numéro de novembre, "La chambre secrète", signé de M. Jean-Pierre Adam. Les chercheurs, MM. Gilles Dormion et Jean-Patrice Goidin, n'en ont pas été satisfaits et, excipant de leur droit de réponse, nous prient de publier la mise au point suivante.

« Nous vous prions de croire que nous ne tenons nullement à polémiquer à travers votre revue, ce n'est en effet pas le but de celle-ci. Mais il nous paraît dans la nature et la vocation d'une revue scientifique d'agir dans le sens de l'objectivité sans prendre parti pour un point de vue qui est très personnel, de nature fort polémique et non représentatif de quelque autorité scientifique que ce soit. Bien au contraire, M. Adam met en cause implicitement la compétence des spécialistes, tant français qu'égyptiens, en particulier la Direction des antiquités égyptiennes, présidée par M. Khadry, que nous avons rencontré à plusieurs reprises. »

MM. Darmion et Goidin rappellent les faits suivants :

« Décembre 1985 : nous présentons aux ministères de la Culture et des Affaires étrangères une étude sur la pyramide de Kéops. Deux experts sont nommés, examinent notre dossier et concluent tous deux au sérieux, à l'intérêt de nos hypothèses.

» Février 1986 : envoyés par le ministère des Affaires étrangères, nous effectuons un relevé complet des circulations internes de la Grande Pyramide à l'aide de matériel ultramoderne. Les observations effectuées vont dans le sens de nos hypothèses. Les déblais recouvrant l'entrée sont dégagés, de grosses différences et nouveautés sont constatées par rapport à des relevés antérieurs. Nous examinons les fractures des "chambres de décharge". Nous en soulignons l'importance et l'intérêt d'en surveiller l'évolution. Photos et relevés sont effectués.

» Mai 1986 : nous supposons une anomalie dans le couloir horizontal menant à la "chambre de la reine". Sur nos indications, des mesures microgravimétriques sont effectuées, qui concluent à une anomalie de la densité à cet endroit précis.

» Août 1986 : une série de mesures microgravimétriques détaillées confirme et précise l'anomalie détectée en mai.

» Septembre 1986 : 3 forages sont effectués et débouchent dans une douche de sable fin, totalement incompatible avec les explications bazardées par M. Adam. Les forages sont interrompus, le matériel se révélant inadapté.

» ... L'argumentation que nous oppose M. Adam nous est bien connue et nous sommes prêts à débattre avec lui en public.

Nous protestons vigoureusement contre les inventions de M. Adam concernant notre prétendue "révélation" et nos motivations. Il n'a, en effet, ni qualité, ni droit pour s'improviser psychanaliste à nos dépens. Nous comprenons fort bien que les résultats confirmés de chercheurs dérangent une personne officiellement salariée pour ce type de recherche. »

Il nous faut à notre tour préciser que M. Adam n'a fait que rendre compte, point par point et sans ajout ni modification, de l'ouvrage de MM. Dormion et Goidin, que chacun peut se procurer à l'ADPF, 9 rue Anatole de la Forge, 75017 Paris. Comme tout auteur, M. Adam exprime un point de vue qui, s'il est partagé par de nombreux confrères, lui est propre et ne contient à l'évidence que des conseils de prudence sur une hypothèse non vérifiée. Ses propos sont certes plus mesurés que ceux de certains égyptologues chevronnés, puisqu'il met même en valeur les aspects positifs des mesures entreprises par EDF et la CPGF, ainsi que son souhait de voir poursuivre de telles opérations.

Par ailleurs, nous ne saisissons guère la raison pour laquelle notre article porterait atteinte à l'honorabilité des savants égyptiens, ni pourquoi nos correspondants estiment que leur hypothèse "dérange" qui que ce soit, puisqu'il n'y a aucune étude en cours sur la pyramide de Kéops.

Mais il faut constater que la mise au point de nos correspondants n'éclaircit guère l'essentiel de leur hypothèse, à savoir l'existence d'une chambre secrète.

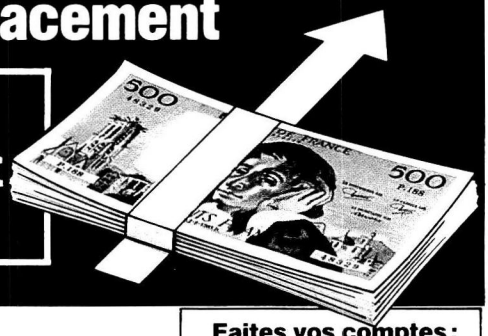
Craintes et tremblements

Mme T. Louis, de Tonnay, en Charente-maritime, nous écrit qu'elle est "persuadée" que sa région est soumise à de fréquentes secousses sismiques. Elle s'est adressée au service de météo de La Rochelle, qui s'est déclaré incompétent. *« Existe-t-il donc bien de telles secousses dans mon département »* demande-t-elle, *« et com-*

(suite du texte page 6)

Votre argent liquide peut devenir un excellent placement

Plus de 7% après impôts sans bloquer votre argent
qui reste disponible sous 24 h



8,5% c'est le rendement que vous aurait procuré CORTAL COURT TERME en 1986.

OUI, c'est possible, et peu de particuliers le savent : vous pouvez placer l'argent liquide que vous gardez disponible pendant quelques semaines ou quelques mois en vue d'un règlement important ou pour faire face à toute éventualité.

L'objectif de Cortal Court Terme est en effet, de vous procurer un rendement analogue à celui d'un placement sur le marché monétaire (taux pratiqué par les banques entre elles) : *actuellement de l'ordre de 7%.*

Et avec Cortal Court Terme, vous pouvez enfin obtenir une bonne rémunération pour votre argent liquide, *sans le bloquer:* vous pouvez retirer de l'argent à tout moment sans avoir à payer quoi que ce soit, aucune taxe, aucuns frais, aucune pénalité. Par un simple coup de fil vous pouvez disposer de vos fonds dès le lendemain.

C'est pratiquement aussi simple et rapide qu'avec votre compte bancaire. La seule différence est celle-ci : votre argent vous rapporte actuellement environ 7%, au lieu d'être grignoté par l'inflation (actuellement de l'ordre de 2,5%).

Outre ce bon rendement, et une disponibilité totale, Cortal Court Terme vous apporte en plus 3 avantages décisifs :

1. Une fiscalité favorable : Cortal Court Terme est une SICAV de Trésorerie. A ce titre vous bénéficiez de la fiscalité avantageuse des obligations :
• **plus-values :** pas d'impôt si le montant de vos cessions annuelles d'obligations et d'actions est inférieur à environ 265.600 F (seuil 1985) et, sinon, imposition à 16% seulement.

Impôts
(dans certains cas)
0,00%
frais d'entrée
0,00%
frais de sortie
0,00%

• **revenus :** si vous êtes marié, vous n'êtes pas imposé sur vos 10000 premiers francs de revenus d'actions ou d'obligations. Au-delà possibilité d'opter pour le prélèvement libératoire à 26%. Vous pouvez donc très facilement ne pas payer d'impôts sur les gains de Cortal Court Terme.

2. Un accès facile : Vous pouvez placer ou retirer votre argent par tranches d'environ 12.000 F et vous n'avez aucuns frais à supporter, ni à l'entrée, ni à la sortie. Ainsi votre rendement n'est pas amputé, même si votre placement est de courte durée.

Rares sont les SICAV de Trésorerie qui cumulent l'absence de frais et la possibilité de placer ou de retirer des sommes par tranches de 12.000 F environ.

Et pour que vous puissiez à tout moment si vous avez besoin d'argent, céder du Cortal Court Terme dans de bonnes conditions, quelle que soit la situation du marché obligataire, la gestion de Cortal Court Terme s'efforce d'éviter les à-coups et de vous procurer une progression régulière de la valeur de votre placement. Ainsi, vous pouvez réaliser un bon placement à court terme en bénéficiant du maximum de sécurité.

3. La rapidité : Tout doit se faire rapidement. Grâce au service Cortal vous pouvez donner toutes vos instructions par courrier, par téléphone, ou même par télex sans avoir à vous déplacer. Mais ce n'est pas tout, vous bénéficierez aussi de nombreux autres avantages que vous découvrirez dans la documentation Cortal Court Terme.

Cortal Court Terme est une Société d'investissement à capital variable (SICAV), dont le dépositaire est la Cie Bancaire, 5 avenue Kléber 75116 Paris. **Tél. gratuit 05.10.15.20.** (Reçoit sur rendez-vous)

Faites vos comptes :

Vous pouvez gagner plus de 4500 F par an sur vos réserves d'argent liquide.

Cet exemple le prouve :

En faisant l'hypothèse d'un rendement de 7%, Cortal Court Terme vous apporte des gains substantiels sur votre argent liquide, au lieu de le laisser grignoter par l'inflation *(2,5% actuellement).*

+ 1750 F sur l'argent de vos futurs achats

Vous mettez 50.000 F de côté pour un achat important (une voiture, par exemple) ? Vous pouvez gagner 1750 F environ, en 6 mois.

+ 385 F sur l'argent de vos impôts

Votre prochain « tiers » est de 22.000 F ? Cette somme, placée 3 mois en Cortal Court Terme peut vous rapporter 385 F.

+ 2450 F sur l'argent « pour le cas où... »

Vous conservez une « réserve de sécurité » de 35.000 F ? Placée en Cortal Court Terme, elle est disponible en 24 heures et peut vous rapporter 2450 F l'an.

= 4585 F d'argent supplémentaire.
(Compte non tenu d'une imposition éventuelle.)

7% aussi pour la trésorerie d'une entreprise

Cortal Court Terme est aussi particulièrement bien adapté à la valorisation de la trésorerie positive des PME sur un court laps de temps : 1 million placé pendant 4 mois peut rapporter plus de 23.000 F.

Ogilvy Defrenois

CORTAL

la garantie Compagnie Bancaire

Cortal Court Terme mais aussi Cortal 1000, Ticket Cortal, Cortal-Pierre, Cortal-Immo, Cortal Monde... sont des placements proposés par Cortal, la banque du groupe Compagnie Bancaire spécialisée dans les placements financiers. Le groupe de la Compagnie Bancaire : UCB, CFEC, LOCABAIL, UFB, CETELEM, CARDIF, COFICA, SINVIM... ce sont 60 sociétés, 7000 collaborateurs, 3 millions de clients. L'importance de ses opérations le situe parmi les 10 premiers établissements bancaires de France.

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

URGENT

sans engagement

Adressez-moi le dossier gratuit

qui contient tous les renseignements sur **CORTAL COURT TERME :** sécurité, disponibilité, fiscalité avantageuse.

11N SCV

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

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

Tél. : (dom.) _____ (bureau) _____

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

CORTAL court terme
est un placement
CORTAL

ment puis-je vérifier leur intensité, l'heure et le jour où elles se produisent? » L'Institut national d'astronomie et de géophysique n'ayant pas non plus répondu à ses questions, elle nous les adresse.

Mme Louis a raison : des secousses sismiques sont très fréquentes en Charente-maritime ; elles sont faibles et ne dépassent jamais la valeur 3 sur l'échelle de Richter. La cause en est une cicatrice terrestre, dite suture hercynienne, qui va de l'île de Groix, en Bretagne, jusqu'à Limoges. C'est le vestige d'une collision qui s'est produite entre deux blocs continentaux il y a 350 millions d'années. Soumise à des pressions importantes, cette suture subit des déformations qui engendrent les secousses en question.

Ces secousses, comme toutes celles qui se produisent en France, sont recueillies et interprétées par le Bureau central sismologique français, à Strasbourg (BCSF), et le Bureau de recherches géologiques et minières, à Paris (BRGM). Notre lectrice peut se mettre en rapport avec ces organismes. Quant à détecter elle-même les secousses, il y faudrait un talent certain de bricolage scientifique, mais c'est possible ; il suffit d'un système de déroulement continu d'une bande de papier, d'un stylet, d'un système amplificateur et d'une dalle de béton reposant directement sur la terre. L'interprétation des tracés, qui peuvent être surchargés par les vibrations de poids lourds passant à proximité, par exemple, appelle, elle, nettement plus de connaissances. Mais après tout, les sismologues se recrutent aussi dans le civil.

Araignées et sexisme

Mme Cabrera, de Paris, n'a pas apprécié, dans notre n° 830, l'article de J.M. Bader sur l'accouplement d'une espèce d'araignées.

« Je suis déçue d'avoir lu ces stéréotypes de rapport mâle/femelle araignées et humains confondus sur un article, en principe, scientifique.

» J'espère que le Docteur Paul Watson n'a pas à bâillonner ses sirènes, ses Pénélopes, sinon je lui conseille d'aller consulter un psychiatre. »

Le procédé consistant à mettre en doute le sérieux, l'honnêteté ou la santé mentale des savants dont les thèses déplaisent commence à montrer sa trame. Il nous paraît, à nous qui ne nous soucions pas de préjugés, singulier que notre correspondante transpose sur les araignées ses propres visions des rapports sexuels et qu'une observations purement entomologique l'incommode autant.

Les impatiences d'un amateur d'énergie solaire

M. Dutruc-Rastet, de Moirien (qui s'intitule, avec une fausse modestie certaine "le croulant de service"),a perdu patience. Qu'on juge de ses motifs ((notre article sur l'énergie solaire du n° 829).

« Trouvant mes notes d'électricité trop élevées, j'ai été positivement enthousiasmé par votre article sur la civilisation solaire. J'ai donc fait venir du Japon des tuiles électriques pour refaire ma toiture. Ne voulant pas avoir un réservoir d'hydrogène dans ma cave, j'ai construit dans mon jardin un hangar conforme aux règles de sécurité. J'ai entouré ledit hangar d'une haute et solide palissade, fermée par une porte blindée sur laquelle j'ai posé un bel écriteau avec une belle tête de mort souriante et des tibias roses entrecroisés et la mention "défense d'entrer danger d'explosion".

» Après quoi je suis allé au BHV où j'ai acheté un bel électrolyseur avec des électrodes en platine. J'en ai profité pour acquérir un litre d'acide sulfurique, ainsi que des gants et des lunettes pour la fabrication de l'électrolyte. Cela fait, je me suis fait fabriquer par le chaudronnier du coin un réservoir pour recevoir l'hydrure de fer et l'hydrogène produits par l'électrolyseur. Contrairement à ce que semble penser l'auteur de votre article, l'hydrogène ne se manipule pas comme du petit lait. Avant d'envoyer H_2 dans un appareil il convient de le purger de toutes traces d'oxygène en faisant le vide et en remplissant l'appareil d'azote et ceci plusieurs fois. Ayant effectué des hydrogénations catalytiques, je sais de quoi je parle.

» Il m'a donc fallu acheter en plus de l'hydrure de fer, une pompe à vide puissante, un mano indiquant la pression absolue et apparente ; une bouteille d'azote et son mano détendeur. Comme le réservoir doit être de grande dimension, je vous laisse à penser quel doit être le prix d'un pareil réservoir auquel devrait s'ajouter le prix d'un compresseur à hydrogène pour faire circuler le gaz de l'hydrolyseur au réservoir.

» Pour suivre les suggestions de votre article je me suis procuré à Conforama une pile à combustible, débitant du courant continu. Comme tous mes appareils électroménagers sont équipés pour utiliser du courant alternatif 220 V 50 Hz. Il m'a fallu acheter un moteur à courant continu actionnant un alternateur adéquat, le tout antidéflagrant comme il se doit.

» Pour payer les emprunts contractés pour financer ladite installation, j'ai dû vendre ma maison. Avec le peu d'argent qui me restait j'ai acheté un paquet de bougies et un troupeau de biques, et je suis allé dans l'Ardèche me reconvertir dans la fabrication des fromages de chèvres. C'est ce que devrait faire l'auteur de cet article.

» Concernant votre article sur la catastrophe du lac Nios, je me permets de vous rappeler que le CO_2 n'est pas toxique en lui-même, une personne immergée dans une nappe de CO_2 meurt par manque d'oxygène. Si l'on retire la victime avant l'issue fatale, la personne reprend conscience comme le faisait le petit chien de la grotte de Royat en Auvergne. Par contre l'H_2S semble se fixer sur l'hémoglobine provoquant une mort inéluctable. Dans les années 50, un ouvrier d'une usine de la région lyonnaise ayant accidentellement inhalé de l'H_2S dans une pièce pourtant largement ventilée est mort malgré l'interven-

(suite du texte page 8)

comment j'ai réussi facilement à parler l'anglais

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

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

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

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

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

Un accent excellent. Mon accent est impeccable, paraît-il; ce n'est pas surprenant, car les cassettes (ou les disques) ont été enregistrées par des comédiens ou speakers de la radio ayant une prononciation parfaite. C'est leur prononciation que je reproduis instinctivement.
Dans mon métier, comme dans beaucoup d'autres aujourd'hui, la connaissance d'une langue est un atout extraordinaire. Je possède maintenant cet atout. Je ne peux que vous conseiller d'en faire autant.

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

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

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

A 14V

Bon à retourner à Service A, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris.
Envoyez-moi gratuitement et sans engagement votre brochure «Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment» ainsi que:

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

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

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

Mon adresse: .....

.....

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

tion rapide du médecin de l'entreprise et des pompiers secouristes pourtant très compétents.

» Dans votre artcile sur "les prophètes de l'été carbonique", vous écrivez en page 16 « Le méthane d'origine humaine est produit par les ruminants et les rizières ». On s'étonnera après cela qu'il y ait des gens qui soient vaches !

» Je suis un lecteur assidu de votre revue qui correspond à mon niveau de connaissances. Cependant je voudrais vous rappeler que la vérité scientifique d'aujourd'hui n'est pas forcément celle de demain, et qu'une certaine prudence vous éviterait de confondre prospective scientifique et science-fiction. Bravo quand même. Et continuez, sans trop tenir compte de mes radotages.

L'auteur, M. Antoine Labeyrie, répond : « Je n'élève pas de chèvres en Ardèche, mais des télescopes dans les Préalpes de Grasse ! Depuis sept ans, un metre carré de photopiles sur le toit de notre maison fournit toute l'électricité que consomme notre famille de quatre personnes, y compris celle de l'ordinateur sur lequel est tapé ce texte. Des batteries au plomb classiques donnent une autonomie de quelques jours, en attendant mieux.

» Je n'encourage pas les bricoleurs amateurs à se construire un stockage à hydrogène avec des composants achetés au bazar, mais les chercheurs à mettre au point des systèmes à hydrogène viables en attendant que les composés moins volatils deviennent utilisables. L'hydrogène en tant que produit de stockage à long terme n'est évidemment pas idéal en raison de son inflammabilité. Les hydrocarbures, alcools, sucres, etc., seront bien préférables comme produits de stockage lorsque nous aurons sur nos toits des panneaux solaires pouvant synthétiser ces produits, comme le font les plantes. Les essais actuels de véhicules à hydrogène suggerent cependant qu'un niveau de sécurité acceptable pourrait être obtenu pour des systèmes compacts combinant un électrolyseur, une cuve à hydrogène, et une pile à combustible. L'ensemble devrait probablement être installé à l'extérieur des locaux, comme le sont déjà les réservoirs de propane de nombreuses maisons.

» L'important est que soient maintenant expérimentés toutes sortes de procédés concurrents, et qu'avancent les recherches fondamentales sur l'art de capter et de stocker chimiquement l'énergie solaire, comme le font par exemple les plantes. Notre industrie chimique est sur ce point très primitive par rapport aux processus biologiques.

» L'expérimentation par des chercheurs amateurs n'est pas proscrite, mais ne peut donner de résultats utiles que si elle prend en compte les acquis et les lois fondamentales de la physique et de la chimie. » ●

CAPTEUR SOLAIRE E 3 SE **Des économies d'énergie par tous les temps et pour longtemps**

Avec ou sans chauffe-eau

- Peut se coupler avec un ballon d'eau chaude existant (électrique, gaz, fuel).
- Seul, il assure à 100 % votre production d'eau chaude, car il est équipé d'une résistance électrique d'appoint pour les journées les plus couvertes de l'année, notamment en hiver. Quant à la neige, il ne la craint pas : elle glisse sur sa surface sphérique et lui apporte au contraire davantage d'énergie grâce à la puissance de la réverbération tout autour de l'appareil.

Installation très simple

- Le capteur E 3 SE se branche comme une simple machine à laver. Vous pourrez l'installer vous-même.

Un placement sûr et durable

- Son intérêt : les économies d'argent qu'il procure ; le rayonnement solaire est gratuit contrairement aux sources traditionnelles d'énergie.

Bon à retourner à : **SORELEC ENERGIES NOUVELLES**
BP 11 45800 St Jean de Braye - Tél. 38 86 60 49

SORELEC

Médaille d'or au Salon des Inventions et des Techniques Nouvelles de Genève (SUISSE). Trophée international de technologie en 1986 à Francfort (RFA).

Je désire une documentation gratuite **Capteur Solaire E 3 SE**

Nom ..... **Prénom** .....

Adresse .....

Profession .....

Comment vous faire des Amis et briller en société

recevez gratuitement le livre «Comment parler avec aisance»

Avez-vous toujours quelque chose d'intéressant à dire ? Savez-vous comment le dire ? Attirez-vous les gens à vous quand vous parlez et conservez-vous facilement leur attention ?

Cherchez-vous vos mots alors que vous êtes anxieux de faire bonne impression ?

Etes-vous embarrassé pour faire passer vos idées, convaincre les autres, faire admettre votre point de vue ?

La plupart des gens ne réalisent pas l'importance des conversations de tous les jours : quand on dit de quelqu'un qu'il brille en société on entend par là une personne qui a une conversation intéressante.

C'est ce que vous dites et la façon dont vous le dites qui reflète votre personnalité et établit votre réputation.

On ne vous a pas enseigné l'Art de converser, si bien que vous vous demandez peut-être : «Est-ce que cela peut être appris ?»

Vous trouverez la réponse à cette question dans le livre «Comment parler avec aisance, Guide du Dynamisme» que vous pouvez recevoir gratuitement.

OUI ! vous pouvez apprendre à converser avec aisance

C'est une simple question de techniques : vous les appliquez et ça marche comme par miracle.

La première de ces techniques vous apprend à établir partout des contacts faciles avec des inconnus, des supérieurs, l'autre sexe. D'autres techniques vous apprennent à trouver tous les mots dont vous avez besoin pour parler. Comment démarrer une conversation, comment l'alimenter ; comment trouver toujours quoi dire d'intéressant.

Comment éliminer la peur des silences et les transformer en un pouvoir quasi magique.

Toutes ces techniques simples, concrètes, faciles à apprendre quel que soit votre âge, votre niveau social ou d'instruction, vous mettent en sécurité : vous n'avez plus peur de vous exprimer ni d'entrer en relation avec les autres.

M. F.D. nous écrit : «Je suis moins émotif, plus sûr de moi. Je fais certaines choses que je n'aurais jamais faites auparavant : faire le 1er pas vers une personne que je ne connais pas, par exemple. J'ai donc enrichi le nombre et la qualité de mes relations.

Je me suis souvent entraîné dans la vie courante à table, entre amis, en société. J'ai perdu l'appréhension d'aborder l'autre, notamment l'autre sexe.»

Vous deviendrez expert en relations humaines

Simplement en appliquant les Lois Fondamentales des Relations Humaines, vous obtiendrez ce que vous voulez des autres, vous serez reconnu, apprécié, considéré, aimé.

Grâce au fabuleux pouvoir des Relations Humaines, vous saurez comment multiplier vos relations et vous faire de nombreux et vrais Amis.

M. J.T. écrit : «J'exprime mes sentiments avec beaucoup plus de vigueur et de conviction. En retour j'obtiens beaucoup de chaleur et d'attention, je sens que j'influence positivement, favorablement mes amis : certains d'entre eux ont été surpris par mon changement.»

Vous comprendrez les réactions souvent imprévues des autres, leur susceptibilité, leur agressivité : vous saurez les utiliser à votre profit et détourner de vous les orages. Vous serez capable de faire face à n'importe quelle situation sans perdre votre calme.

Vous brillerez en société vous aurez du succès

Vous deviendrez populaire et recherché, en établissant avec aisance tous les contacts que vous voulez, en maîtrisant les techniques de la conversation et des relations humaines, vous attirerez les gens à vous.

Vous irez de succès en succès : sachant vous exprimer vous aurez plus de poids dans votre profession ; vous négocierez avec aisance.

M. T. écrit : «Au travail je transmets des consignes courtes, simples, d'une voix ferme et qui porte. Mon chef apprécie tout particulièrement de ne plus perdre de temps par mes explications hésitantes et longues. Mon autorité s'est accrue et je suis plus écouté.»

Vous obtiendrez l'emploi que vous visez : M. F.D. : «J'ai pu me présenter à un entretien d'embauche en toute décontraction et j'ai obtenu cet emploi. Votre méthode a répondu à mon attente. J'ai pu éliminer tous les désordres psychologiques du chômeur, c'était ma plus grande préoccupation.»

Vos relations avec vos proches, s'assouplironT, en famille, avec vos parents, vos enfants , votre vie sentimentale s'épanouira ; vous apprendrez à communiquer en couple et par conséquent à mieux vous aimer.

Votre personnalité s'épanouira

Sécurisé par des techniques simples et solides, votre confiance en vous se développera, votre émotivité s'atténuera, votre timidité diminuera.

«Depuis 20 ans j'affirme : tout le monde peut apprendre à Parler. Répondez-moi et vous saurez comment.» **M. Ogier**

Vous saurez comment faire passer vos idées et vous imposer ; vous influencerez les autres, vous les convaincrez.

Vous aurez enfin le sentiment d'être à la hauteur car les 7 Lois Fondamentales des Relations Humaines élimineront votre peur d'être jugé, votre peur des gens supérieurs et de l'autre sexe. En un mot, vous vous construirez une personnalité plus affirmée, vous vous réaliserez pleinement.

M. C.D. : «J'ai de plus en plus confiance en moi, j'arrive de plus en plus à chasser les idées négatives qui autrefois m'empoisonnaient». Mme C. : «Je me sens enfin bien dans ma peau».

Ces techniques sont à votre portée

Maintenant vous pouvez apprendre à raison de 20 minutes par jour les techniques «Contacts et Dialogue» simples, concrètes, efficaces ; vous les assimilerez facilement **quel que soient votre âge et votre niveau d'instruction.**

Demandez votre livre Gratuit

Si vous voulez être à l'aise en société et réussir auprès des autres, renvoyez-nous votre bon personnel de réservation.

Vous recevrez pas retour votre petit livre «Comment apprendre à parler avec aisance». Il ne vous coûtera rien d'autre qu'un timbre. Chaque minute passée à lire ses 24 pages passionnantes vous remplira de dynamisme et de confiance en vous.

Maurice Ogier

NE TOURNEZ PAS CETTE PAGE AVANT D'AVOIR DECOUPE LE BON CI-DESSOUS

Institut Français de la Communication, 296. P 19. 1
6, rue de la Plaine, 75020 Paris.

LIVRE GRATUIT
dépêchez-vous : édition limitée

Envoyez-moi gratuitement «Comment apprendre à Parler avec aisance» sans aucun engagement ni démarchage. ☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle.

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

P 319/385

Institut Français de la Communication, 296. P 19. 1
6, rue de la Plaine, 75020 Paris.
Pour l'Afrique joindre 2 coupons-réponses.

AFRIQUE : L'ANNÉE DE TOUS LES PÉRILS

L'Afrique est en grave danger. Le Sida s'y répand rapidement et, dans certains pays, menace la moitié de la population. Le paludisme y fait un retour en force. Les criquets pèlerins préparent une invasion, qui pourrait être la plus massive depuis 40 ans. Un gigantesque effort international sera nécessaire pour éviter la catastrophe.

Photo Gamma

Pour la première fois depuis une quarantaine d'années, les

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

On n'a pas souvenir qu'autant de menaces aient jamais pesé sur ce continent, déjà délabré par la malnutrition, une mortalité infantile élevée et les conflits armés. Selon la Croix rouge norvégienne et l'Institut Panos (organisme britannique d'aide au tiers monde), la moitié des habitants de certains pays africains risquent de mourir du Sida ; celui-ci se répand en Afrique avec une rapidité qui implique un mode de transmission particulier. Le parasite du paludisme gagne du terrain, car il est devenu résistant aux médicaments. En outre, les premiers essais d'un vaccin antipaludéen se sont soldés par un échec. Quant aux criquets pèlerins, les quatre

quatre espèces de criquets les plus dévastatrices risquent de "monter" une attaque commune.

espèces actives en Afrique se manifestent simultanément, pour la première fois depuis 40 ans, pour menacer les récoltes d'une quinzaine de pays.

L'extension du Sida est d'autant plus alarmante qu'elle est déroutante. Alors qu'en Europe et aux Etats-Unis, les relations homosexuelles, l'usage de seringues contaminées et la multiplication des partenaires sexuels sont les principales voies de contamination, le virus est apparu en Afrique dans des régions où ces pratiques sont inexistantes, ou exceptionnelles. Une enquête menée en Ouganda par une équipe italo-américaine (1) sur des échantillons sanguins prélevés entre 1964 et 1975 montre que le virus qui sévit actuellement n'existait pas jusqu'à cette dernière date. Le symdrôme de Kaposi, un cancer de la peau associé au Sida et qui n'existait jusqu'alors que dans sa forme "indolente", est aussi devenu agressif et mortel depuis six ans.

En Afrique centrale et de l'Est, le virus du Sida infecte 0,75 % de la population par an, ce qui implique 550 à 1 000 contaminations par million de personnes et par an. Le taux d'infection est certes particulièrement élevé parmi les prostituées des grandes villes, mais on a constaté que le virus a atteint des régions isolées. Plusieurs chercheurs ont évoqué la possibilité de transmission par le moustique (2), qui est également le vecteur du paludisme. Ce mode de transmission n'a pas été démontré, mais cela n'innocente pas le moustique et ne calme pas les alarmes ; à partir d'un certain taux de contamination humaine, le moustique pourrait puiser dans ce "réservoir" pour propager le virus de façon fulgurante.

Selon le dernier rapport du Panos Institute, près d'un quart des jeunes dans certaines villes africaines seraient déjà séropositifs, selon le test désormais classique qui révèle l'existence d'anticorps antiviraux, donc une exposition au virus. Les individus séropositifs (qui ont des anticorps antiviraux) ne contractent pas nécessairement la maladie, et personne ne sait combien parmi eux en seront atteints, mais l'on craint que le virus, semblable à certains "virus lents", ne se manifeste qu'au bout de plusieurs années. Si l'infection devenait virulente chez tous ceux qui sont séropositifs, près de la moitié de la population de ces villes serait menacée de mort. « C'est très dramatique, déclarait au *Monde* le docteur Jonathan Mann, directeur du programme Sida pour l'Organisation mondiale de la santé. Dans certaines villes : 5 %, 10 % ou 15 % des personnes adultes et apparemment bien portantes sont infectées. C'est incroyable quand on compare ces chiffres aux taux de séropositivité existant dans les pays industrialisés ... Ce sont des pères de famille, des mères de famille qui meurent. »

Même si la maladie ne se déclare que chez la moitié ou le quart des séropositifs, la plupart des victimes ne pourront profiter ni du résultat des recherches en cours, ni d'un vaccin encore hypothétique, ni d'un traitement efficace, encore inexistant. En effet, pour des raisons que l'on ne connaît pas, la maladie en Afrique prend des formes particulières. Elle y est plus souvent qu'ailleurs associée à une diarrhée chronique, à des infections par le bacille de la tuberculose ou par des champignons microscopiques, et des affections du système digestif et de la peau, alors qu'en Europe et aux Etats-Unis, le système lymphatique et les poumons sont souvent les premiers atteints. Une forme de pneumonie, la pneumocystite, atteint 63 % des victimes européennes, alors que, parmi les Africains vivant en Europe et qui sont atteints du Sida, ce symptôme n'apparaît que dans 14 % des cas. Autre différence : en Europe et en Amérique, environ 15 fois plus d'hommes que de femmes sont atteints, alors qu'en Afrique, la maladie frappe les deux sexes indifféremment. Une étude au Zaïre a même montré que chez les jeunes gens de 20 à 29 ans, les femmes paraissent plus menacées : à Kinshasa, on vient d'identifier 417 nouveaux cas de Sida chez les femmes de ce groupe d'âge, contre 155 chez les hommes. Pourquoi ? Différences génétiques entre populations, ou souches mutantes du virus ? On ne le sait. Il y a en outre, souligne le Dr Mann, le problème aigu de la transfusion sanguine. Dans le monde occidental, il n'y a pratiquement plus de risques. En Afrique, comme il n'y a pas de dépistage dans les banques de sang, le risque est majeur.

Selon le Dr Halfdan Mahler, directeur général de l'Organisation mondiale de la santé, le nombre de cas de SIDA dans le monde atteint déjà 100 000, et une dizaine de millions de personnes sont séropositives. D'ici 1990, on pourrait avoir entre 500 000 et 3 millions de cas de Sida avérés et 100 millions de séroposififs dans le monde. Ces chiffres pourraient être bien supérieurs si la maladie se répand aussi rapidement en Asie et en Amérique du Sud qu'elle le fait en Afrique. Selon l'OMS, une centaine de pays auront besoin d'assistance technique et, d'ici 1990, il faudrait $ 15 milliards par an,c'est-à-dire le triple du budget total dont l'OMS dispose actuellement, pour faire face à cette pandémie. Le Programme Sida de l'OMS, qui a été lancé en mai dernier, a jusqu'à présent bénéficié de $ 4,5 millions de contributions spéciales, et l'agence cherche à obtenir $ 200 millions pour l'année en cours.

Le paludisme, ou malaria, qui sévit dans les régions tropicales depuis la préhistoire, assombrit le panorama. Il y a 30 ans, on pensait pouvoir l'éliminer, tout comme la variole l'a été. Mais il fait aujourd'hui un retour en force tel qu'aucune

(1) *Absence of antibodies to the human immunodeficiency virus in sera from Africa prior to 1975.* Jay A. Levy et coll. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, octobre 86.
(2) *Science & Vie* octobre 1986, page 71.

mesure de prévention ne peut garantir une sécurité absolue dans les régions où il sévit : le parasite du paludisme a "appris" dans 55 pays à se défendre contre les médicaments que l'ingéniosité humaine a permis d'élaborer contre lui (notamment la chloroquine et ses dérivés), tout comme des bactéries ont "appris" à se défendre contre certains antibiotiques. A cette différence près que l'on sait à peu près comment une bactérie devient résistante à tel ou tel antibiotique, et que l'on peut y parer en employant l'un ou l'autre des nombreux antibiotiques disponibles, alors que l'on ne connaît pas le mécanisme de résistance du parasite de la malaria, et qu'il n'y a pas de drogues de rechange.

On travaille sur un vaccin, certes, mais les premiers essais sur l'homme, il y a quelques semaines, ont été décevants, et on sait maintenant qu'il n'y aura pas de vaccin avant cinq ans, peut-être dix. Or, actuellement, dans certaines régions, un enfant sur cinq en meurt avant même d'avoir atteint l'âge scolaire. Les accès de fièvre paludique empêchent d'innombrables agriculteurs de travailler la terre, et la maladie s'inscrit dans un cercle vicieux : favorisée par le sous-développement, elle est un obstacle majeur au développement. Introduit dans le sang par une piqûre de moustique, le parasite *Plasmodium falciparum* est alors sous sa forme fuselée de "sporozoïte" ; il va se loger dans le foie, où il se multiplie par division asexuée pour donner des mérozoïtes, de forme plutôt sphérique, qui sont libérés dans le sang et s'introduisent dans les globules rouges. Là, les mérozoïtes se multiplient rapidement jusqu'à ce que les globules rouges se rompent, libérant une quantité encore plus importante de mérozoïtes qui vont de nouveau envahir des globules rouges. C'est à ce stade qu'apparaissent les symptômes cliniques de la maladie — accès de fièvre, frissons, transpiration, maux de tête, vomissements, diarrhée, douleurs diffuses.

Plusieurs générations de mérozoïtes sont ainsi produites, et certains d'entre eux donnent lieu à des formes sexuellement différenciées, des gamétocytes. Des gamétocytes sont ingérés par un moustique du genre *Anopheles* lorsqu'il pique un malade ; seules les femelles piquent, car le sang est nécessaire au développement des œufs. Dans l'estomac du moustique malade les parasites de forme asexuée sont digérés avec les globules rouges, alors que les formes sexuelles (gamétocytes) continuent à se développer, et enfin libèrent des milliers de sporozoïtes qui infectent les glandes salivaires du moustique ; le cycle infernal est alors prêt à recommencer. Il ressort de tout cela que, non seulement le parasite change de forme, mais aussi qu'il change d'antigènes d'un stade à un autre, d'une souche à la suivante, parfois même, semble-t-il, dans une même souche. Ce n'est pas un, mais plusieurs vaccins qui seraient nécessaires !

En 1975, on avait isolé certains antigènes parasitaires, comme la protéine CS qui enveloppe le sporozoïte. Et l'on a aussi trouvé le gène qui en commande la synthèse ; on l'a clonée — c'est-à-dire reproduite en nombreux exemplaires fabriqués par des bactéries auxquelles on avait greffé ce gène. Enfin, l'injection de ces protéines biosynthétiques à des souris et à des lapins induisait chez ces animaux la production d'anticorps spécifiques. On était sur la piste d'un vaccin. La grande firme pharmaceutique Smith Kline French aurait même préparé les boîtes pour l'emballer. Puis, il y a quelques semaines, à l'Institut Walter Reed, centre de recherche de l'Armée américaine à Washington, on expérimente un premier vaccin sur une quinzaine de volontaires. Hélas, la réponse immunitaire est faible. Une injection de rappel ne l'améliore pas. Or, on sait bien qu'il suffit que quelques sporozoïtes échappent au vaccin et se logent dans le foie, pour qu'ils se multiplient et donnent lieu à une infection aussi sévère que chez un individu non vacciné.

C'est que les rapports homme-plasmodium sont complexes. D'abord, rappelle le Dr Pierre Druilhe,

MALARIA, CRIQUETS : ILS REVIENNENT

La *Plasmodium* de la malaria a "appris" à se défendre contre les médicaments. Quant aux criquets, il suffit que quelques essaims échappent aux insecticides pour qu'une invasion générale se déclenche. Or les conflits armés (Ethiopie) sont un obstacle à un épandage efficace à l'échelle du continent.

du Département de parasitologie et médecine tropicale de la Pitié-Salpêtrière à Paris, la défense de notre organisme passe non seulement par la réaction des lymphocytes B, globules blancs qui produisent des anticorps, mais également par des interactions plus complexes. Ensuite, certains antigènes de sporozoïtes seraient polymorphes : ils prennent des formes différentes, et on ne sait lesquelles sont les plus efficaces. Il semble ainsi que le sporozoïte puisse se défaire de son enveloppe protectrice, et passer ainsi inaperçu, car un anticorps sécrété spécifiquement contre cette enveloppe n'aurait plus rien à reconnaître (si un criminel n'est identifié que par le veston qu'il porte, il lui suffit de l'enlever). De fait, chez certains individus qui semblent pratiquement immunisés contre la malaria, les sporozoïtes continuent à provoquer des infections sanguines, malgré le taux élevé d'anticorps. Donc, un vaccin qui n'attaque que l'enveloppe n'en est pas un.

On a aussi essayé d'attaquer le plasmodium au stade mérozoïte. L'entreprise s'avère difficile. On tente également de mettre au point un vaccin contre les formes sexuelles du parasite. C'est cette approche qui a marqué le plus d'avance. Le produit, qualifié de "vaccin altruiste", ne protège pas l'individu vacciné, mais interromprait le cycle d'infection en "protégeant" le moustique vecteur, par des anticorps spécifiques au stade sexuel du parasite, les gamètes. On a donc pu préparer des antigènes qui, injectés à des animaux, ont induit la production d'anticorps bloquant la multiplication sexuée du parasite. On se sait pas si les moustiques sont contents, mais on se méfie : alors qu'à certaines doses ces anticorps bloquent la transmission, à des doses plus faibles ils semblent exacerber l'infectivité du sang absorbé par les moustiques. Vaccin commercial pour plus tard, donc. Pendant ce temps, à la Pitié-Salpêtrière, on étudie la latence du parasite dans le foie, qui explique des poussées tardives de "palu".

Au Walter Reed Institute, on recherche aussi des médicaments qui remplaceraient la chloroquine et ses dérivés. Méthode principale : on injecte à des millions de souris infectées une série de près de 350 000 substances, et on en étudie les effets. Une seule a passé le cap des essais sur l'homme et un médicament, la méfloquine, a été mis au point, en collaboration avec le Programme spécial de l'OMS et des Laboratoires Hoffmann-La Roche en Suisse.

La méfloquine est aujourd'hui synthétisée à l'échelle industrielle, mais elle présente deux inconvénients majeurs :

- Elle a déjà suscité une résistance du parasite ; on l'utilise donc avec précaution pour éviter que cette résistance ne se propage trop rapidement.
- Un traitement par la méfloquine coûte une centaine de fois plus qu'un traitement par chloroquine, ce qui exclut l'utilisation sur grande échelle dans les pays pauvres (et donc, avec une cruelle ironie, pallie dans une certaine mesure le premier inconvénient).

C'est qu'il faut aussi trouver des traitements pas chers. Comme la recherche, elle, est chère, bien des labos se sont retirés de la compétition. Exemple : Genentech, grande société californienne d'ingénierie génétique, avait entrepris des travaux sur un vaccin fabriqué par cellules génétiquement manipulées, mais a abandonné en cours de route, car l'OMS, qui avait contribué aux premières recherches, insistait pour que le prix d'un éventuel vaccin soit accessible aux pays pauvres. Un grand laboratoire pharmaceutique américain, Smith Kline — French, a pris la relève, mais va-t-il continuer, face aux résultats peu encourageants des premiers essais cliniques ?

Outre le paludisme, il y a la maladie du sommeil (trypanosomiase), la cécité des rivières (onchocercose), la schistosomiase (ou bilharziose, une infestation de parasites vermiformes), d'autres parasitoses, et la lèpre. L'espérance de vie moyenne en Afrique est de 49 ans, contre 62 pour l'ensemble du monde, et 75 dans les pays industriels.

Enfin, criquets et sauterelles se sont multipliés à la faveur d'une saison exceptionnellement humide dans le Sahel, qui s'étend d'est en ouest au sud du Sahara, ainsi que dans l'Ouganda, la Tanzanie, le Botswana, et une partie de l'Afrique du Sud. Pour la première fois depuis une quarantaine d'années, les quatre espèces d'acridiens les plus dévastatrices pour les récoltes risquent de monter une attaque simultanée, contre laquelle les organisations internationales et régionales sont mal préparées depuis la récession de ces insectes dans les années 1960. Ce sont le criquet migrateur, le criquet pèlerin, le criquet nomade et le criquet sénégalais (voir *Science & Vie*, octobre 1986, p. 81).

De nouvelles pluies pourraient avoir des conséquences désastreuses. La FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) tente d'organiser la lutte sur le terrain et recherche des fonds pour une aide d'urgence, afin de répandre massivement des insecticides. Déjà 360 000 ha ont été traités par épandage de malathion au nord du Sénégal, et d'autres campagnes sont en cours en Mauritanie et au Mali. On a observé des masses de criquets migratoires au Tchad, et des criquets pèlerins au Soudan et en Ethiopie. Au sud, ce sont les criquets migrateurs bruns qui sont apparus en quantité.

Le meilleur moment pour exterminer ces insectes est peu après l'éclosion des œufs. Sinon, les

Photo S. Salgado Jr./Magnum

Paludisme, criquets, Sida s'acharnent aujourd'hui sur l'Afrique déjà frappée en maints endroits par la sécheresse, la pauvreté et la malnutrition. ▶

acridiens ailés peuvent former des essaims gigantesques, grands comme des nuages, et se déplacer sur des milliers de km, au gré des vents. Carl Asplidien, qui a organisé des campagnes anti-acridiennes de la FAO dans les années 1950, souligne que ces insectes suivent « non pas leur instinct, mais les cycles météorologiques ». Ainsi, un essaim formé en Arabie saoudite peut être transporté par des vents par dessus la mer Rouge et traverser les terres jusqu'au Soudan, où des pluies leur permettent de pondre leurs œufs dans le sable humide.

Quelques semaines plus tard (selon les espèces et les conditions météorologiques), de nouveaux insectes éclosent et, après un certain nombre de mues (également variables suivant les espèces), repartent en groupes d'essaims pouvant contenir plus d'un milliard d'individus chacun. Ils se laissent porter par le vent pendant la journée, et se posent la nuit lorsque la température fraîchit. Ils peuvent même se poser sur la mer, formant des couches flottantes, et on cite l'exemple d'essaims qui ont fait escale sur les sommets de l'Atlas nord-africain pour y survivre pendant plusieurs semaines sous une couche de neige avant de reprendre leur vol.

On peut imaginer les dégâts que peuvent causer ces acridiens voraces, pesant 3 à 4 g chacun et qui peuvent manger chaque jour leur équivalent en poids d'herbe, de feuilles d'arbres ou de plantes cultivées.

Les grands cycles d'invasions d'acridiens se sont répétés, dans le passé, à des intervalles d'une vingtaine d'années. Le dernier cycle a débuté en Arabie saoudite en 1948-49 et s'est prolongé jusqu'aux années 1960, atteignant des dizaines de pays, allant de l'Afrique occidentale à l'Inde. Un tel cycle pourrait être sur le point de démarrer aujourd'hui : il suffit en effet que quelques essaims échappent aux insecticides. C'est ce qui risque de se produire dans des régions comme l'Erythrée et l'Ethiopie, où des conflits armés rendent difficile et dangereux le travail des équipes d'épandage de pesticides.

En outre, l'utilisation massive d'insecticides peut gravement perturber l'environnement. Souvent, malgré les règlements, les pays pauvres utilisent des insecticides qui ont été interdits ailleurs à cause de leur toxicité pour les hommes et les animaux, et qui contribuent à aggraver des conditions sanitaires déjà précaires.

Paludisme, sauterelles, Sida. Trois plaies s'acharnent cette année sur le continent africain. Peut-il attendre le salut d'un grand mouvement de solidarité humaine ? (Voir p. 134, le livre de R. Dumont : *pour l'Afrique, j'accuse.*) **Alexandre Dorozynski**

BANQUET COSMIQUE

Il y a des galaxies dont l'appétit dévorant n'est satisfait que par l'engloutissement d'autres galaxies, trop faibles pour résister à l'attraction gravitationnelle de leurs titanesques voisines. Les vestiges de ces repas pantagruéliques apparaissent parfois sous forme de coquilles d'étoiles.

PAR ANNA ALTER

Du gaz, de la poussière et des étoiles ; énormément d'étoiles. Voilà ce que l'on trouve dans toutes les galaxies. Mais selon qu'elles seront spiralées, lenticulaires, irrégulières ou elliptiques, leurs comportements seront très différents. Leurs comportements, mais aussi leurs relations. On sait depuis quelques années qu'il existe des galaxies "cannibales" qui engloutissent leurs voisines moins puissantes. C'est une nouvelle pièce qu'ont ajoutée à ce dossier deux chercheurs français. Françoise Combes et Christophe Dupraz, de l'observatoire de Meudon, ont montré que certaines galaxies vivent dans des "coquilles" d'étoiles, derniers reliefs de leurs banquets cosmiques.

1

Les galaxies cannibales trahies par leurs coquilles. Quand les astronomes observent des coquilles d'étoiles entourant une galaxie elliptique, ils reconnaissent tout de suite en celle-ci une ogresse qui a avalé une galaxie plus petite qu'elle. Quand la galaxie cannibale a une forme de galette (**1**), les coquilles ont la forme de lannières entrelacées sur tout le pourtour de la galaxie et dans le même plan ; quand elle a une forme de cigare (**2**), les coquilles deviennent des calottes sphériques, sortes de parenthèses alignées sur le grand axe du cigare. Plus le repas est ancien, plus nombreuses sont les coquilles.

Les galaxies spirales. Elles représentent plus de la moitié des galaxies. Au centre, elles ont un gros bulbe d'où partent deux ou plusieurs bras spiralés. Pleines de gaz et de poussières, elles donnent naissance à de nombreuses étoiles. L'ensemble de leur population stellaire est d'ailleurs très jeune. Les bras spiraux leur servent de pouponnières. C'est là que naissent et se laissent bercer la plupart des grosses étoiles, celles qui ne vivent que quelques millions d'années à peine et meurent avant même d'avoir réussi à s'en arracher.

2

Les galaxies lenticulaires, elles, ont un bulbe central mais pas de bras. Leur teneur en gaz est variable. Certaines en possèdent autant que les galaxies spirales, d'autres pas du tout. Mais, bizarrement, la présence ou l'absence de bras n'influe en rien sur leur fécondité. Toutes leurs étoiles sont vieilles. Il semble que dans ces galaxies la formation d'étoiles s'est arrêtée il y a au moins 5 milliards d'années.

Les galaxies irrégulières, comme leur nom le suggère, n'ont pas de structures bien définies. Elles présentent des caractères communs avec tous les autres types.

Quant aux galaxies elliptiques, sortes de grosses boules plus ou moins aplaties, elles sont vides de gaz et n'abritent que des étoiles vieilles, froides et rouges. Représentant 20 % de la population galactique totale, elles forment une petite minorité persécutée par les astronomes. Elles ont beau se camoufler au sein de groupes très denses, ils finissent toujours par les surprendre en mauvaise posture. Ce sont elles qui sont accusées de pratiquer la loi de la jungle et de s'entre-dévorer.

Le pouvoir d'attraction gravitationnel étant proportionnel à la masse, les galaxies elliptiques géantes profiteraient, selon les astronomes, de leur avantage sur les galaxies naines pour les freiner, puis les aspirer lentement. Les pauvres petites n'opposeraient aucune résistance. Elles tomberaient les unes après les autres droit dans le ventre de leur bourreau et mêleraient leurs étoiles aux siennes. Les plus grosses galaxies éliminneraient ainsi les plus chétives : c'est du darwinisme stellaire ! C'est du moins ce que l'on pense depuis 1978, date à laquelle s'est ouvert le procès des galaxies cannibales. Les principaux chefs d'accusation reposent sur les calculs de M.A. Haussmann et J.P. Ostriker et sur quelques clichés montrant des galaxies en flagrant délit de cannibalisme. Les calculs indiquent qu'étant donné la promiscuité qui règne dans certains amas, une galaxie d'une taille légèrement au-dessus de la moyenne à la naissance a eu le temps, depuis le début de l'Univers, d'en avaler 3 à 4 plus petites. D'ailleurs, dans un groupe, les naines sont toujours plus nombreuses que les bien-portantes. Ces dernières ont donc toutes les chances de rencontrer des plus démunies qu'elles sur leur chemin. De là à les gober tout rond, il ne reste qu'un pas vite franchi. Il ne se passe pas un milliard

Dessin G. Delpit

d'années sans qu'elles n'en avalent une.

Les photographies constituent la pièce maîtresse du dossier d'accusation. Elles révèlent que certaines des galaxies géantes ont une digestion pénible. Les noyaux galactiques des petites naines leur restent sur l'estomac. Dans leur ventre gonflé, on en trouve parfois plusieurs encore intacts alors qu'ils devraient fusionner pour n'en former plus qu'un seul, géant. Les ogresses n'ont seulement pas eu le temps de les digérer.

La culpabilité des galaxies cannibales est établie. Mais en 1984, Merrit et Toonry prennent leur défense. A quelques mois d'intervalle, indépendamment, les deux astronomes vont plaider l'innocence. Merrit s'attaque directement aux faits. Il démontre que, dans la plupart des cas, les galaxies n'ont pu commettre les actes qui leur sont reprochés, faute de temps. D'après lui, ces noyaux seraient en fait des galaxies de l'amas qui se trouveraient par hasard sur la même ligne de visée que la géante.

Toonry, lui, se fait l'avocat d'une seule galaxie. La prévenue, enregistrée sous le matricule NGC 6160, est une coupable idéale. Sa luminosité est anormalement élevée et elle a trois noyaux bien visibles en son centre. Mais l'astronome anglais arrive à démontrer par de savants calculs qu'elle est innocente (voir *Science & Vie* juillet 1985 "Les galaxies cannibales"). Trois Français reprennent alors des clichés de NGC 6160 avec une caméra CCD placée au foyer du grand télescope de 3,60 mètres de Hawaï, puis les corrigent sur ordinateur de toutes les erreurs. La vérité éclate au grand jour : NGC 6160 est victime d'un effet de perspective. Les noyaux qu'on décèle dans son ventre sont des galaxies elliptiques de l'amas, très éloignées les unes des autres, mais qui, une fois projetées sur la voûte céleste, paraissent très proches de son centre.

NGC 6160 bénéficie d'un non lieu. Son cas fait tache d'huile. Toutes les galaxies elliptiques sont placées sous haute surveillance. En fait on ne sait pas grand-chose d'elles. Cachées dans des amas très denses, on ne les observe jamais individuellement, mais toujours en groupe. De plus, vues du dessus ou de côté, elles restent toujours des ellipses. Projetées sur la voûte céleste, elles ne nous montrent que leur plus joli profil et il est difficile de se rendre compte de leur véritable forme ; galette ou cigare ! La question ne se pose pas pour les galaxies spirales : sous chaque angle, elles sont très différentes. On en observe de face, de profil, de trois quarts et on arrive à se faire une idée précise de leur allure générale. Mais les galaxies elliptiques, sont tellement brillantes qu'elles impressionnent les plaques photographiques, masquant ainsi ce qui se passe à leur périphérie. Une seule solution : filtrer leur lumière. Le filtrage rehausse toutes les structures fines en éliminant les basses fréquences spatiales, c'est-à-dire les composantes lumineuses qui varient lentement. Il peut être réalisé par ordinateur sur une image numérisée prise avec une caméra CCD par exemple. Mais on arrive également à "retoucher" des photographies classiques. Dans ce cas on procède de la manière suivante. A partir d'une photo originale nette, on tire une photo floue en défocalisant le système optique ; puis on se sert de ce "masque flou" — qui ne contient que les basses fréquences spatiales — pour enlever les variations lentes de lumière au cliché original. Sur l'image ainsi obtenue, il ne reste plus que les hautes fréquences spatiales, les structures fines et très contrastées.

Au début des années 1980, le filtrage de nombreux clichés révèle que quelques-unes des galaxies calomniées vivent repliées dans des coquilles.

Une recherche systématique des coquilles est lancée en 1984 par Malin et Carter à l'observatoire anglo-australien. D'autres équipes s'y associent. Bientôt on découvre que dans certains milieux la mode des coquilles fait des ravages. Plus de 40 % des galaxies elliptiques en possèdent. Elles vivent généralement en marge des groupes. Au centre, de tels acoutrements ne sont visiblement pas tolérés.

Les coquilles sont constituées d'étoiles. Celles-ci paraissent toujours légèrement plus jeunes que celles qui se trouvent à l'intérieur même de la galaxie elliptique qu'elles entourent. Une idée vient immédiatement à l'esprit : ces étoiles n'appartiennent pas à la galaxie, elles les a subtilisées à une autre. Selon le Pr F. Schweizer de Washington, le vol aurait été commis à la suite d'une rencontre fortuite entre deux galaxies. Les effets de marée seraient l'instrument du délit.

Lorsque deux disques galactiques se frôlent, ils sont défigurés par ces mêmes effets de marée. D'abord il leur pousse des bras spiraux qui se tendent d'une galaxie vers l'autre. Alors, par suite d'une friction dynamique, les deux partenaires continuent à décrire des spirales l'un autour de l'autre. Pour finir, se laissant aller à leur attirance mutuelle, ils fusionnent complètement. Il ne reste plus alors d'eux qu'un noyau complexe d'où sortent deux bras spiraux seulement. NGC 7252 est un vestige d'une rencontre de ce type. Son noyau ressemble à s'y méprendre à une galaxie elliptique. Tout autour on observe un petit nombre de coquilles très faibles.

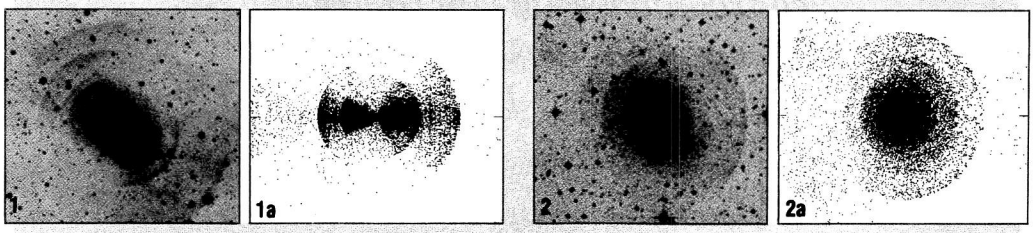
De manière inattendue la découverte des coquilles relance l'affaire des galaxies cannibales. Ces structures apparaissent quand une galaxie vole toutes ses étoiles à une autre. Les coquilles persistent autour de ces ogresses alors que les autres traces de l'engloutissement, filaments, extensions, boucles, arrivent à s'effacer rapidement. Empreintes indélébiles, qui désignent, sans ambiguïté,

les galaxies coupables de cannibalisme.

Des simulations sur ordinateur réalisées par Françoise Combes et Christophe Dupraz de l'observatoire de Meudon ont aidé à la reconstitution de la vérité. Les deux chercheurs français se sont amusés à calculer les trajectoires des étoiles d'une galaxie-compagnon (galaxie C) lorsqu'elles tombent dans le ventre d'une galaxie elliptique (galaxie E). Il s'est avéré que l'apparition des coquilles n'est pas automatique. Il faut que l'ogresse et sa victime remplissent certaines conditions. Tout d'abord leur rapport de masses doit être de 1/100. Autrement dit, l'une doit être cent fois plus "grosse" que l'autre, ce qui est courant. En outre, l'angle d'attaque a une importance cruciale.

métrique des deux côtés, mais alterné. En fait, comme les bras des galaxies (voir *Science & Vie* d'août 1984), ce sont des ondes de densité. Jamais les mêmes étoiles ne composent une coquille. Elles se relayent sans relâche pour lui garder la même intensité lumineuse. Comment un tel phénomène peut-il se produire ? La galaxie elliptique E attire à elle le compagnon C d'autant plus fort qu'elle est elle-même plus massive. Lorsque ce compagnon s'approche, elle le décompose avec ses forces de marées. La dislocation n'est pas instantanée. Les étoiles se dispersent lentement. Plus le compagnon avance, plus il en perd. Il court au devant de sa mort, laissant derrière lui un sillage d'étoiles.

COMMENT SE FORMENT LES COQUILLES DE GALAXIES



Des simulations sur ordinateur réalisées par Françoise Combes et Christian Dupraz ont permis d'expliquer les clichés astronomiques présentant des galaxies elliptiques (1 — en galette, 2 — en cigare) entourées de plusieurs couches de coquilles. Les calculs numériques sur ordinateur ont reproduit en accéléré ce qui se produit lorsqu'une telle galaxie rencontre et "avale" un compagnon plus petit : elle déchiquète sa victime et envoie ses étoiles se disperser dans tous les sens. Ejectées ainsi, ces étoiles dépassent l'enceinte de la galaxie, puis sont rappelées par la force gravitationnelle de la galaxie "ogresse". Elles s'arrêtent donc, reviennent, et créent des embouteillages avec d'autres groupes d'étoiles éjectées. Les coquilles ne sont rien d'autre que ces zones embouteillées. Les simulations ont également permis de faire apparaître clairement — ce qui était impossible avec les clichés photographiques — que la forme des coquilles dépend du type de galaxie elliptique. Ainsi, la simulation en "nœud papillon" (1a) représente les coquilles de la galaxie en cigare du cliché 1, et celle en cercles concentriques (2a), les coquilles de la galaxie en palette du cliché 2. Ces simulations sont bien entendu des projections, donc à deux dimensions ; nos dessins en pages précédentes montrent l'aspect de ces coquilles dans l'espace.

Si la proie se satellise, si elle se débat, la galaxie elliptique l'avale de toute façon, mais sans coquille. Seule une légère perturbation dans son profil de luminosité (le profil de luminosité est la courbe représentant la luminosité en fonction de la distance) la trahit. Ce profil généralement lisse prend quelques plis caractéristiques. Mais s'y on n'y prend garde, on peut parfaitement ignorer ce qui vient de se produire.

Si, au contraire, la galaxie elliptique s'y prend mal, si elle attrape sa proie par le côté, les étoiles et le gaz giclent dans tous les sens. Les éclaboussures prennent la forme de boucles ou de filaments, mais il ne se forme pas de coquilles.

En revanche, si la collision est frontale, des coquilles régulières apparaissent de part et d'autre de l'ellipse dans une disposition qui n'est pas sy-

De toute sa masse, la galaxie E crée un puits de potentiel dans lequel ces étoiles, les unes après les autres, vont se faire piéger. Expliquons-nous : toutes les étoiles libérées par le compagnon n'ont pas la même énergie. Elles avancent en bande, droit devant elles, animées d'une même vitesse. Avec l'élan, le petit groupe dépasse l'enceinte de la galaxie E. Mais celle-ci ne le laisse pas s'éloigner. Elle le rappelle, de toute son énergie gravitationnelle. Les étoiles n'y résistent pas. Elles s'arrêtent, puis reviennent et retraversent la galaxie dans l'autre sens. Sur leur lancée, elles franchissent une nouvelle fois la frontière et poursuivent leur chemin jusqu'à ce qu'elles ressentent à nouveau la force de rappel contre laquelle elles ne peuvent pas lutter. Alors elles s'arrêtent encore, puis retournent sur leur pas. Ces étoiles se laissent ainsi ballotter

(suite du texte page 148)

Photos Malin and Carter — Simulations F. Combes

HALLEY, UNE PROFITEROLE DE GLACE AU CHARBON

On commence à dépouiller les données recueillies sur "la" comète : c'est bien de la glace, mais couverte d'une croûte charbonneuse où l'on trouve, surprise, des molécules organiques très lourdes.

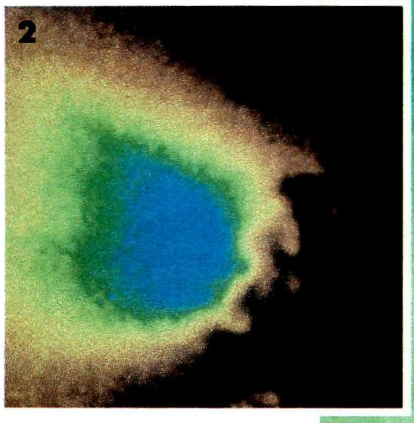
Européennes, japonaises et soviétiques, les sondes n'ont pas manqué pour observer la comète de Halley. Elles ont retransmis des masses d'images. Un an plus tard, le dépouillement a beaucoup avancé.

Nos photos, exclusives, ont été prises par la sonde européenne *Giotto* en mars 1986. Elles ont été traitées par l'équipe du Dr H.U. Keller, avec les ordinateurs de l'agence spatiale ouest-allemande DFVLR (un mois de travail). Ce traitement consiste à isoler chacun des 5 476 points composant chaque image (en noir et blanc) et à mesurer leur densité (un gris plus ou moins foncé) sur une échelle de 256 nuances, du noir absolu au blanc le plus blanc. L'amélioration des contrastes double alors la finesse (pour plus de clarté, il est ensuite possible d'affecter à chaque gris une couleur quelconque).

La caméra de *Giotto*, on s'en doute, était de première qualité. Mais le traitement a été délicat, d'abord en raison de la vitesse de la sonde (70 km/s), ensuite parce que la comète était à contre-jour, enfin parce que son noyau est particulièrement flou.

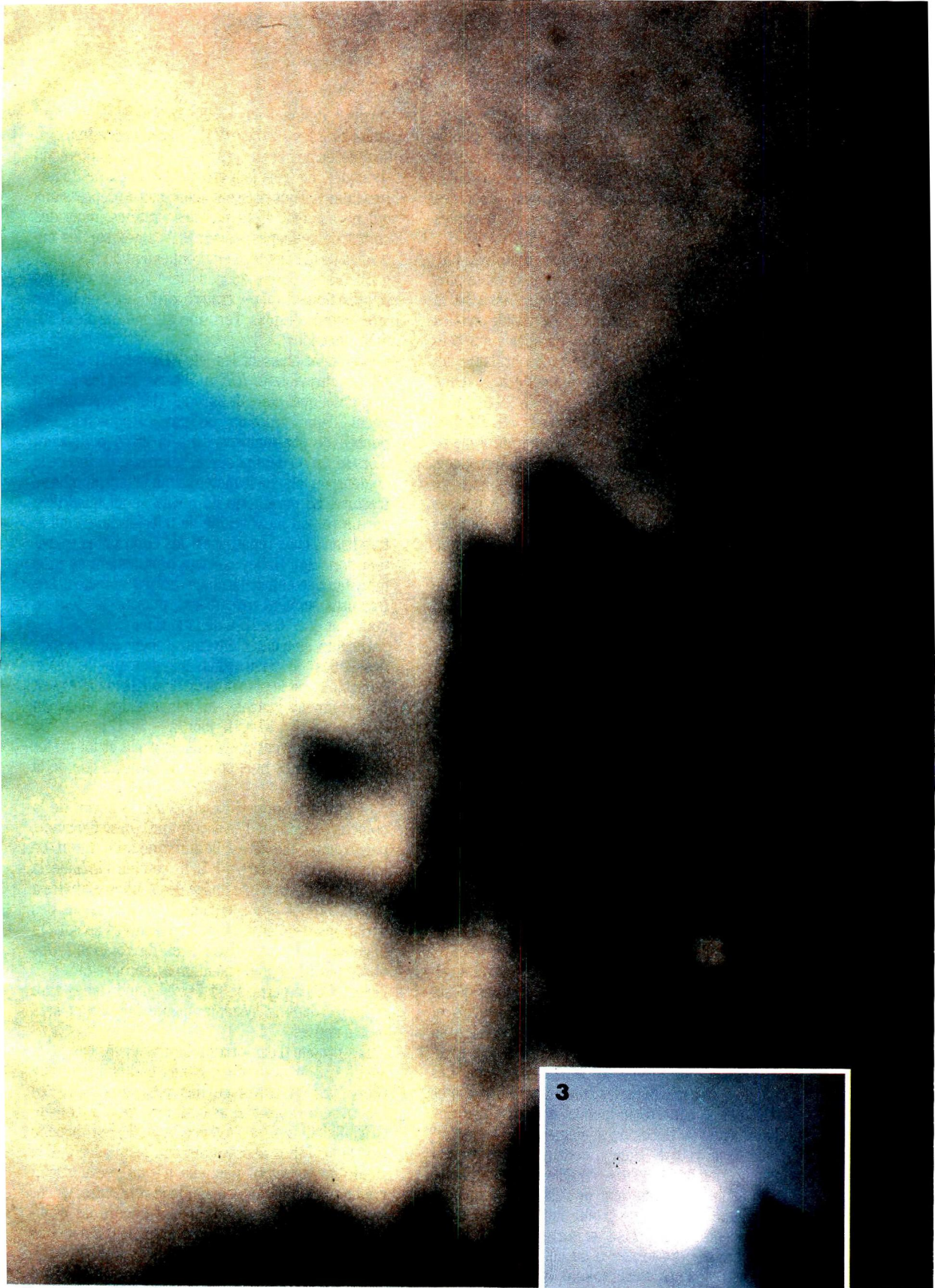
Halley a une forme de cacahuète mesurant 16 × 8 × 7,5 km. Jean-Loup Bertaux, du service d'aéronomie du CNRS, a calculé, à partir des photos des sondes soviétiques *Vega*, que son volume est de 375 km^3, à 30 % près, et sa surface de 305 km^2, à 20 %

(suite du texte page 22)



Tous ces clichés de la comète ont été pris en noir en blanc, mais les 1 et 2 ont ensuite été tanscris sur une gamme colorée. La **photo 1** a été prise à 9 500 km du noyau ; les plus petits détails y mesurent des reliefs de quelque 200 m. Sur la **photo 2** prise à 5 000 km, la définition est donc deux fois plus grande (105 m). Quant à la **photo 3**, elle a aussi été réalisée à 9 500 km, mais le traitement qu'elle a subi ne permet pas d'obtenir une résolution supérieure à 400 m. Jusqu'au dépouillement des clichés 1 et 2, elle était toutefois considérée comme la meilleure.

PAR STEPHANE CHENARD



Photos Max Plank institut fur Aeronomie — DFVLR — ESA — Promospace France

près. De son relief chaotique, on connaît peu de chose, les trois quarts de l'"hémisphère" photographié étant plongés dans l'ombre. Les variations d'altitude sont d'une centaine de mètres, avec des pentes de 15° au maximum, formant ainsi des terrains vallonnés sur des distances de quelques kilomètres.

Dans ce paysage, apparaissent toutefois plusieurs cratères, parfois groupés en chaînes, le plus grand atteignant 1,5 km de diamètre et 100 à 200 m de profondeur (le plancher en est visible sur les photos), ainsi que deux traces parallèles qui peuvent être des canyons, et une tache brillante, allongée, considérée comme le sommet éclairé d'une montagne culminant à 400 m.

Mais est-ce bien une montagne ? « Il est très difficile d'être sûr de ce qu'on voit du relief », déclare H.J. Reitsema, de la société Bell Aerospace, qui participe à l'interprétation des images.

Halley semble être un conglomérat de masses rocheuses, soudées par de la glace, et dont les extrémités dépassent d'un revêtement goudronneux qui serait la matière la plus sombre jamais observée dans le système solaire : le noyau ne réfléchit que 2 à 4 % de la lumière incidente, il est donc plus noir que du charbon. De quoi se compose cette matière noire, qui ne simplifie pas la tâche des photographes ?

La glace de méthane, qui se forme aux très basses températures des confins du système solaire, a la propriété de noircir sous l'effet des ultraviolets et des rayons cosmiques, mais on a aussi trouvé dans les spectres de la comète des bandes semblant correspondre à des molécules organiques très lourdes comme le coronène, récemment identifié en grandes quantités dans le milieu interstellaire.

Le noyau de la comète n'est donc ni de la simple neige sale, ni de la belle glace blanche, comme on le supposa, mais est-il couvert de suie, de goudron, ou d'autre chose ? En tout cas, il semble bien que la "matière primordiale" que l'on croyait y trouver ait évolué chimiquement depuis sa formation.

Les statistiques tirées des observations du satellite d'astronomie infrarouge *IRAS* montrent qu'au-delà de la ceinture d'astéroïdes, entre Mars et Jupiter, les corps célestes du système solaire, en dehors des planètes géantes, ne réfléchissent presque jamais plus de 4 % de la lumière reçue. Les comètes, les astéroïdes, les anneaux et les satellites d'Uranus, y sont tous "peints en noir" par une chimie que l'on découvre seulement.

Sur le noyau de Halley, cette croûte noire est isolante, au point qu'une couche d'un centimètre suffit à protéger l'intérieur de l'astre de la chaleur du Soleil. Lorsque cette croûte fait défaut, la glace sous-jacente se vaporise, et un jet de gaz et de poussière perfore le noyau du côté le plus chaud, vers le Soleil. Le vent solaire le repousse vers l'arrière, donnant alors à la comète sa queue brillante. Sur les clichés de la ***page précédente***, il semble qu'aux deux jets principaux s'ajoutent un "bouquet" de trois jets groupés, et deux petits jets très faibles. Tous naissent au-dessus de dépressions qui ne seraient alors pas des cratères, mais des sortes de soupapes, cavernes béantes sur les entrailles de la comète. L'environnement du noyau est d'ailleurs si saturé de poussière (ce qui rend les photos floues) qu'un cratère ordinaire serait très vite enfoui (de plus, l'érosion atteindrait un centimètre par jour).

Comment naissent les jets ? Le satellite d'astronomie ultraviolette *IUE* a observé que les sautes d'activité que connaît parfois Halley s'accompagnent d'une éruption de gaz carbonique. Des poches de gaz incluses dans la glace pourraient alors servir de détonateur, éclatant sous l'effet de la chaleur, ou lorsque le matériau qui les surplombe se fracture. La périphérie du noyau serait quadrillée par un réseau inextricable de microfissures, qui le fragilisent, mais répartissent les contraintes et évitent donc que Halley n'éclate brutalement en gros morceaux, comme certaines autres comètes. Les fractures seraient irrégulières, puisque les jets ne couvrent que 10 à 15 % de la surface.

De plus, on a détecté en infrarouge , sur le noyau, des zones de 5 km, plus chaudes que le reste. Lorsqu'elle est le plus près du Soleil, la comète n'est pas vraiment glaciale, la température allant en surface de 27 à 87 °C le jour, à – 70 °C la nuit. De tels écarts doivent pulvériser la glace et lui prêter une consistance plus proche de la neige que de la banquise.

Si on en a appris beaucoup sur le noyau de la comète, on est loin d'en savoir tout. On se demande, par exemple quelle est la durée de sa rotation. Le jour sur Halley dure-t-il 53 h, comme l'indique la position des jets d'une image des sondes spatiales à l'autre, ou 7,4 jours, comme le montreraient des variations régulières d'activité mesurées au sol. Ou bien encore y a-t-il deux axes de rotation ? Des observations complémentaires seront faites à l'hiver 1988 à partir de la Terre, quand Halley aura replongé dans le système solaire lointain et sera moins active.

Les projets d'exploration ne manquent pas, et la sonde *Giotto* elle-même, moins endommagée que prévu par sa traversée des jets, sera peut-être réactivée à l'automne, et redirigée vers la comète Grigg-Skjellerup, si l'Agence spatiale européenne trouve les fonds nécessaires, car, persuadée que la sonde ne survivrait pas, elle n'avait prévu aucun crédit au-delà du lendemain de la rencontre. Quant aux sondes *Vega*, qui disposent encore de beaucoup de carburant pour manœuvrer, les Soviétiques leur cherchent actuellement une nouvelle destination.

Stéphane Chenard

une étonnante performance de mémoire que vous pouvez réaliser

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

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

On lui dicta 20 nombres de 4 chiffres

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

Il se rappelait les 52 cartes dans leur ordre

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

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

Il m'expliqua comment il avait acquis une telle mémoire

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

Je pus réaliser les mêmes performances

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

Ma mémoire assura ma réussite

Ma conversation, par exemple, fut transformée; simplement parce que je pouvais à tout moment retrouver dans ma mémoire un chiffre important, faire un citation correcte, me souvenir des noms, des événements et des dates, des articles que j'avais lus, bref de tout ce qui distingue un causeur intéressant d'un bavard brouillon. Je ne tardai pas à être remarqué par le Président de ma société qui me dit; «Ce qui me plaît chez vous, c'est que vous pouvez toujours répondre instantanément à une de mes questions, tandis que beaucoup d'autres s'embrouillent ou disent qu'ils vont faire les recherches nécessaires.»

Faut-il dire que je le devais à mon excellente mémoire et que cela s'est traduit par une amélioration substantielle de ma situation? Aujourd'hui elle est vraiment très supérieure à celle que j'avais le jour où Derval m'a encouragé à développer ma mémoire.

Comment retenir tout sans effort

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

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

Pierre Deligne

GRATUITS! **1 brochure + 1 test de votre mémoire**

Découpez ce bon et adressez-le au Service M15c, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. *Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)*

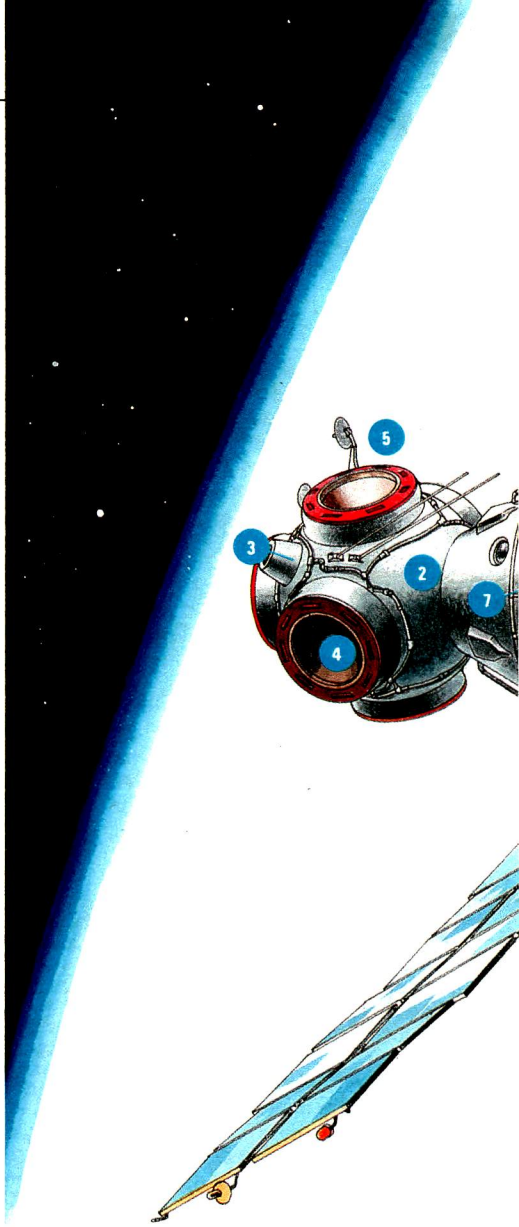
Mon nom: ..... Prénom: .....
(en majuscules S.V.P.)

Mon adresse: .....

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

LA STATION ORBITALE "MIR" A UN AN

Après une période d'inactivité de six mois, les Soviétiques vont reprendre cette année leurs expérimentations à bord de la station orbitale Mir.



Pour le premier anniversaire de son lancement, ils enverront un module scientifique automatique. Celui-ci, consacré à l'astrophysique, s'arrimera automatiquement à l'un des 4 colliers latéraux de 80 cm de diamètre. L'approche s'effectuera dans l'axe longitudinal de la station ; et un bras télémanipulateur, commandé par l'équipage, saisira le module pour le transférer sur le collier où il sera fixé.

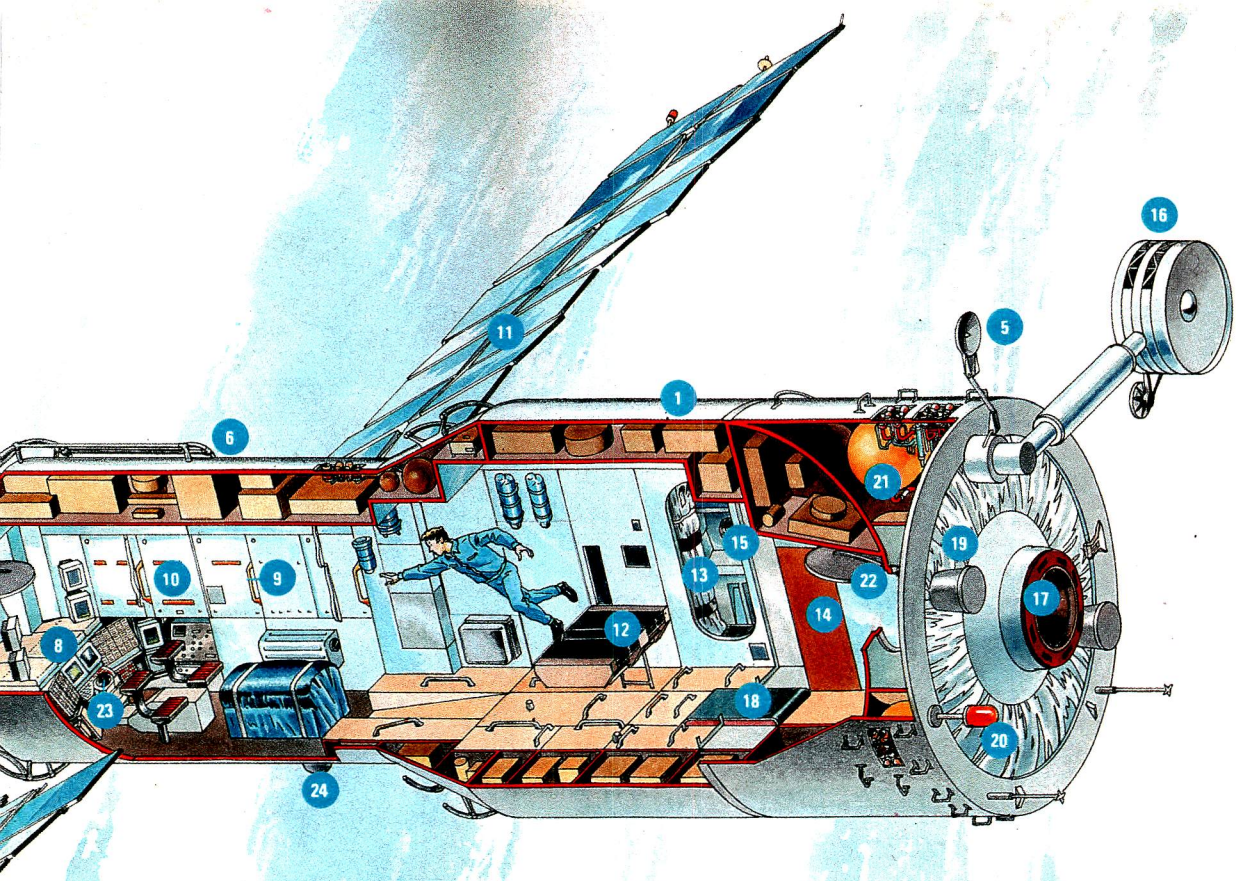
Inspiré de la structure d'un vaisseau "Soyouz T", ou d'un cargo "Progress", l'engin portera : 4 télescopes à rayons X pour rechercher les sources de plasma chaud et les trous noirs dans l'Univers. L'arrimage de ce module d'astrophysique sera précédé de l'envoi de deux cosmonautes. Signe annonciateur de cet envoi : un vaisseau-cargo "Progress 27" a été lancé le 16 janvier pour réalimenter la station en carburant, eau, matériels, etc.

Selon Valéry Rioumine, le nouveau directeur des vols, 3 autres modules (spécialisés dans la télédétection et la technologie en micro-gravité) seraient lancés d'ici 1991. Certains devraient même effectuer des vols libres, puis retourner à nouveau à la station. Le total, la station et tous les modules, pèsera plus de 100 t. En plus de l'équipage principal, qui devra rester une dizaine de mois, d'autres cosmonautes seront envoyés en 1987 pour des missions plus courtes. Il est même prévu des cosmonautes bulgare et syrien dans le cadre d'une mission internationale "Interkosmos".

Communiquées depuis l'automne dernier par des publications spécialisées et lors du dernier Congrès d'astronautique, ces informations apportent nombre de précisions sur la station Mir : elle tourne en 91,1 minutes, sur une orbite entre 349 et 321 km d'altitude inclinée à 51,6°, autour de la Terre. Mesures : 14 m de long et 4,2 m de large (au plus grand diamètre) pour une masse totale de 21 t. Volume utile, selon les Soviétiques : aux alentours de 100 m³. La propulsion est assurée par deux moteurs de 300 kg de poussée et 32 propulseurs de 14 kg de poussée répartis sur les 3 axes. Selon les types de missions, les techniciens soviétiques peuvent adjoindre au corps de la station un module cylindrique supplémentaire de 7 m de long et 4,2 m de diamètre qui vient s'encastrer à l'arrière de la station. Naturellement, ce module est doté d'un collier d'arrimage.

Par rapport à la précédente station orbitale Saliout 7, toujours en vol inhabité sur orbite haute à 480 km de la Terre, tous les systèmes et circuits

PAR JEAN-RENÉ GERMAIN



① Elément habitable.
② Module de transfert.
③ Logement du manipulateur.
④ Modules d'arrimage latéraux.
⑤ Antenne du système d'approche.
⑥ Section de travail.
⑦ Sas de la section de travail.
⑧ Poste central de commande.
⑨ Poignées.
⑩ Systèmes
⑪ Panneaux solaires.
⑫ Table de travail.
⑬ Cabine individuelle.
⑭ Toilettes.
⑮ Lavabos.
⑯ Antenne de liaison par satellite.
⑰ Module axial d'arrimage.
⑱ Tapis roulant.
⑲ Moteur avec couvercle.
⑳ Cible.
㉑ Module de service.
㉒ Fermeture du sas.
㉓ Hublot.
㉔ Protection du hublot.

électroniques ont été repensés ou modernisés.

Les panneaux solaires extérieurs qui débitent un courant continu de 28 volts, ont été portés de 51 à 76 m² et les batteries renforcées pour accroître la capacité électrique du bord (pendant le vol, 40 % de la station restent en permanence dans l'ombre). Le confort des deux cosmonautes qui constituent l'équipage principal a été amélioré : cabine individuelle ; possibilité de régler directement le conditionnement d'air (800 à 970 mm de mercure) avec 30 à 70 % d'humidité relative et une température entre 18 et 28 °C, présence d'un réfrigérateur d'une capacité de 40 kg de nourriture maintenue entre −3 et −13 °C ; table chauffante pour la préparation des repas ; tapis roulant et vélo-ergomètre pour l'exercice ; combinaisons spéciales, etc.

Le poste de commande qui contrôle la commande de l'instrumentation scientifique, le choix du système d'orientation, les paramètres du vol ou de la climatisation, etc. est entièrement électronique. Plus de 300 ordres et commandes simultanés (contre 100 avec Saliout) sont gérés depuis le pupitre central, disposé au fond du plus grand des deux modules qui composent la station proprement dite. Le flux de télécommunication entre la station et le sol a été décuplé. Le satellite relais "Loutch" (alias "Cosmos 1700") permet aux cosmonautes d'être en relation presque constante avec la Terre.

Notre dessin montre que chacun des deux modules est terminé par un sas ; l'un d'entre eux débouche sur l'élément doté des 5 pièces d'arrimage qui serviront également aux sorties dans l'espace des cosmonautes. **Jean-René Germain**

Dessin C. Lacroix

QUAND LE SOLEIL SERA EN CAGE

Le chemin conduisant à la construction d'un réacteur à fusion expérimental est largement parcouru. Une coopération internationale devrait permettre de réaliser en 1990 un prototype.

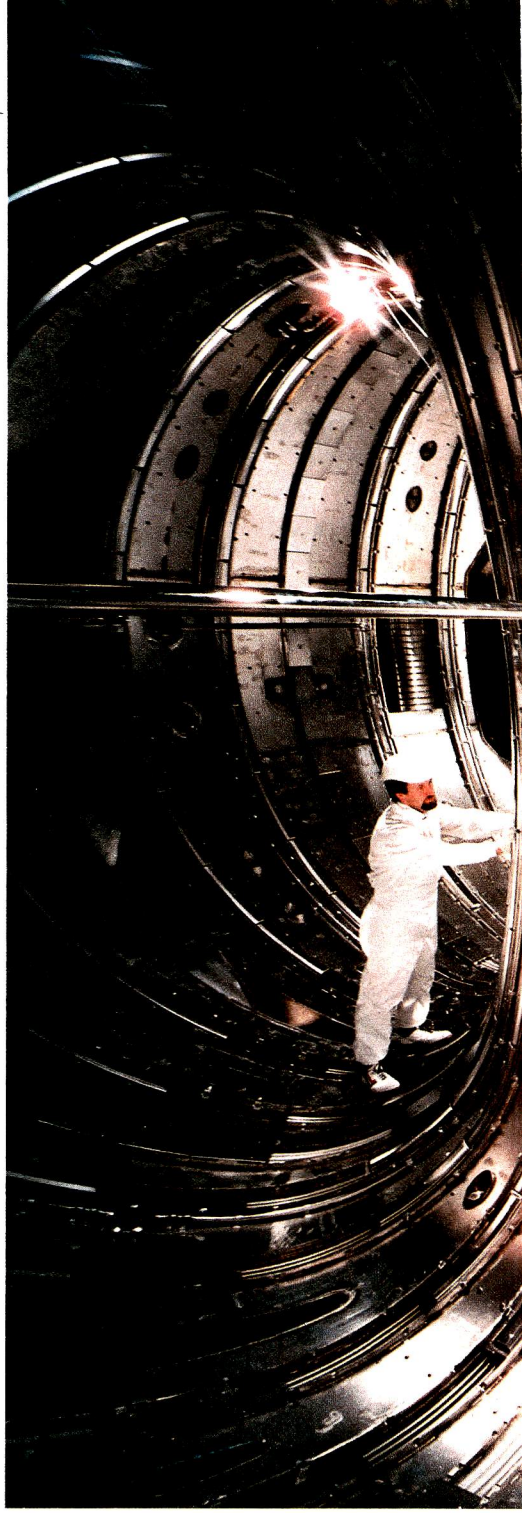


Photo JET — K. Blumenfeld

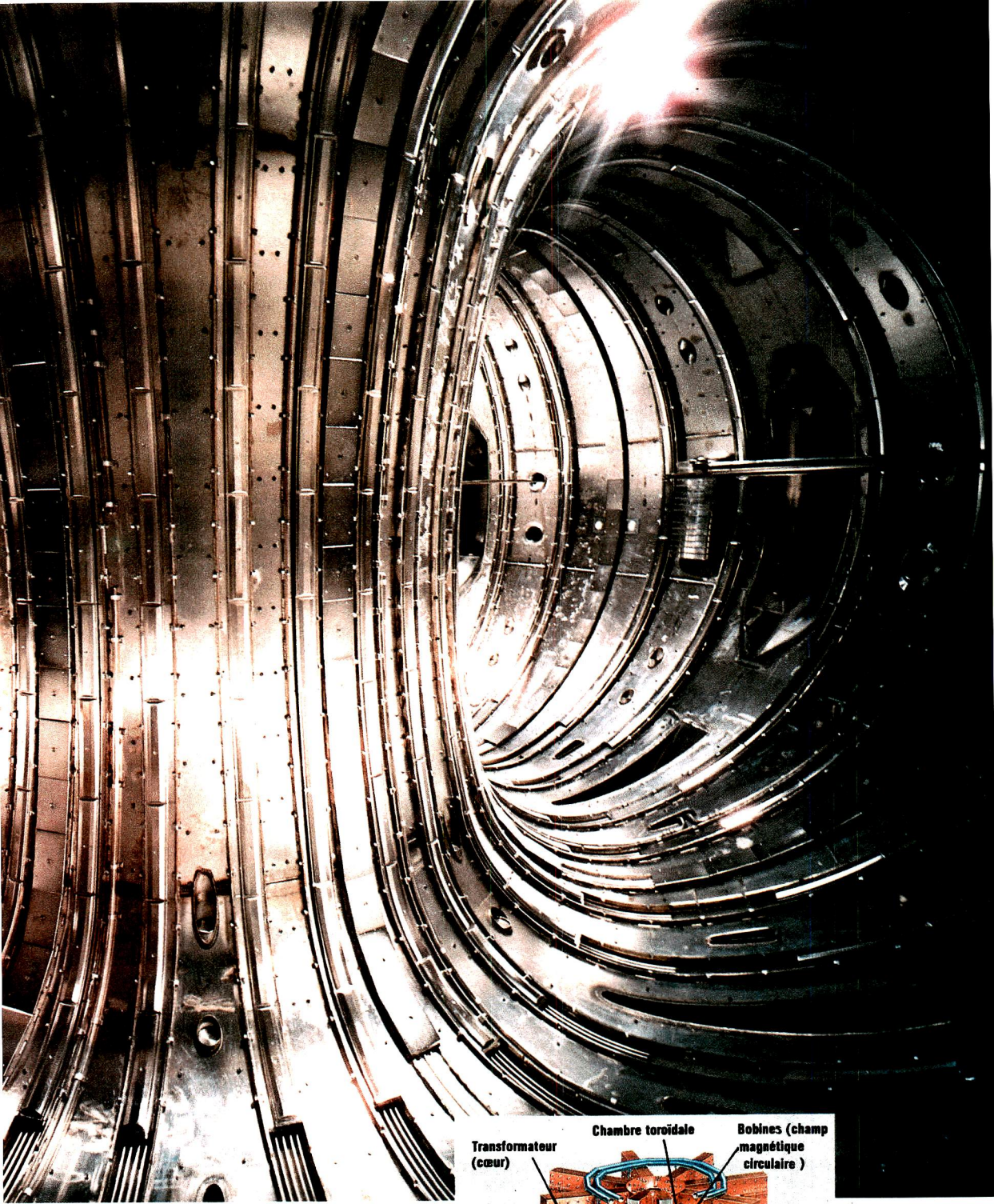
Encore trois ans, peut-être moins, et l'homme aura domestiqué suffisamment l'atome pour que l'énergie dépensée pour réunir deux noyaux soit inférieure à l'énergie gagnée en réussissant cette fusion. C'est ce qu'indiquent les derniers résultats obtenus dans quatre grands laboratoires: le JET de Culham (GB), le TFTR de Princeton (USA), le D-111-D de San Diego (USA) et le JT-60 de Tokai (Japon) ; des résultats qui montrent qu'ils n'ont plus que quelques pas à franchir. Une dizaine pour le laboratoire européen JET, qui n'a plus qu'à multiplier par dix ses performances actuelles pour que la construction d'un réacteur expérimental soit envisageable.

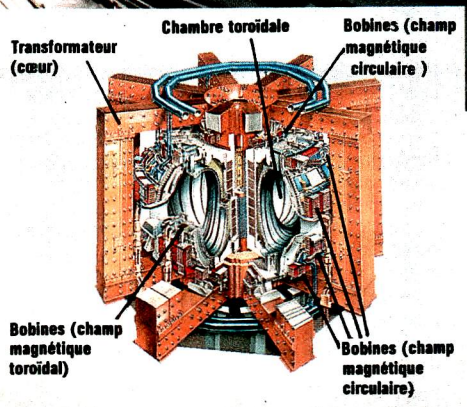
Avantage donc à la filière "Tokamak" contre la filière "laser" car les laboratoires évoqués utilisent tous des Tokamak, ces cages magnétiques seules capables de contenir la chaleur d'un soleil, nécessaire à la fusion. Quelle que soit la filière, l'idée est finalement de recréer sur Terre les conditions qui permettent aux noyaux atomiques de fusionner au cœur des astres : aux températures solaires (100 millions de degrés), il n'y a plus d'état solide, liquide ou gazeux mais un plasma, le "quatrième état de la matière" : c'est un chaos d'électrons libres et de noyaux atomiques dans lequel l'agitation thermique est telle que les noyaux peuvent surmonter leur répulsion électrostatique (les charges ⊕ de deux noyaux les repoussent mutuellement).

Il peut alors y avoir fusion, de deux noyaux

(suite du texte page 28)

PAR SVEN ORTOLI



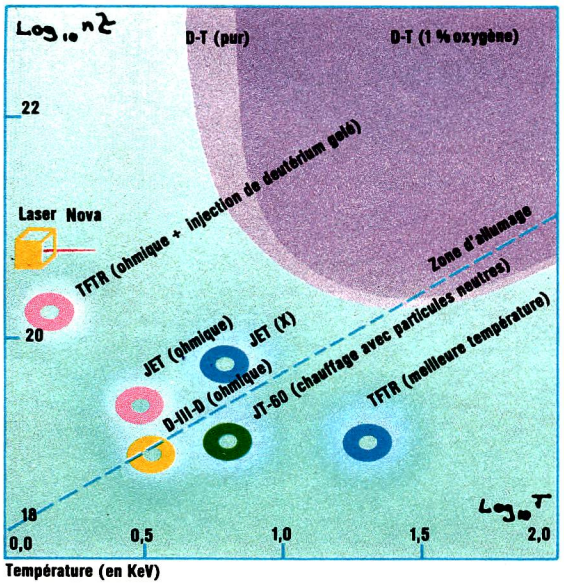


Le Tokamak du laboratoire européen JET est actuellement le plus puissant du monde. C'est dans son enceinte toroïdale (ci-dessus) qu'est formé un plasma à très haute température. Plusieurs champs magnétiques vidés de l'extérieur et de l'intérieur (vue en coupe ci-contre) forment la "cage" de ce plasma dans lequel se produisent les réactions de fusion des noyaux de deutérium. Ces champs forcent les particules à tourner à l'intérieur du tore.

d'hydrogène pour former du deutérium, d'hydrogène et deutérium pour former du tritium, de deutérium et de tritium pour former de l'hélium, etc. C'est cette dernière réaction thermonucléaire qui est la plus intéressante sur le plan énergétique. Mais dans les astres la fusion est possible parce que le champ gravitationnel s'oppose à ce que la matière nucléaire s'échappe du brasier stellaire. Il existe deux méthodes pour parvenir au même résultat en laboratoire.

Dans les deux cas, il faut que la "chaudière" thermonucléaire réponde aux conditions énoncées en 1957 par le physicien anglais John Lawson : le produit de la densité ionique (un ion est un atome privé d'un ou plusieurs électrons) du plasma par la durée du confinement (le temps pendant lequel on peut conserver le plasma dans un volume restreint) doit dépasser 10^{14} particules/cm^3/seconde.

Pour satisfaire à ce critère, on peut jouer sûr les deux facteurs densité-temps : soit confiner assez longtemps (une seconde environ) un plasma peu dense (10^{14} particules/cm^3), soit confiner brièvement (un milliardième de seconde) un plasma très dense 10^{23} particules/cm^3).



Il y a de multiples routes vers la zone d'allumage où la fusion contrôlée devient possible. Les trois paramètres-clés de cette fusion sont la température (T),la densité (n) et le temps de confinement (τ) ; sur ce graphe, les deux derniers paramètres (en ordonnée) sont exprimés en fonction de la température (en abcisse). L'état d'avancement des recherches des principaux laboratoires est indiqué selon la méthode qu'ils ont utilisée. Pour les Tokamak il peut y avoir un chauffage ohmique seul ou avec différents procédés d'appoint : ajustement du champ magnétique (X), injection de billes de deutérium gelé, chauffage avec particules neutres. Pour Nova, il s'agit d'une compression avec plusieurs faisceaux laser.

Cette deuxième solution (filière laser) est dite du "confinement inertiel". On essaie là de comprimer très brusquement un mélange deutérium-tritium de manière à créer un plasma très dense pendant un bref instant : c'est un laser qui fournit pour cela l'énergie nécessaire (voir *Science & Vie* n° 812).

La première solution (filière Tokamak, long confinement, faible densité) est historiquement la plus ancienne. Elle est dite du "confinement magnétique". C'est un groupe de chercheurs de l'institut Kurckatov, à Moscou, qui l'a mise au point en 1970 ; ce groupe parvint à créer un plasma dont la température était proche de celle nécessaire pour la fusion, en employant un dispositif de confinement magnétique toroïdal.

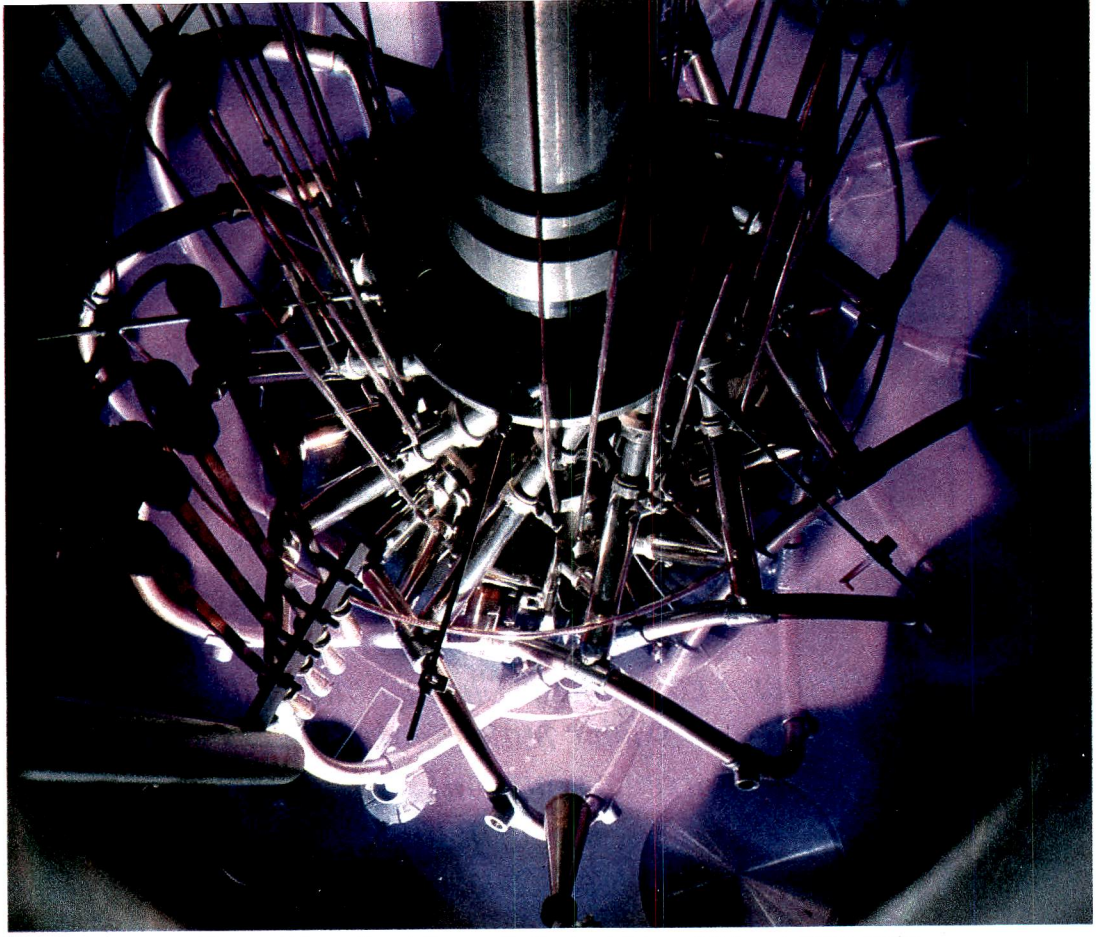
L'idée avait été proposée dans les années cinquante par le célèbre physicien (et dissident) soviétique Andrei Sakharov : il avait remarqué qu'un plasma,étant constitué de particules chargées, peut être confiné dans une "bouteille" magnétique. En effet, les ions et les électrons soumis à un champ magnétique doivent suivre des trajectoires en forme d'hélices, donc s'enrouler le long des lignes du champ et par conséquent ne peuvent s'en échapper si les lignes se bouclent sur elles-mêmes.

Pour cela, il faut créer un champ magnétique en forme de tore (comme le boudin d'un pneu) et lui superposer un champ magnétique qui force les lignes hélicoïdales du premier champ à se refermer sur elles-mêmes. Le premier champ est créé de l'extérieur, par des bobines. Le second résulte d'une décharge électrique : on produit par induction un courant électrique qui circule le long du boudin et crée à son tour un champ magnétique qui vient corriger le premier.

Le principe est apparemment simple, mais il devient affreusement compliqué dès que l'on cherche à comprendre les phénomènes en jeu à l'intérieur du plasma créé ; d'ailleurs les théoriciens n'ont toujours pas de modèle rendant correctement compte du comportement d'un plasma. Pour les expérimentateurs la question se pose différemment ; ce qui les préoccupe, ce n'est pas tant le pourquoi que le comment ! Comment garder un plasma en cage quand les barreaux peuvent se tordre : des déformations (analogues aux turbulences dans l'air) du champ peuvent subitement apparaître et avoir pour conséquence une fuite du plasma hors de la "bouteille" magnétique?

Comment empêcher des micro-fuites des particules du plasma à travers les lignes de champ, ou les perturbations de trajectoire de particules?

Comment, surtout, éviter le refroidissement du plasma qui, en émettant des ultra-violets, perd de l'énergie? On ne peut supprimer complétement ces obstacles, mais il est possible de les maîtriser. Par exemple en jouant sur l'intensité de la décharge électrique qui crée le champ magnétique secondaire



Plasma dans une expérience antérieure démantelée, appelée Torso, réalisée au JET il y a quelques années.

dans le plasma : on parvient ainsi à un confinement stable où les déformations magnéto-hydrodynamiques sont à peu près prévisibles.

Ce courant électrique offre en outre l'avantage de participer au chauffage du plasma, en transférant son énergie aux électrons. C'est ce que l'on appelle le chauffage ohmique. Mais ce chauffage à lui seul ne permet pas de dépasser des températures de l'ordre de 10 ou 20 millions de degrés, alors qu'il faut obtenir 10 fois plus ! Des dispositifs additionnels sont donc nécessaires : au TFTR on a utilisé des faisceaux d'atomes d'hydrogène neutres ; en entrant en collision avec les ions du plasma, ils se ralentissent en transférant leur énergie.

C'est grâce à cette méthode que les physiciens de Princeton ont pu obtenir un plasma à la température record de 230 millions de degrés. Il en existe d'autres : les Japonais ont par exemple mis au point un chauffage par ondes radio-fréquence.

On en est au point où l'on connaît suffisamment bien les méthodes de chauffage pour obtenir les températures nécessaires. Par exemple, le JET a obtenu 140 millions de degrés avec le tiers seulement du chauffage additionnel qui sera à sa disposition cette année. Mais il y a deux autres paramètres critiques pour parvenir à la fusion contrôlée : le temps de confinement (du plasma) et la densité (du combustible thermonucléaire).

Jusqu'à ces derniers mois, on ne pensait pas pouvoir améliorer à la fois la température et le temps de confinement : un chauffage supplémentaire entraînait toujours une détérioration du confinement. Après la performance de Princeton, le deuxième pas décisif franchi l'année dernière a justement consisté à s'affranchir de ce problème : une équipe allemande (Tokamak ASDEX) a découvert qu'en agissant sur la configuration du champ magnétique, on pouvait chauffer le plasma sans diminuer le temps de confinement. Enfin, plusieurs équipes sont parvenues à améliorer la densité en injectant des billes de deutérium gelé qui servent de combustible à la fusion.

Parmi les Tokamak évoqués, c'est celui du JET qui risque d'être le premier à toucher au but : il n'est pas parvenu à une température aussi élevée qu'à Princeton, mais offre la meilleure valeur pour l'ensemble des trois paramètres, densité, température et temps de confinement. C'est la fin de la course pour les physiciens. Mais quand elle se sera achevée, ce sera le début d'une autre course, pour les techniciens cette fois, qui devront concevoir des réacteurs rentables.

Sven Ortoli

Photo JET — Dessin A. Meyer

1er CHAMPIONNAT DE FRANCE DE JEUX MATHÉMATIQUES ET LOGIQUES

C'est en pensant à tous ses lecteurs que Science & Vie *s'est associé à* Jeux & Stratégie *et* France Culture *pour vous offrir de participer à ce premier Championnat de France des jeux mathématiques et logiques : les amoureux pourront satisfaire leur passion, en batifolant des heures avec leur béguin ; les autres, ceux qui sont fâchés avec cette discipline, trouveront ici une occasion unique de réconciliation.*

PAR GILLES COHEN

Ce championnat comprend trois catégories : deux "scolaires" et une "open". Disons, d'emblée, qu'il n'est pas réservé aux initiés. Loin s'en faut ! Car, en préalable à tout réglement, les organisateurs ont insisté pour qu'aucune connaissance théorique ne soit indispensable pour résoudre les divers problèmes et énigmes qui seront proposés. De l'astuce, de la logique, certes, de l'esprit de déduction et du goût pour la recherche peut-être, mais nul théorème, nul résultat qu'il ne soit possible de trouver aisément avec du bon sens et un peu de ténacité. Qui de mieux placé alors pour ce championnat que le lecteur de *Science & Vie*, à qui toutes les questions touchant les sciences sont familières ?

Toute fête a ses exclus. Seul, parmi nos lecteurs, à rester sur la touche, les "entraîneurs",... à savoir les professeurs de mathématiques du deuxième cycle de l'enseignement secondaire et ceux du supérieur. Ce qui confirmerait, si besoin était, que notre championnat n'est pas affaire de professionnels. Sauf au niveau de l'organisation, bien sûr ! Car ces mêmes professeurs se sont regroupés au sein d'une toute nouvelle fédération des jeux mathématiques, avec pour ambition d'inciter leurs élèves à redécouvrir — pour ceux qui les auraient perdues en route — les maths par le jeu.

Une participation collective pour les deux catégories "scolaires".

— Catégorie "premier cycle", réservée aux élèves des collèges d'enseignement secondaire

— Catégorie "deuxième cycle", pour les élèves des lycées.

Dans les deux cas la participation sera collective. Sans aucune demande de leur part, les chefs d'établissements et les professeurs de mathématiques de dix académies recevront des bulletins de participation, appuyés par une note du ministère de l'Education nationale. Diffusées par les enseignants dans les différentes classes, les énigmes mathématiques seront l'occasion d'un travail de groupe qui se fera souvent pendant le cours de maths, pour peu que l'enseignant soit d'accord.

Ceux qui, chefs d'établissements, professeurs ou classes, n'auraient pas reçu de bulletin de participation début février pourront adresser leurs demandes à :

Championnat de France des jeux mathématiques,

(suite du texte page 32)

QUESTIONNAIRE CATÉGORIE "OPEN"

PROBLÈME 1

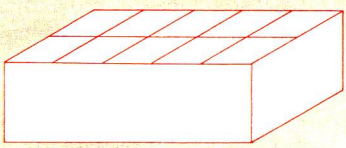
INFLATION GALOPANTE

Antoine, écrivain, use un stylo par jour. Plutôt que de constituer des provisions, il descend quotidiennement chez le libraire du quartier qui ne ferme jamais, pour faire son indispensable acquisition. Le premier janvier de cette année-là, un stylo coûte un nombre entier de francs. Antoine en achète un exemplaire. Le lendemain, le prix augmente d'un franc, et Antoine débourse la somme. Et ainsi de suite, pendant un certain nombre de jours, Antoine achète un stylo au prix de la veille majoré de 1 F. Au bout d'un certain temps, Antoine s'aperçoit que depuis le premier janvier, il a consacré exactement 1 000 F à l'achat de stylos. Quel était le prix d'un stylo au premier janvier ? Comme il y a plusieurs réponses possibles, vous en indiquerez le nombre, et classerez les différents prix par ordre croissant.

PROBLÈME 2

LA BOÎTE DE CUBES

Une boîte rectangulaire peut être complètement remplie de cubes de 1 cm^3 de volume chacun. Si on place maintenant dans cette boîte le plus grand nombre possible de cubes de 4 cm^3 de volume, les côtés des cubes étant parallèles aux côté de la boîte, on obtient au mieux un remplissage de 40 % de la boîte. Quelles sont, en cm, les trois dimensions de la boîte, en ordre croissant ? Vous remplirez une ligne pour chaque boîte possible, par ordre croissant de la première dimension.



PROBLÈME 3

DIVISION PAR ONZE

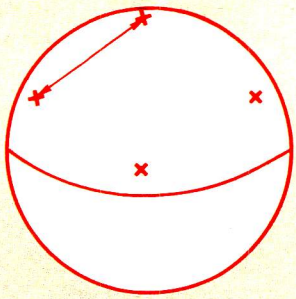
Trouvez les nombres entiers N de trois chiffres (en numération décimale), nombres divisibles par 11, dont le quotient par 11 est égal à la somme des carrés des chiffres de N.

Vous classerez les différentes solutions par ordre croissant.

PROBLÈME 4

GÉOGRAPHIE

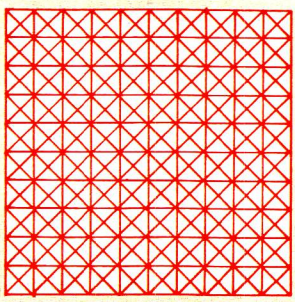
La terre est représentée comme une sphère parfaite dont l'équateur mesure exactement 40 000 km. Quel est le nombre maximum de points de la Terre qu'on peut situer de telle manière que la distance de deux quelconques d'entre eux, prise sur la surface terrestre, soit au moins égale à 10 000 km ?



PROBLÈME 5

CARRÉS EN TOUS GENRES

Observez bien cette figure. Combien de carrés sont-ils tracés dessus, carrés non réduits à un point, bien sûr. Attention, il ne s'agit pas seulement des carrés dont les côtés sont horizontaux ou verticaux. Ce serait trop facile !



PROBLÈME 6

LE POLYVALENT

Un inspecteur des impôts vient rendre visite à un commerçant qui n'a pas la conscience très tranquille. Quand il s'est agi de savoir le prix d'achat et le prix de vente (hors taxe) de ses différents articles, voici les renseignements que, par bribes, le polyvalent a obtenus :

- Deux articles différents ont des prix différents.
- Le prix de vente de chaque article est toujours un nombre entier de francs qui ne dépasse jamais 40.
- Chaque article est acheté par lot de quatre, et le prix d'achat d'un lot, est toujours un nombre entier de francs.
- Lorsque le prix d'achat d'un article est supérieur ou égal à 10 francs (l'unité), le coefficient multiplicateur appliqué pour calculer le prix de vente est toujours strictement compris entre 2,19 et 2,20.
- Lorsque le prix de vente d'un article est strictement plus petit que 22 francs, le coefficient multiplicateur appliqué est de 2,4.
- La marge entre prix d'achat et prix de vente d'un article est toujours au moins égale à 12 francs.

Quel est le plus grand nombre possible d'articles différents vendus dans ce magasin, et le prix d'achat et de vente de chacun d'entre eux (vous les classerez par valeur croissante de prix d'achat).

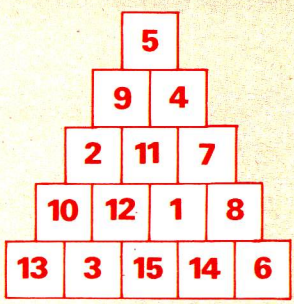
QUESTION SUBSIDIAIRE

L'ESCALIER DES DIFFÉRENCES

Vous connaissez peut-être "l'escalier des différences", où toute position de la forme ci-dessous est licite à condition que chaque nombre soit la différence (en valeur absolue) entre les deux immédiatement situés sous lui. Ainsi, A est la différence entre B et C, B la différence entre D et E, C la différence entre E et F.

L'autre condition est que l'escalier ne contienne que des nombres entiers strictement positifs, différents les uns des autres.

Voici un exemple parfait d'escalier à 5 étages, où tous les entiers de 1 à 15 ont été utilisés.



Mais pourriez-vous construire un "escalier des différences" à huit étages, en minimisant M, le plus grand des nombres utilisés ?

Vous remplirez l'escalier sur le bulletin-réponse et vous indiquerez la valeur de M ainsi que la somme S des 36 nombres. En effet, la plus petite valeur de M sera déterminante, mais en cas d'égalité, c'est la plus petite valeur de S qui décidera du vainqueur.

Cedex 1022, 75810 Paris Brune.

Les bulletins remplis pourront être adressés à cette même adresse, avant le 1er mars 1987

Le dépouillement effectué, les meilleures classes seront conviées à déléguer des représentants aux demi-finales qui auront lieu dans un établissement scolaire ou universitaire de leur académie. Ces représentants (de 2 à 4) auront été élus par leurs camarades.

Enfin aura lieu la finale nationale, à sélection individuelle cette fois. Bien sûr, vous ne concourrez pas seulement pour la gloire. De nombreux lots vous seront offerts, dont nous ferons le détail dans nos prochains numéros.

Deux fois par mois, France Culture diffusera une émission consacrée au championnat. Des classes du premier et du second cycle s'y affronteront en public...

Aide aux scolaires dans *Science & Vie*. Pour aider les concurrents des catégories "scolaires", *Science & Vie* publie, dans ce numéro et les suivants, des jeux et problèmes du type de ceux qui seront proposés dans leurs établissements (voir notre rubrique jeux ***page 119***).

Vous noterez que même les problèmes de premier cycle ne sont pas si faciles ! Mais "aide" ne signifie pas résolution des problèmes à la place de nos jeunes lecteurs.

Que ces derniers se méfient également de la tentation de demander au cousin polytechnicien de résoudre pour eux les problèmes d'éliminatoires ! D'une part, cela fausserait l'épreuve, mais surtout, ensuite, ils auront l'air malin le jour de la demi-finale, confrontés, seuls cette fois, à des problèmes qu'ils ne pourront sans doute pas résoudre !

Catégorie "Open" : participation individuelle et à chances multiples.

La troisième catégorie, elle, est ouverte à tous, scolaires, étudiants, ingénieurs, ou ménagères (seuls les profs de math sont exclus, voir plus haut). C'est celle que *Science & Vie* diffuse pour ses lecteurs. Vous trouverez les premières éliminatoires en ***page 31*** et vous avez jusqu'au 1er mars pour remplir le bulletin-réponse que nous vous proposons.

Si, par extraordinaire, vous butiez sur une question, vous avez une autre chance de vous en sortir ! Notre brillant confrère *Jeux & Stratégie*, diffuse également des questions, proches de son style, plus "ludiques". Vous pouvez toujours vous y essayer !

CONCOURS DES PLUS BEAUX PROBLÈMES

Chacun de nos lecteurs, enseignant ou non, peut participer au concours de problèmes. Il suffit pour cela qu'il adresse sa proposition au Championnat de France des jeux mathématiques et logiques. Cedex 1022, 75810 Paris Brune, en précisant sur l'enveloppe "Concours de Problèmes".

L'envoi devra contenir, outre les coordonnées de l'expéditeur, le texte d'un seul problème, une solution précise, et la catégorie à laquelle est destiné, en principe, le problème ("premier cycle, "deuxième cycle", ou "open"). Une exception au niveau de la solution : les organisateurs sont également à la recherche de "problèmes ouverts", dont on ne connaîtrait pas de solution optimale.

Un jury, composé de professeurs, membres de la Fédération des jeux mathématiques, sélectionnera les énoncés susceptibles de servir au Championnat, en fonction de plusieurs critères : caractère ludique du problème, originalité, faible recours aux connaissances, etc. L'auteur de chaque énoncé sélectionné recevra une prime de 250 F. L'envoi d'une proposition vaut acceptation de ce règlement, et en particulier autorisation de la publication de l'énoncé, aussi bien dans la presse qu'en édition. A l'issu du Championnat 1987, les auteurs des trois plus beaux problèmes se verront offrir un non moins beau voyage.

UN "OPEN" POUR LES NON QUALIFIÉS

Les personnes n'ayant pu participer aux éliminatoires, ou qui ne seront pas qualifiées pour la finale, pourront néanmoins en découdre avec les problèmes de la finale en temps réel. En effet, un "open" de jeux mathématiques aura lieu en même temps que la finale, sur les mêmes problèmes. Des détails sur ce tournoi seront publiés dans nos prochains numéros...

UNE TROISIÈME CHANCE SUR MINITEL

Une question de *Science & Vie* vous arrête ? Un problème de *Jeux & Stratégie* vous laisse perplexe ? Vous avez encore une chance de réussir le "sans faute" au Championnat de France des jeux mathématiques. Pour cela, composez sur votre minitel 3615 HATIER ou 3615 APMEP. L'éditeur scolaire propose en effet sur son service télématique de nouvelles questions. Vous pourrez également y demander des dossiers de participation scolaire, y proposer des compositions personnelles pour le concours des plus jolis problèmes, ou, simplement, vous entraîner pour les demi-finales. Vous pourrez également consulter la liste des qualifiés pour les différents stades du Championnat.

En dehors du Championnat des jeux mathématiques, le service télématique HATIER permet également un contact direct avec certaines publications de l'éditeur. En particulier, pour les besoins d'une dissertation ou d'un mémoire, un service intitulé "DEPANN'LYCEEN" permettra prochainement d'accéder aux 200 titres de la collection "profil" en littérature, en philosophie, ou en économie. Il est déjà possible de consulter certains de ces ouvrages et, à défaut, d'obtenir une bibliographie.

Sur 3615 APMEP, vous pourrez, en plus du championnat, consulter des listes de problèmes de mathématiques, classés par thèmes et par niveaux... une mine pour les enseignants.

Et si vous vous cassez encore les dents, le minitel vous offre une chance supplémentaire : composez HATIER ou APMEP par le 3615 et de nouveaux problèmes s'offriront à vous. A partir du 4 février, en effet, l'APMEP (association de professeurs de mathématiques) ouvre un nouveau service télématique très performant qui abritera notre championnat.

Les demi-finales auront lieu le 4 avril, essentiellement dans les établissements scolaires et universitaires, comme celles des autres catégories, et comme le championnat d'orthographe dont on a tant parlé. Mais d'autres lieux pourront les accueillir : ainsi, le Salon national des jeux de réflexion, qui se tiendra du 28 mars du 5 avril à la Porte de Versailles (Paris). Dans le cadre de ce salon, un stand sera consacré au championnat.

Les meilleurs demi-finalistes seront qualifiés pour la finale nationale (télévisée elle aussi ?) qui aura lieu en principe en juillet, et à laquelle seront conviés, tous frais payés naturellement, les finalistes.

Avec l'aide de "parrains" généreux, un éditeur scolaire à la fois spécialiste des mathématiques et des jeux (Hatier), un fabricant de matériel informatique ayant à cœur de s'introduire encore davantage en milieu universitaire et scolaire, une très importante dotation récompensera les lauréats.

Ordinateurs et lointains voyages pour les premiers, mais aussi des centaines de prix. Il ne vous reste plus qu'à répondre aux six problèmes suivants, sans oublier la "question ouverte" de départage des ex aequo, et à retourner le bulletin-réponse avant le 1er mars à minuit à :

Championnat de France des jeux mathématiques,
Cedex 1022, 75810 Paris Brune.

Bonne chance ! Et au mois prochain pour des nouvelles du championnat, de nouveaux jeux et problèmes, et les premières propositions pour un concours des meilleurs problèmes". **Gilles Cohen**

BULLETIN RÉPONSE

NOM : _____

PRÉNOM : _____

ADRESSE : _____ _____
N° ARTÈRE

_____
COMPLÉMENT D'ADRESSE

_____ _____
CODE POSTAL VILLE

TÉLÉPHONE : _____

ACTIVITÉ : _____

PARTICIPEZ-VOUS ÉGALEMENT AU CHAMPIONNAT DANS UNE DES CATÉGORIES SCOLAIRES ? (Rayez la mention inutile) : OUI NON

PROBLÈME 1 : INFLATION GALOPANTE

NOMBRE DE SOLUTIONS : ___
1. PRIX D'UN STYLO AU 1er JANVIER : ___F
2. PRIX D'UN STYLO AU 1er JANVIER : ___F
3. PRIX D'UN STYLO AU 1er JANVIER : ___F
4. PRIX D'UN STYLO AU 1er JANVIER : ___F
5. PRIX D'UN STYLO AU 1er JANVIER : ___F

PROBLÈME 2 : LA BOÎTE DE CUBES

NOMBRE DE SOLUTIONS : ___
1. DIMENSIONS CROISSANTES EN CM : ___ ___ ___
2. DIMENSIONS CROISSANTES EN CM : ___ ___ ___
3. DIMENSIONS CROISSANTES EN CM : ___ ___ ___
4. DIMENSIONS CROISSANTES EN CM : ___ ___ ___
5. DIMENSIONS CROISSANTES EN CM : ___ ___ ___

PROBLÈME 3 : DIVISION PAR ONZE

NOMBRE DE SOLUTIONS : ___
1. VALEUR DE N : ___
2. VALEUR DE N : ___
3. VALEUR DE N : ___
4. VALEUR DE N : ___
5. VALEUR DE N : ___

PROBLÈME 4 : GÉOGRAPHIE

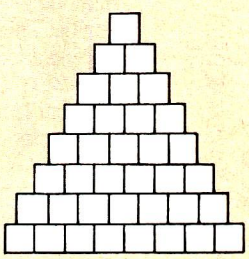
NOMBRE MAXIMUM DE POINTS : ___

PROBLÈME 5 : CARRÉS EN TOUS GENRES

NOMBRE DE CARRÉS : ___

QUESTION SUBSIDIAIRE

VALEUR DE M : ___
VALEUR DE S : ___
REMPLIR L'ESCALIER



PROBLÈME 6 : LE POLYVALENT

NOMBRE MAXIMUM D'ARTICLES : ___

	PRIX D'ACHAT	PRIX DE VENTE
1.	___ , ___	___
2.	___ , ___	___
3.	___ , ___	___
4.	___ , ___	___
5.	___ , ___	___

A retourner, avant le 1er mars à minuit, à Championnat de France des jeux mathématiques et logiques. CEDEX 1022. 75810 PARIS BRUNE.

GUÉRIR PAR LES GÈNES

La preuve en est faite : le transfert de gènes peut guérir des maladies héréditaires. Pour le moment, les bénéficiaires de cette thérapeutique génétique sont... des souris. Mais l'homme en est proche.

Lorsqu'une souris est guérie d'une forme d'anémie qui s'appelle la thalassémie, on pourrait penser qu'il n'y a pas là de quoi fouetter un chat. Et pourtant si, pour trois raisons :

- la guérison a été opérée par thérapie génétique ;
- la thalassémie est une maladie humaine ;
- c'est la première fois qu'un mammifère est guéri par cette forme de thérapeutique, qui bouleversera l'exercice de la médecine dans les années à venir.

La possibilité du traitement génétique de maladies héréditaires vient donc d'être démontrée sans ambiguïté par une série d'expériences à la faculté de médecine de l'université Columbia à New York. Des souris ont été guéries de la thalassémie par injection de gènes normaux peu après la fécondation.

La même thalassémie est répandue chez l'homme, et il n'existe aucun traitement curatif de cette maladie, qui peut être mortelle. Chez nous comme chez la souris, elle est provoquée par un gène défectueux, qui ne permet pas la synthèse de certaines protéines nécessaires aux globules rouges pour distribuer efficacement l'oxygène dans notre organisme. Le gène normal aussi bien que le gène déficient sont bien connus, chez la souris et chez l'homme. Ils sont d'ailleurs très semblables, puisque la greffe d'un gène humain à un embryon de souris peut guérir cette dernière.

Mais attention : si l'expérience américaine a démontré, pour la première fois, que la thérapeutique génétique est une réalité, il n'est, pour le moment, pas question d'appliquer la même technique chez l'homme. En effet, la méthode utilisée chez l'animal en modifie les cellules germinales. La modification génétique devient donc transmissible de génération en génération, et c'est là une manipulation qui, chez l'homme, pose des problèmes éthiques. Il est aujourd'hui facile de faire le diagnostic génétique de la thalassémie chez l'embryon humain (***voir encadré page 36***), mais peut-on se permettre de la traiter par manipulation des cellules embryonnaires, sachant que des modifications du patrimoine génétique seront transmises aux descendants de l'individu traité ?

Voici les faits. Chez l'homme, la thalassémie, ou plus précisément la bêta-thalassémie, est une maladie caractérisée par la production insuffisante d'une sous-unité (dite bêta) de l'hémoglobine des globules rouges. Selon le degré de l'insuffisance, la maladie peut être mortelle dès la petite enfance, ou plus tard, malgré de nombreuses transfusions sanguines. Une déficience moins prononcée se manifeste par une anémie plus ou moins grave, qui n'est pas incompatible avec la survie. On ne connaît aucun véritable traitement, si ce n'est le palliatif de transfusions sanguines répétées. Il y a des dizaines de milliers de patients en Méditerranée orientale, notamment à Chypre et en Sicile, quelques milliers aux Etats-Unis, mais plus d'un million en Chine.

En 1979 on a découvert que la bêta-thalassémie est causée par la mutation d'un gène situé sur un chromosome, le 11e des 23 paires de chromosomes qui caractérisent l'espèce humaine. La maladie est transmise selon le mode dominant, c'est-à-dire qu'il suffit que l'enfant reçoive le gène déficient d'un de ses parents pour qu'elle se manifeste. S'il reçoit deux gènes, un de son père, l'autre de sa mère, il sera atteint de la forme la plus grave de la maladie.

Par la suite on a constaté qu'une cinquantaine de mutations différentes, chez des individus dans diverses régions du monde, peuvent provoquer diverses formes d'anémie plus ou moins graves. On a déchiffré la séquence des bases génétiques (codons) qui forment le gène normal, et on peut aisément identifier un gène qui est anormal.

Récemment, on a caractérisé une thalassémie murine (de souris), résultant d'une mutation spontanée chez ce rongeur ; la descendance est bien évidemment devenue un précieux modèle de recherche. Les animaux homozygotes de cette souche (ceux qui héritent un gène déficient de chacun de leurs géniteurs) sont atteints d'anémie hémolytique (c'est-à-dire caractérisée par la libération de l'hémoglobine normalement contenue dans le globule rouge) dont les symptômes sont comparables à ceux observés chez un individu atteint d'une forme moyennement sévère de thalassémie.

On a bien essayé de traiter ces animaux par

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

injection de gènes normaux, produits par ingénierie génétique, dans la moelle osseuse, où se trouvent les cellules-souches des globules rouges. Mais sans succès. Un tel essai avait d'ailleurs été pratiqué chez deux patients il y a quelques années, sans plus de succès. Les gènes normaux, pour une raison encore obscure, ne s'expriment pas lorsqu'ils sont introduits dans l'organisme de cette manière.

Les chercheurs de l'université de Columbia — les Drs Franck Costantini, Kiran Chada et Jeanne Magram — ont tenté une approche différente : l'introduction des gènes dans l'ovule fertilisé. Et là, ça marche.

Ces chercheurs ont réalisé deux séries d'expériences différentes. Dans la première, ils injectaient des gènes de souris à des embryons de souris ; dans la seconde, des gènes humains, également à des embryons de souris.

Les embryons furent obtenus par prélèvement après fécondation, et mis en culture dans un milieu approprié. Des gènes normaux, préparés grâce à des techniques bien connues de génie génétique, furent injectés dans les embryons avec des microseringues. En tout, 129 ovules fécondés et traités furent implantés à des souris porteuses, dont 10 donnèrent naissance à des souriceaux. L'étude des gènes de cette progéniture permit de constater que deux des souriceaux avaient intégré les gènes injectés dans leur patrimoine génétique, et que l'un des deux avait dans ses globules rouges la globine codée par le gène.

Cet animal, un mâle, fut par la suite accouplé avec des femelles ayant le défaut génétique de la thalassémie ; une partie de sa progéniture non seulement hérita du gène sain, mais fut capable de synthétiser la globine correspondante. Le gène avait été intégré dans le patrimoine, et transmis à des générations successives. Dans la descendance du premier mâle guéri par cette manipulation, l'anémie héréditaire est bien moins grave que chez des animaux chez qui la greffe n'avait pas pris.

Dans une seconde série d'expériences, le Dr Costantini et ses collaborateurs injectèrent à des embryons de souris non pas le gène murin, mais le gène humain qui commande la synthèse de la β-globine. Après implantation des embryons dans l'utérus de souris porteuses, et la naissance de plusieurs souriceaux, l'analyse génétique permit de constater que certains de ces derniers avaient intégré le gène humain dans leur génome, et que deux d'entre eux synthétisaient l'ARN-messager de l'hémoglobine humaine (1).

Un mâle porteur de plusieurs exemplaires de ce gène humain fut accouplé avec une femelle porteuse d'un gène défectueux ; ensuite, des souris de la seconde génération, porteuses du gène humain, furent accouplées entre elles. On put identifier parmi leur descendance des souris possédant dans leurs globules rouges une hémoglobine inédite dans la nature, dont on fit l'analyse par électrophorèse (technique qui permet de séparer les protéines selon leur motilité différentielle dans un champ électrique). Elle était composée d'une portion β d'hémoglobine humaine, et d'une portion différente, dite λ, d'hémoglobine de souris.

Guéri de la thalassémie par traitement génétique, le souriceau nouveau-né de gauche est de taille normale, et sa couleur rose est le signe d'une bonne irrigation sanguine. Celui de droite est atteint de la maladie : par défaut d'oxygénation, il est plus petit et de couleur pâle.

Chez les souris qui fabriquaient cette hémoglobine hybride souris-homme, la plupart des symptômes de la thalassémie avaient disparu. Le succès du traitement était évident dès la naissance des souriceaux : ceux qui avaient hérité du gène humain étaient d'apparence saine, et d'une couleur rose vif ; ceux qui ne l'avaient pas étaient d'une pâleur extrême, caractéristique de cette forme d'anémie, et plus petits (***photo ci-dessus***).

Les chercheurs américains, qui publient les résultats de leurs travaux dans la revue internationale *Science*, soulignent que leurs expériences démontrent que les gènes de la β-globine introduits dans

(1) Pour qu'un gène — tronçon de la double hélice d'ADN contenue dans le noyau de la cellule — puisse s'exprimer, c'est-à-dire pour que la cellule puisse fabriquer la protéine dont il porte le code, l'ADN est d'abord transcrit en ARN, copie miroir d'un des deux brins d'ADN. Puis l'ARN est transcrit en ARN-messager, qui sort du noyau et va dans le cytoplasme de la cellule. Là, il est "lu" par les ribosomes, sortes d'ouvriers spécialisés qui assemblent, selon le plan porté par l'ARNm, différents acides aminés présents dans le cytoplasme pour obtenir un certain nombre d'exemplaires de la protéine en question. Ainsi, chaque gène "code pour" une protéine donnée. Les protéines sont les briques essentielles d'un organisme vivant, aussi bien pour sa construction et sa réparation que pour son fonctionnement.

Photo Science

l'organisme par l'intermédiaire des cellules germinales, s'expriment par la synthèse de protéines nouvelles, ce qui élimine virtuellement la maladie. Les résultats ne sont certes pas constants : les gènes s'expriment plus ou moins efficacement, sans doute en fonction de l'endroit du chromosome où ils sont intégrés.

On sait, en effet, que lorsque les gènes sont introduits dans le noyau d'une cellule, ils ne s'intègrent pas nécessairement sur un chromosome bien précis, et à l'endroit de l'ADN où ils devraient normalement se trouver. Placés un peu n'importe où, on peut les comparer à des mots placés au hasard dans une phrase, dont ils perturbent le sens.

Ce n'est que l'année dernière qu'un autre chercheur américain, le Dr Oliver Smithies, de l'université de Wisconsin à Madison, avait, grâce à des manipulations complexes, réussi à diriger un gène greffé à l'endroit précis où il devrait normalement se trouver (pour plus de détails sur ce type de "manip", voir *Science & Vie* n° 819, p. 45). Il s'agissait justement d'un gène humain de la β-globine, qui se trouve sur le chromosome 11 (ou se trouvent également les autres gènes qui commandent la synthèse de l'hémoglobine). L'expérience a été réalisée sur des cultures de cellules.

Le Dr Costantini souligne néanmoins que le traitement de maladies génétiques chez l'homme ne passera pas par des manipulations de gènes des cellules germinales ou embryonnaires, et ceci pour plusieurs raisons :

- On ne peut pas savoir, au moment même de la fécondation, si l'embryon a reçu un gène différent. Un diagnostic génétique, par prélèvement de liquide amniotique ou de cellules du fœtus, ne peut se faire qu'après plusieurs semaines de gestation. Il est alors trop tard pour intervenir par injection de gènes dans l'ovule fécondé.
- Le diagnostic étant fait après la naissance, le traitement devra s'adresser aux cellules somatiques (du corps), celles qui font partie des tissus affectés. Dans le cas des anémies, on doit pouvoir intervenir en amont, sur les cellules souches de globules rouges, qui se trouvent dans la moelle osseuse des os plats. On procédera donc à une greffe de moelle osseuse : la moelle du patient, prélevée par ponction, sera traitée pour y introduire le ou les gènes sains correspondant aux gènes défectueux ; elle sera ensuite réinjectée au malade.
- Les généticiens qui sont sur le point de réaliser les premiers essais de traitement génétique, s'entourent de toute les précautions pour ne pas altérer irréversiblement le génome humain, transmis de génération en génération par les cellules germinales. Aux Etats-Unis, les nombreux organismes et comités qui autoriseront ces premières tentatives n'envisagent pas des interventions sur les cellules germinales. Mais il n'est pas dit que, par la suite, une fois les premiers protocoles établis, les cellules germinales ne feront pas l'objet de telles tentatives. Ce sera la seule façon d'éliminer du patrimoine d'un individu des gènes pouvant être nocifs ou mortels à ses descendants.

Actuellement, la thalassémie et la drépanocytose sont les cibles privilégiées de la thérapeutique génétique (la drépanocytose, ou anémie falciforme, est une autre maladie du sang, particulièrement répandue chez les Noirs d'origine africaine). Les mécanismes génétiques de ces deux maladies sont bien connus, et les gènes identifiés et "clonés" (reproduits en laboratoire). La procédure que l'on va suivre est connue, à quelques détails près :

- Des cellules-souches, prélevées sur le patient et placées en culture, seront traitées par le transfert de gènes normaux, qui remplaceront les gènes défectueux.
- On sélectionnera parmi les cellules traitées

LE DIAGNOSTIC GÉNÉTIQUE

Une méthode simple et rapide de diagnostic de la thalassémie a été mise au point il y a deux ans au laboratoire de génétique et hématologie moléculaire dirigé par le Dr Yuet Wai Kan à l'université de Californie à San Francisco.

Le diagnostic repose sur l'utilisation d'une "sonde génétique", sorte d'image miroir du gène, qui permet de reconnaître le gène normal commandant la synthèse de la β-globine.

La sonde est une bribe d'ADN faite d'une séquence de 19 bases (ou lettres de l'alphabet génétique) qui s'attache au gène normal de la β-globine, sauf s'il est mutant. Les cellules utilisées pour l'épreuve sont obtenues par amniocentèse (ponction du liquide amniotique) ou par prélèvement sur la membrane qui entoure l'embryon, dès la 10e semaine de grossesse. Il faut 24 heures pour dépister la présence de gènes mutants.

Ce test est aujourd'hui utilisé de façon systématique en Sardaigne, où l'incidence de la thalassémie, en pourcentage de la population, est la plus élevée au monde. Le diagnostic prénatal permet de déterminer avec certitude si un fœtus est porteur du défaut génétique. Si c'est le cas, les parents peuvent demander l'avortement. Grâce à ce système de dépistage, le nombre des naissances d'enfants thalassémiques en Sardaigne est passé de 75 à 25 par an.

Une épreuve semblable a été développée pour le diagnostic de la drépanocytose, par les chercheurs de Cetus, société commerciale d'ingénierie génétique sise à Emeryville en Californie. Ces chercheurs ont introduit une astuce qui permet, grâce à une réaction biochimique, de démultiplier en quelques minutes le gène de drépanocytose par un facteur de plus de 100 000, ce qui facilite son dépistage. L'ensemble de l'épreuve est réalisé en une journée, et se prête à l'automatisation. La méthode peut être étendue à d'autres maladies génétiques.

celles qui auront accepté les greffes génétiques et dans lesquelles les gènes s'expriment, c'est-à-dire commandent la synthèse des protéines voulues.

• Ces cellules, remises en culture, se multiplieront pour donner un grand nombre de cellules identiques, des "clones", contenant le ou les bons gènes, présumés bien placés.

• Elles seront injectées dans une veine du patient dans l'espoir qu'elles coloniseront la moelle des os, usine des cellules sanguines. C'est ce qui se passe d'ailleurs lors du traitement par greffe de moelle de certaines formes de leucémie, lorsque les cellules greffées, introduites dans les veines du receveur, traversent le cœur, les poumons, et vont se loger dans la moelle osseuse comme téléguidées, grâce à un phénomène de *homing* (retour chez soi) encore inexpliqué. La moelle pourra préalablement être traitée par radiation ou chimiothérapie pour détruire les cellules-souches défectueuses avant leur remplacement.

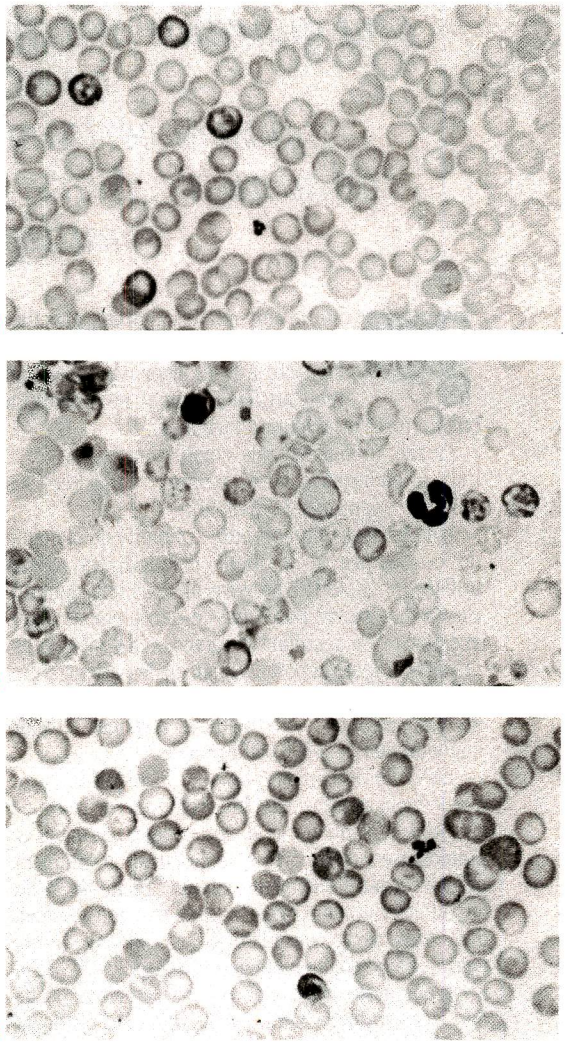
Le traitement de maladies génétiques par greffe de moelle osseuse a été inauguré en 1968, lorsqu'un enfant atteint d'insuffisance imunitaire congénitale grave, a été guéri par des transplantations de moelle de donneur. Depuis, des milliers de greffes de moelle ont été réalisées pour traiter des maladies génétiques affectant soit les globules blancs, soit les cellules-souches du sang (cellules hématopoïétiques). Un des problèmes majeurs est de trouver des donneurs immunologiquement appariés aux receveurs, ou au moins assez proches pour éviter les réactions de rejet. Ce problème ne se présentera plus si les cellules injectées sont celles du patient (sauf si les modifications qu'on leur fait subir en altèrent les caractères immunologiques).

Il n'y a donc guère de doute que les premières tentatives de thérapeutique génétique mettant en œuvre des gènes bien précis, seront réalisées par greffe de moelle "manipulée". Les travaux du Dr Costantini confirment bien que des gènes introduits dans un organisme de mammifère peuvent s'y exprimer et corriger le défaut qui provoque la maladie. Mais ces gènes ont été introduits peu de temps après la fécondation, à un moment où les cellules embryonnaires se multiplient et se développent rapidement, établissant de multiples interconnexions tout en se spécialisant et s'organisant pour former des tissus et des organes. Elles sont alors plus réceptives à des gènes "étrangers".

Il n'en est pas de même lorsque les cellules qui forment un organisme sont structurées. Ces cellules sont spécialisées, intégrées à des tissus et des systèmes, et l'on a maintes fois constaté que si des gènes y sont introduits, les résultats ne sont pas uniformes. Dans certaines cellules, ils s'expriment pleinement, dans d'autres, pas du tout. Les mécanismes de leur régulation sont encore mal connus, obstacle principal à la thérapeutique génétique.

Une retombée plus immédiate de ces travaux est la création d'un modèle murin non seulement de la thalassémie, mais aussi de la drépanocytose (ou anémie falciforme). En effet, l'équipe du Dr Costantini crée actuellement des souris "transgéniques", dont l'ADN contient des gènes humains qui déterminent cette anémie. Si les gènes introduits induisent la production d'une hémoglobine hybride avec le défaut de transport d'oxygène caractéristique de cette anémie, les chercheurs médicaux auront à leur dispositon, pour la première fois, un modèle animal de cette maladie humaine.

Alexandre Dorozynski



L'efficacité du traitement génétique apparaît clairement au microscope : **1**, globules rouges d'une souris normale ; **2**, globules rouges thalassémiques visiblement altérés ; **3**, enfin, ceux d'une souris traitée, pratiquement identiques aux globules sains.

Photo Science

L'ANESTHÉSIE EN QUESTION

Chaque année 2,6 millions de Français se font anesthésier. L'anesthésie est sans doute l'acte le plus mystérieux de la médecine. Certes on sait de mieux en mieux endormir les patients et leur éviter toute souffrance, mais, cent quarante ans après la première expérience, on ne sait toujours pas comment agissent certaines des substances qu'on leur administre. Alors, pour réduire les risques, on multiplie les systèmes de sécurité.

PAR JEAN-MICHEL BADER

Pour le commun des mortels, anesthésier un patient avant une opération consiste à le plonger dans un sommeil artificiel dont il ne ressurgira qu'une fois l'intervention terminée.

En fait, une anesthésie complète a quatre fonctions : endormir, faire respirer, relâcher les muscles, supprimer la douleur.

Afin de mieux comprendre la finalité de chacune de ces étapes et le mode d'action des agents utilisés, nous allons prendre un exemple concret, c'est-à-dire suivre pas à pas le déroulement d'une anesthésie, en détaillant les actes du médecin anesthésiste et leurs répercussions sur le patient. Nous verrons mieux ainsi où se situent les bénéfices et les risques d'un acte médical dispensé chaque année à plus de 2 600 000 Français.

— La veille de l'intervention, M. X. reçoit la visite du médecin anesthésiste. Interrogatoire de routine : âge, état de santé général, antécédents cardiaques, pulmonaires, rénaux. Une seule question vraiment précise : y a-t-il quelqu'un dans la famille de M. X. qui ait été victime d'hyperthermie maligne, un accident grave survenant à l'occasion d'une anesthésie chez des sujets génétiquement prédisposés ? Non, il n'y a personne. En cas de réponse positive, ou de doute, le praticien aurait demandé que l'on dosât dans le sang de M. X. le taux de créatinine phosphokinase, une enzyme impliquée dans la contraction musculaire.

Avant de repartir, le médecin anesthésiste effectue un rapide examen clinique du patient : il s'intéresse à l'anatomie de ses voies aériennes supérieures (cavité buccale, palais, pharynx, glotte) afin de voir si celles-ci sont bien dégagées et ne poseront pas de problème au moment de l'intubation ; il note aussi la longueur du cou et la souplesse du rachis (échine), toujours en prévision de la future intubation ; il inspecte l'état de la denture (pour le cas où un dentier ou une prothèse devrait être ôté avant le transport dans le bloc opératoire) ; il examine enfin le réseau veineux superficiel de l'avant-bras et du dos de la main pour déterminer l'endroit le plus favorable aux perfusions et autres injections.

« Après une telle visite, explique le Dr François, anesthésiste au CHU de Marseille, le travail du praticien est déjà bien avancé. Il lui est désormais possible de relier l'acte chirurgical (sa durée, son importance, ses impératifs) aux caractéristiques du patient (son profil psychologique, ses éventuelles atteintes organiques, les médicaments qu'il prend) et ainsi d'évaluer le risque anesthésique, de prévoir les difficultés d'intubation et de choisir les substances qui seront utilisées pour l'insensibilisation. »

Lors de cette visite préliminaire, l'anesthésiste a également à cœur de rassurer le patient, en lui expliquant en termes familiers le déroulement des événements prévus pour le lendemain. Il est certain, en effet, que l'absence d'informations sur les conditions de l'anesthésie et de l'acte opératoire contribue largement à fortifier l'angoisse du

Photo J. Lacroix / RAPHO

malade, lequel n'a que trop tendance déjà à multiplier les appréhensions les plus extravagantes : peur ne de pas se réveiller, peur de se réveiller pendant l'intervention, peur d'étouffer, peur de livrer des secrets, peur d'être manipulé, etc. Or, il semble établi aujourd'hui que ces diverses anxiétés ne sont pas étrangères aux complications post-opératoires. L'anesthésiste américain Charles Collins a même pu écrire à ce propos (dans *Principes d'anesthésie*) qu'une visite préliminaire bien menée remplaçait avantageusement une injection de calmant.

— Nous voici maintenant au matin de l'opération. M. X. sait que le brancardier passera vers 8 heures pour le descendre au bloc opératoire. A 7 heures, l'infirmière de l'étage vient lui administrer la prémédication définie la veille par l'anesthésiste. En général, ce dernier a prescrit une injection intramusculaire d'un mélange d'atropine et de valium, la première de ces substances étant chargée de prévenir le ralentissement du rythme cardiaque, l'hypersécrétion salivaire et la contraction exagérée des muscles lisses involontaires qu'entraîne souvent l'anesthésie ; la seconde étant destinée à abaisser le niveau de l'angoisse préopératoire. Toutefois cette prémédication n'est ni systématique ni stéréotypée : son administration et sa composition dépendent de l'importance de l'acte chirurgical, de la durée de l'anesthésie et de l'état d'esprit du patient.

Pendant que l'infirmière s'affaire au chevet de M. X., l'anesthésiste et ses assistants pénètrent dans le bloc opératoire, bottés et masqués. Ce sont toujours eux qui arrivent les premiers, bien avant les chirurgiens et les aides soignantes, car il leur faut vérifier leurs appareils et préparer leur matériel en fonction de la stratégie anesthésique et chirurgicale qui va être mise en œuvre. Tel un pilote qui, avant de décoller, contrôle au moyen d'une *check-list*, le bon fonctionnement de tous les équipements vitaux de son avion, l'anesthésiste passe en revue, dans un ordre précis et immuable, les différents instruments, dispositifs et accessoires dont il aura besoin.

Ce travail préparatoire peut être divisé en quatre grands chapitres, selon les éléments auxquels il s'applique : 1° la vérification de l'appareil de ventilation ; 2° l'examen des moniteurs chargés de la surveillance des fonctions vitales ; 3° la sélection du matériel d'intubation ; 4° la mise en place des drogues qui seront utilisées.

Le ventilateur va assurer pendant tout le temps de l'opération la fonction respiratoire habituellement remplie par les muscles et les os du thorax, sous le contrôle des circuits nerveux automatiques du tronc cérébral. En effet, les drogues que l'on va administrer au patient ont un tel effet dépresseur sur la respiration que celle-ci va être quasiment suspendue, et devra donc être relayée par un système mécanique extérieur.

L'appareil de ventilation ne fabrique pas l'oxygène et l'azote qui sont insufflés dans les poumons du patient. Ces gaz proviennent d'une centrale de production (ou de distribution) située dans une dépendance de l'établissement hospitalier, et sont amenés jusqu'au bloc opératoire par un réseau de tuyauteries. Le rôle du ventilateur est de doser les proportions respectives de chaque gaz ; de réchauffer et d'humidifier le mélange ; d'en régler la pression et le débit ; enfin, de modifier le rythme du cycle respiratoire (durées de l'inspiration et de l'expiration). L'appareil comprend également un réservoir extérieur élastique, sorte de grosse vessie qui peut être comprimée manuellement et remplacer épisodiquement le travail de la machine, et un diffuseur de gaz halogéné — dont nous verrons le rôle plus tard.

L'anesthésiste commence par brancher les tuyaux d'alimentation du ventilateur aux arrivées de gaz encastrées dans le mur du bloc opératoire : tuyau bleu et embout métallique à quatre plots pour le protoxyde d'azote ; tuyau blanc et embout à trois plots pour l'oxygène. Il vérifie ensuite les tuyaux qui sortent de l'appareil en direction du patient : la branche d'insufflation, la branche d'expiration et le raccord en Y réunissant les deux conduits en un seul. Il s'assure par la même occasion du bon fonctionnement de la valve anti-retour empêchant les gaz expirés d'être réexpédiés dans les poumons du malade. Puis il examine — et règle au besoin — les différents systèmes de commande et de contrôle de la machine : le limitateur de pression ; les débimètres (qui déterminent la composition du mélange gazeux en dosant les proportions d'oxygène et de protoxyde d'azote) ; le spiromètre (qui mesure la quantité d'air absorbée par le patient à chaque insufflation) ; la capnomètre (qui analyse l'air expiré, afin de voir si le gaz carbonique présent dans les poumons du patient est bien aspiré par la machine).

L'anesthésiste en termine avec l'appareil de ventilation en emplissant la cuve du diffuseur avec un gaz halogéné (fluothane, isoflurane ou enflurane) à l'état liquide. Les gaz halogénés sont des anesthésiques généraux qui sont utilisés, soit pour entretenir l'endormissement dans les opérations qui ne demandent pas un sommeil très profond, soit pour prolonger de quelques minutes le sommeil au terme d'une opération lourde, sans avoir à recourir à une nouvelle injection de penthotal. Dans ces deux cas, l'air insufflé dans les poumons du patient transite par le diffuseur, où, en passant sur le liquide, il se charge de gaz halogéné (à la pression atmosphérique, le gaz stocké sous forme liquide se vaporise naturellement).

Un dernier coup d'œil au réchauffeur-humidificateur, et le ventilateur sera en ordre de

marche. Bien que n'ayant pas un rôle primoridial, ce réchauffeur humidificateur est tout de même fort utile : il évite que les voies aériennes du sujet — et, partant, tout son organisme — ne se déshydratent et ne se refroidissent sous l'effet d'un air trop sec et trop frais.

Pendant que l'anesthésiste vérifiait l'appareil de ventilation, l'un de ses assistants s'est occupé de la console regroupant les divers systèmes de surveillance du malade. Il a examiné successivement : le brassard pneumatique qui sera tout à l'heure posé sur le bras du patient et transmettra en permanence le niveau de sa pression artérielle ; le capteur oxymétrique qui, assujetti au bout du doigt, mesurera la saturation en oxygène du tissu cutané et témoignera de la bonne oxygénation de l'opéré ; l'oscilloscope qui visualisera l'activité électrique du cœur ; l'appareil d'électro-encéphalographie qui rendra compte de l'activité du cerveau. Ces différents indicateurs ont tous pour mission de renseigner constamment l'anesthésiste sur l'état du patient et de l'alerter sur le champ à la moindre anomalie.

— Il est 7 h 45. Le bloc commence à s'animer. Les chirurgiens, les internes, les aides (instrumentistes et panseuses) arrivent les uns après les autres. Le brouhaha s'amplifie, alors que l'équipe d'anesthésie est loin d'avoir terminé son travail préliminaire. Reste encore à préparer la matériel d'intubation et les drogues.

En vue de l'intubation, l'anesthésiste dispose sur une tablette :

- un laryngoscope, sorte de spatule recourbée munie d'une petite lampe, qui sert à abaisser la langue, à relever l'épiglotte et à dégager l'entrée de la trachée (il est conseillé de vérifier que la lampe et la pile ne sont pas hors d'usage !) ;
- une canule de Guedel, tube court, large et rigide destiné à empêcher le blocage du pharynx par la base de la langue ;
- une sonde souple à ballonnet (le ballonnet forme une sorte de manchon autour de la sonde à l'extrémité introduite dans la trachée ; une fois la sonde mise en place, il est gonflé et se colle à la paroi de ladite trachée, tenant lieu de joint d'étanchéité) ou bien une sonde armée, plus rigide, qui garde mieux la forme et la courbure qu'on lui donne. C'est la nature de l'opération qui détermine le mode d'intubation et le type de sonde utilisé. Pour un acte chirurgical maxillo-facial, par exemple, on préférera une intubation par le nez au moyen d'une sonde armée, tandis que, pour une intervention sur les membres inférieurs, on s'en tiendra à une intubation classique, par voie orale, avec une sonde souple ;
- un guide flexible que l'on glisse à l'intérieur de la sonde et qui permet d'orienter cette dernière lorsque l'intubation se révèle délicate ;
- une pince de Magyll, c'est-à-dire une pince recourbée servant à attraper l'extrémité de la sonde nasale lorsque celle-ci débouche dans la gorge, et à la diriger convenablement dans le pharynx ;
- un raccord destiné à relier la partie supérieure de la sonde à l'extrémité du flexible sortant de la machine à ventiler.

Dès qu'il en a terminé avec le matériel d'intubation, l'anesthésite passe aux drogues. Celles-ci étant toutes administrées par intraveineuse, il prépare quatre seringues :

- la première contient du penthotal, c'est-à-dire un sel de thiopental, puissant barbiturique qui va plonger le patient dans le sommeil au bout de 10 à 20 secondes. Introduit en anesthésie en 1935, le penthotal est aujourd'hui, et de loin, l'hypnotique le plus couramment utilisé dans toutes les salles d'opération du monde ;
- la deuxième seringue est remplie de succinylcholine, un curare d'un genre particulier qui agit en une minute, et dont l'effet ne persiste que pendant trois minutes. Pendant ce court laps de temps, il provoque un relâchement musculaire total, qui sera mis à profit pour intuber prestement le patient ;
- la troisième seringue renferme un analgésique, c'est-à-dire une substance qui va supprimer la sensibilité à la douleur. Il s'agit en général d'un dérivé synthétique de la morphine, cent fois plus puissant que la morphine naturelle, et qui ne peut être utilisé que sur un sujet intubé et ventilé, tant est profonde la dépression respiratoire qu'il provoque ;
- la quatrième seringue contient un curare à effet long (envion 45 minutes) qui, en assurant un relâchement musculaire prolongé, facilite d'une part le travail du chirurgien et, d'autre part, évite que les muscles respiratoires ne s'opposent, par leur contraction, au bon fonctionnement de l'appareil de ventilation. L'introduction en anesthésie de ce curare "longue durée" est certainement l'un des progrès majeurs de ces dernières années. Il est d'ailleurs également employé en réanimation pour "relaxer" les sujets placés sous respiration artificielle.

— Il est 8 heures, et M. X. vient d'arriver au bloc. Le brancardier l'a déposé sur la table d'opération. Tandis que l'anesthésiste consulte son dossier médical et, éventuellement, prend connaissance des résultats des examens supplémentaires demandés lors de la visite de la veille, un assistant met en place une perfusion dans une des veines du dos de sa main, puis ajuste sur lui les différents capteurs de contrôle (électrodes de l'électro-cardiographe et de l'électro-encéphalographe ; brassard de prise de tension ; oxymètre cutané).

Maintenant tout est prêt ; l'anesthésiste peut s'installer à son poste de commande, à la tête de la table d'opération. A sa droite, les tuyaux qui relieront le patient à l'appareil de ventilation. Derrière

lui, le ventilateur lui-même et la console de surveillance, avec ses écrans de contrôle et ses systèmes d'alarme. A sa gauche, la tablette où reposent le matériel d'intubation et les drogues. Après un ultime coup d'œil circulaire, il fait tamiser la lumière du scialytique (1) et demande le silence. Le moment est venu d'endormir M. X., et tout doit se passer dans le calme.

« A cet instant, explique un anesthésiste, on se sent un peu comme un pilote d'Airbus en bout de piste, juste avant le décollage. A cette différence près, toutefois, que le commandant de bord risque la peau de trois cents personnes, et la sienne propre, tandis que, dans la salle d'opération, seul le malade va décoller... »

L'assistante pique dans la tubulure de la perfusion l'aiguille de la seringue de penthotal et injecte lentement le liquide pâle. En moins de dix secondes, M. X. perd conscience. Que s'est-il passé ?

Au fur et à mesure qu'il pénètre dans la veine, le penthotal se dilue dans le sang, remonte dans le bras, passe par le cœur, transite par les poumons, retourne au cœur, d'où il est expédié dans tout l'organisme. Dans le sang, il s'est fortement lié aux protéines dissoutes dans le plasma, notamment à l'albumine. Mais, comme il est attiré par les tissus graisseux, il ne va pas tarder à les envahir, en passant à travers les parois des vaisseaux capillaires. Ainsi, il va affluer dans l'organe le plus riche en lipides de tout le corps humain, le cerveau, et en particulier dans la substance grise, la matière cérébrale la plus vascularisée. Là, l'invasion sera maximale en moins de 30 secondes et persistera une trentaine de minutes, après quoi le barbiturique sera progressivement éliminé.

La cible privilégiée du penthotal semble se situer dans le mésencéphale, partie centrale du cerveau formée des pédoncules cérébraux et des tubercules quadrijumeaux, et particulièrement dans le cœur du tronc cérébral situé immédiatement en-dessous

COMMENT ON "ENDORT" UN BRAS

Alors que nous décrivons dans l'article une anesthésie générale, nous détaillons ici et page 45 des anesthésies partielles, ou loco-régionales.

Les interventions chirurgicales sur le membre supérieur, pratiquées en France sous anesthésie générale, pourraient souvent ne nécessiter qu'une anesthésie loco-régionale par blocage du plexus brachial.

Les fibres nerveuses qui forment le plexus brachial quittent la moelle dans le canal rachidien au niveau des quatre dernières vertèbres du cou et des deux premières vertèbres du thorax pour former des racines, puis des troncs primaires et secondaires ; ils fusionnent, se divisent, se réunissent en un réseau complexe qui chemine vers l'épaule et le bras. Celui-ci est d'abord protégé dans la gouttière (le "sandwich") entre le muscle scalène antérieur et le muscle scalène moyen ; puis il passe sous la clavicule et rencontre la veine et l'artère sous-clavières, qui l'accompagnent dans une gaine musculaire descendant vers le bras et l'avant-bras.

La disposition anatomique du plexus explique que l'on peut injecter des anesthésiques locaux dans cette gaine, qui diffusent vers les troncs nerveux et en inhibent le fonctionnement.

Il existe deux voies d'intervention : la voie axilaire (flèche en bleu clair) et la voie interscalénique (flèche en pointillés bleu foncé), dont les effets sont détaillés sur le dessin en cartouche.

Voie interscalénique (effets en pointillés bleu foncé) : le patient est allongé, la tête tourné du côté opposé et légèrement soulevée pour que le muscle sterno-cléido-mastoïdien fasse saillie et que l'anesthésiste puisse glisser le doigt derrière le bord externe du muscle.

Le patient se détend alors, les doigts du médecin finissent par reposer sur le muscle scalène puis sur le sillon entre les deux scalènes. Et c'est là que doit être enfoncée l'aiguille, jusqu'à ce qu'une "décharge électrique" au-dessous de l'épaule soit ressentie par le patient. Alors seulement on peut injecter l'anesthésique.

Par cette voie interscalénique, on anesthésie les muscles de l'épaule (grand rond et deltoïde sus- et sous-épineux), que le patient ne peut plus tourner ni soulever, et dont l'articulation est insensible. Le malade ne peut ni fléchir ni étendre volontairement le bras, l'avant-bras, le poignet, la main et les doigts qui sont paralysés et insensibles.

La voie axilaire (zones bleu clair) : le patient est allongé, bras perpendiculaire au corps, avant-bras replié, main sous la tête. Le médecin palpe le pouls de l'artère humérale dans le creux axilaire, sous le grand pectoral. Il enfonce l'aiguille parallèlement au bras dans le creux axilaire, jusqu'à entendre le "clic" de l'aiguille franchissant la gaine du plexus, ou que le patient ressente une "décharge électrique" dans le bras ou l'avant-bras.

Par cette voie, on n'anesthésie que le bras, l'avant-bras et la main dont les muscles et la peau deviennent insensibles et paralysés. Les muscles de l'épaule, la peau du sein et l'omoplate sont épargnés.

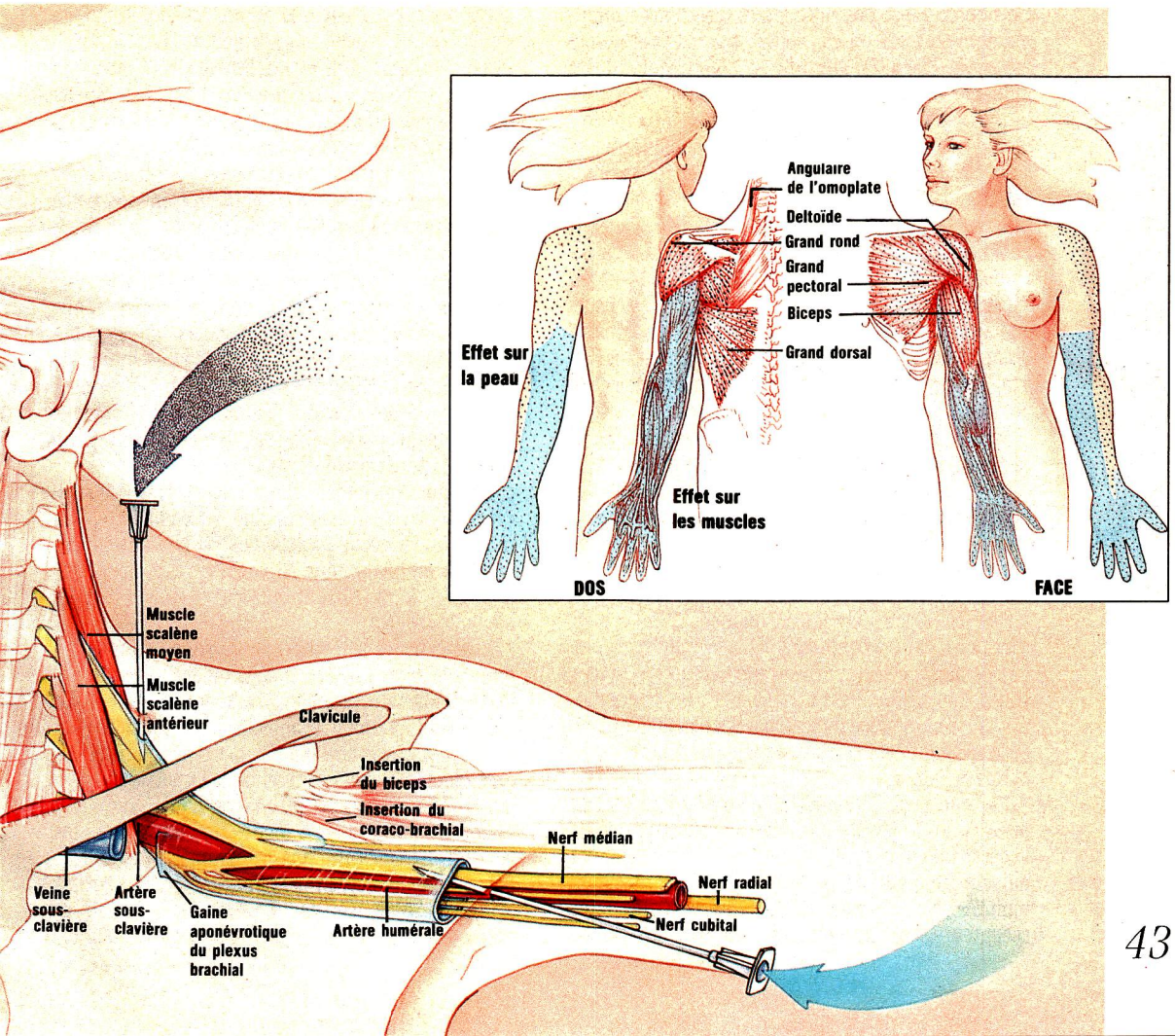
du mésencéphale. Là se trouve ce que l'on appelle le centre de la vigilance, c'est-à-dire un ensemble de neurones placés au carrefour des voies sensitives, qui remontent vers le cerveau, et des voies motrices, qui descendent dans tout le corps. Ce sont ces neurones qui, par leurs excitation permanente, tiennent le cerveau en éveil et facilitent la réception des signaux par les structures nerveuses adéquates. Or, le penthotal "éteint" ce système activateur, ainsi que l'on peut le constater sur l'électro-encéphalogramme. Quelques secondes après l'administration du barbiturique, le cerveau est parcouru par des ondes lentes, d'une fréquence de 5 à 12 herz et d'une grande amplitude, analogues à celles que l'on observe lors de l'endormissement naturel. Puis, petit à petit, l'amplitude des ondes diminue ; le tracé de l'électro-encéphalogramme est entrecoupé de silences de plus en plus longs, jusqu'à cessation complète de l'activité électrique du cerveau (cessation qui n'existe pas dans le sommeil naturel).

Cela dit, on ne sait pas exactement quels sont les groupes de cellules nerveuses qui sont touchés. Il y a dans cette région du tronc cérébral toute une mosaïque de neurones qui sont impliqués dans la fonction de vigilance, et qui constituent autant de cibles possibles pour le penthotal.

Les études de neurophysiologie cellulaire ont montré que les barbituriques agissaient à la synapse du neurone, c'est-à-dire dans la région où ils communiquent entre eux par l'intermédiaire de neurotransmetteurs. Sans doute modifient-ils les échanges interneuronaux et vont-ils même jusqu'à les interrompre. On sait que les barbituriques agissent sur le récepteur GABA (acide γ-amunobutirique) neurotransmetteur de ces cellules nerveuses. C'est tout ce que l'on peut dire pour le moment.

Sitôt le patient endormi, l'anesthésiste lui glisse dans la bouche une canule de Guedel, afin de bien

Dessin C. Witt



dégager le carrefour oropharyngé et, par voie de conséquence, ses voies respiratoires. Puis, saisissant un masque en caoutchouc noir, il le lui applique sur la bouche et le nez, et, au moyen de la vessie élastique qui se trouve à la sortie du respirateur, il le ventile manuellement pour compenser le brusque ralentissement du rythme respiratoire provoqué par le penthotal. Ce faisant, il demande à son assistante d'injecter dans la perfusion le contenu de la seconde seringue, à savoir 70 mg de succinylcholine.

Ce curare, avons-nous dit, a une action très rapide et de courte durée. Dilué dans le sang, il parvient en quelques secondes dans tous les muscles, où il se fixe en un point bien particulier : la plaque motrice (***dessin p. 47***). On appelle ainsi l'endroit où se fait la jonction entre le nerf moteur et la fibre musculaire. Schématiquement, la plaque motrice se présente comme une petite dépression creusée dans l'épaisseur de la membrane de la cellule musculaire, dépression dans laquelle vient s'encastrer le bouton terminal de l'axone moteur. Ce bouton n'est pas en contact direct avec ladite membrane, mais en est séparé par un très mince espace de 200 à 500 angströms (1 angström = 1 dix millième de micron). La communication entre la terminaison nerveuse et la cellule musculaire s'effectue au moyen d'un médiateur chimique ou, si l'on préfère, d'un neurotransmetteur : l'acétylcholine. Lorsque l'influx nerveux arrive dans le bouton terminal, celui-ci décharge de l'acétylcholine, qui diffuse dans l'espace libre et va se combiner à des sites récepteurs spécifiques situés sur la membrane de la cellule musculaire. Il s'ensuit une modification de la perméabilité de la membrane et la création d'un "potentiel d'action" qui se propage tout le long de la fibre musculaire et provoque sa contraction.

Mais cette situation est très éphémère. En effet la membrane de la cellule musculaire ne tarde pas à sécréter une enzyme, l'acétylcholinostérase, qui détruit l'acétylcholine. De ce fait, la perméabilité de la membrane retrouve son état initial, et le muscle se détend. Jusqu'à la prochaine stimulation...

C'est ce mécanisme bien réglé que vient perturber la succinylcholine. Comment ? En venant occuper les sites récepteurs de l'acétylcholine et en empêchant ainsi le neurotransmetteur d'exercer son action habituelle. Conséquence : la plaque motrice ne répond plus aux décharges d'acétylcholine, et le muscle reste en état de relâchement. C'est la paralysie "flasque".

En outre, la succinylcholine résiste beaucoup mieux que l'acétylcholine à l'action destructrice de l'acétylcholinostérase, si bien que le relâchement musculaire peut se prolonger pendant plusieurs minutes. Enfin, avant de "squattériser" les sites récepteurs de l'acétylcholine, la succinylcholine commence par obliger les boutons terminaux des neurones moteurs à se vider de toutes leurs réserves d'acétylcholine. D'où ces vagues de contractions anarchiques que l'on peut observer sur tout le corps du patient (thorax, abdomen, bras, jambes, face, etc.).

C'est précisément à cause des perturbations qu'elle occasionne que la succinylcholine intéresse l'anesthésie. En entretenant un relâchement musculaire complet, elle facilite grandement l'intubation : le maxillaire inférieur peut être abaissé au maximum, et la mise en place de la sonde ne risque pas d'être gênée par des contractions intempestives de la glotte ou des cordes vocales. Et si, malgré tout, l'intubation se révèle impossible, la dégradation relativement rapide de la succinylcholine par l'enzyme de la plaque motrice évite les accidents asphyxiques.

Mais revenons à notre sujet, c'est-à-dire à M. X. qui vient de recevoir sa dose de succinylcholine. Dès qu'apparaissent les tressaillements musculaires témoignant de l'action du produit, l'anesthésiste retire le masque à oxygène ainsi que la canule de Guedel et procède rapidement à l'intubation. Il glisse la lame courbe du laryngoscope dans la bouche ouverte et, en prenant bien soin de ne causer aucun traumatisme, il tire fortement vers lui afin de ramener vers l'avant le corps charnu de la langue et de dégager complètement le pharynx. Au fond de ce carrefour où s'entrecroisent les voies digestives et respiratoires, il distingue l'extrémité supérieure du larynx, c'est-à-dire l'épiglotte, sorte de lamelle cartilagineuse qui se rabat chaque fois que le sujet déglutit, et les cordes vocales, replis musculo-membranaux responsables de la phonation. Se saisissant de la sonde souple munie de son ballonnet, il la glisse sous l'épiglotte et, passant entre les cordes vocales, l'enfonce dans la trachée. Tout doit aller très vite, car, pendant ces opérations, M. X. est privé de respiration.

Lorsque la sonde est en place, l'anesthésiste retire le laryngoscope, gonfle le ballonet et, au moyen du raccord, branche l'extrémité du tube sur le tuyau du respirateur. A partir de ce moment, les poumons de M. X. sont automatiquement ventilés par la machine.

Reste encore à vérifier que la sonde n'a pas été enfoncée trop profondément, qu'elle n'a pas pénétré dans une bronche, n'alimentant de ce fait qu'un seul poumon (l'anesthésiste, à l'aide d'un stéthoscope, s'assure que les deux poumons respirent identiquement) ; à maintenir la partie du tube qui sort de la bouche au moyen d'une cordelette nouée autour du cou ; à mettre du collyre dans les yeux du patient (afin que les paupières ne collent pas au globe oculaire, la production de larmes ayant été stoppée par l'anesthésie) ; enfin, et surtout, à empêcher l'équipe chirurgicale d'inter-

(suite du texte page 46)

LES ANESTHÉSIES PÉRIDURALE ET RACHIDIENNE

Pour les interventions sur les membres inférieurs ou le bassin, on peut se passer de l'anesthésie générale et utiliser une méthode locorégionale, soit péridurale, soit rachidienne.

Pour les deux, la voie d'accès est la même : il s'agit de pénétrer dans le canal rachidien ou dans son enveloppe extérieure. Opération délicate, car en franchissant (voir dessin), dans le canal rachidien, une simple membrane méningée, on passe de l'espace péridural (où cheminent les racines nerveuses issues de la moelle) à la moelle épinière elle-même entourée du liquide céphalo-rachidien. C'est la simple épaisseur d'une méninge qui fait la différence entre l'anesthésie de la moelle (rachianesthésie) et celle des racines (péridurale).

Comment fait-on ? Le patient est assis en position fœtale, la tête fléchie au maximum. Ainsi le rachis lombaire est en flexion et les apophyses épineuses des vertèbres adjacentes sont écartées au maximum.

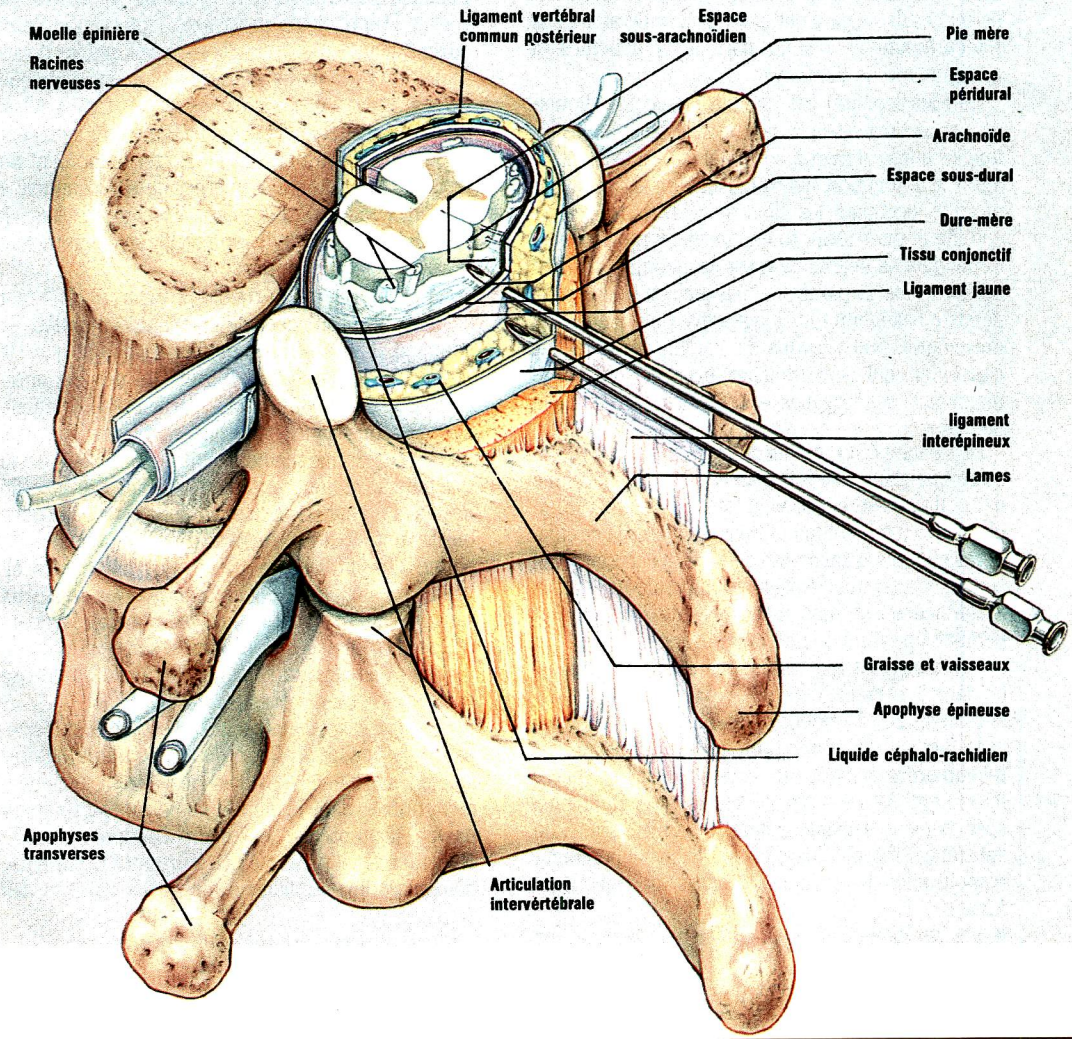
L'anesthésiste, habillé et ganté stérilement, désinfecte la peau du dos, repère avec le doigt l'apophyse épineuse de la vertèbre inférieure, et enfonce l'aiguille perpendiculairement à la peau, au-dessus de ce repère, au milieu de l'espace intervertébral.

Dans le cas d'une péridurale, l'aiguille pénètre la peau, le ligament interépineux, et franchit le ligament jaune. C'est la limite postérieure de l'espace péridural. La limite antérieure de cet espace est la dure-mère méningée. L'espace péridural contient de la graisse et des vaisseaux sanguins. C'est un compartiment où règne une pression négative. Dès que l'aiguille aura franchi le ligament jaune, la dépression aspirera le liquide d'une seringue de sérum physiologique.

L'anesthésiste sait alors que l'extrémité de l'aiguille est bien dans l'espace péridural. Il change alors de seringue et injecte le produit anesthésique qui va diffuser vers les racines et provoquer l'analgésie et le relâchement moteur souhaités, en interrompant le passage des influx nerveux, sensitifs et moteurs, dans les racines.

Pour une anesthésie rachidienne, on fait la même "manip" mais le médecin pousse l'aiguille quelques millimètres plus loin : elle passe la dure-mère et pénètre l'espace sous-arachnoïdien, rempli du liquide céphalo-rachidien. Il suffit là encore d'adapter la seringue d'anesthésique local et d'injecter à petites doses.

Là où la péridurale ne bloque que l'influx nerveux des racines médullaires, la rachianesthésie provoque, elle, un blocage médullaire vrai, direct et rapide, bien plus étendu (en hauteur) et complet (sensitif, moteur et neurovégétatif).



Dessin C. Witt

venir prématurément. Sous l'action conjuguée du penthotal, de la succinylcholine et de la ventilation artificielle, le malade se trouve en effet plongé dans un formidable orage physiologique, bouleversement silencieux profond de tout son organisme. Ce n'est pas le moment de le bouger, de le soulever, de le tourner, de lui faire prendre la position que le chirurgien juge la plus commode pour son intervention.

Endormi, intubé, M. X. n'a parcouru que la moitié du chemin qui conduit à l'opération : il faut encore le relaxer et l'insensibiliser. Mais, auparavant, l'anesthésiste doit régler la marche du respirateur. Le plus souvent, le fonctionnement de l'appareil est asservi au volume du soufflet-réservoir, par l'intermédiaire de deux capteurs. Le premier détecte le moment où le soufflet est vide, et déclenche la phase d'expiration ; le second réagit lorsque le réservoir à atteint le niveau de remplissage choisi par l'anesthésiste (en fonction de la capacité thoracique du patient) et provoque l'insuflation.

Au signal de l'anesthésiste, une assistante injecte dans la perfusion le contenu des deux dernières seringues. Il s'agit, d'une part, de 5 miligrammes de Pancuronium et, d'autre part, de 4 dixièmes de milligramme de Fentanyl.

Le Pancuronium est, comme la succinylcholine, un curare, mais son action est de beaucoup plus longue durée : environ 30 minutes. Il intervient lui aussi à la jonction neuro-musculaire de la plaque motrice, occupant les sites récepteurs de l'acétylcholine et interdisant toute contraction du muscle. Cependant sa dégradation est beaucoup plus lente, de sorte que la paralysie "flasque" qu'il entretient persiste beaucoup plus longtemps. Ce relâchement musculaire, nous l'avons dit, facilite le travail du chirurgien, qui peut trancher, écarter, soulever et manipuler des organes et des tissus totalement détendus.

Le Fentanyl, lui, est un dérivé synthétique de la morphine, 200 à 300 fois plus actif que la morphine naturelle. C'est ce produit qui va rendre M. X. insensible à toute douleur. Introduit dans la circulation sanguine, il gagne rapidement le cerveau, où il se fixe. L'effet analgésique qui apparaît au bout de 30 secondes, est maximal au bout de 3 minutes, et persiste une trentaine de minutes.

Comment agit le Fentanyl ? Il existe, rappelons-le, dans le système cérébro-spinal, et plus particulièrement dans la moelle épinière, le tronc cérébral et toutes les structures profondes du cerveau, des récepteurs spécifiques de la morphine. Ces récepteurs sont de trois types, chaque type étant plus spécialement sensible à telle ou telle variété de substance morphinique et plus particulièrement responsable de certaines formes de réactions. Ainsi :

- Les récepteurs *mu* sont activés par la morphine pure, et interviennent dans l'analgésie, la dépression respiratoire et l'état d'euphorie engendré par les morphiniques ;
- Les récepteurs *kappa* sont activés par la nalorphine et les benzomorphanes, et interviennent dans la sédation et les phénomènes de dépendance ;
- Les récepteurs *sigma* sont activés par d'autres dérivés morphiniques et interviennent dans les phénomènes psychomoteurs (hallucinations, agitation) induits par ces drogues.

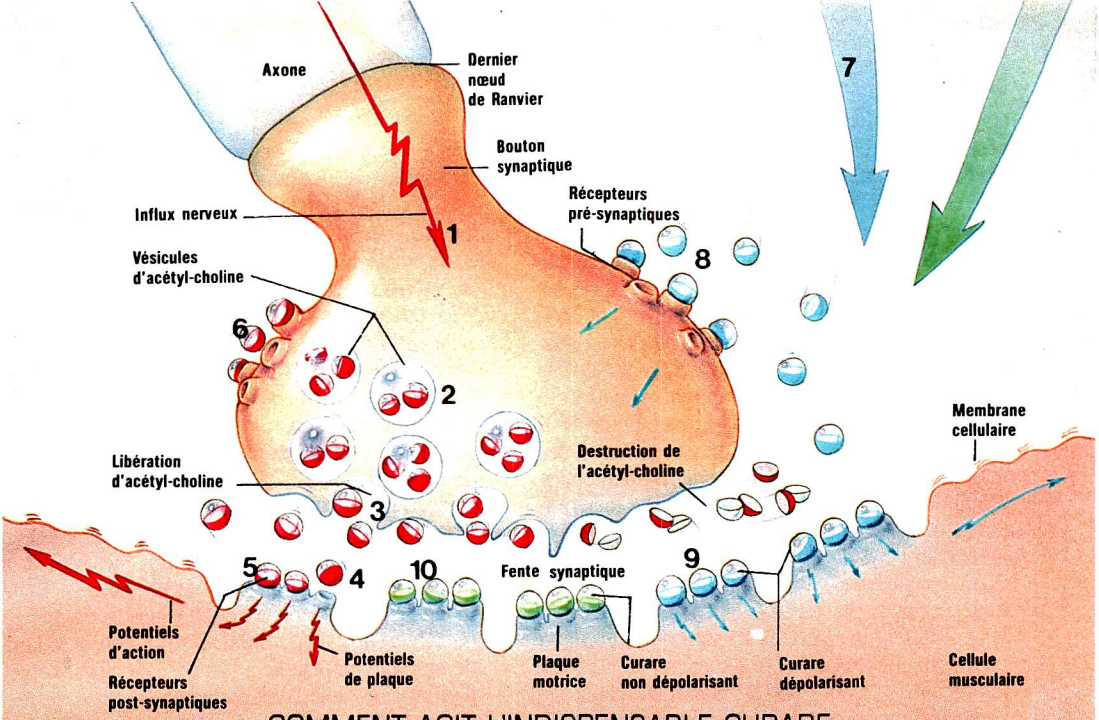
Le Fentanyl, en tant qu'analogue pur de la morphine, agit surtout sur les récepteurs *mu*, mais avec une puissance incomparablement supérieure à celle de la morphine naturelle. Utilisable seulement en anesthésie (car son effet déprimant sur la respiration nécessite impérativement une ventilation artificielle), il a l'avantage de ne pas perturber la tension artérielle ni le fonctionnement du muscle cardiaque, même à très forte dose.

Maintenant que M. X. est profondément endormi (par le penthotal), totalement décontracté (par le Pancuronium) et entièrement insensibilisé (par le Fentanyl), les chirurgiens peuvent se mettre au travail. D'après leurs prévisions, l'intervention doit durer 2 heures. Or, l'anesthésiste sait que les doses initiales d'hypnotique, de curare et de morphinique ne seront pas efficaces pendant un temps aussi long. L'essentiel de sa tâche va donc être à présent de surveiller son patient, de guetter le moment où celui-ci commencera à émerger de son sommeil, à retrouver sa force musculaire, à recouvrer sa sensibilité à la douleur, et de renouveler en conséquence les injections appropriées.

Lorsque l'opération touche à sa fin et qu'il faut seulement prolonger de quelques minutes le sommeil, l'anesthésiste préférera, plutôt que de réinjecter du penthotal, utiliser l'un des gaz anesthésiants dont nous avons parlé précédemment. Ces gaz (fluothane, enflurane, isoflurane...), introduits sous forme liquide dans le diffuseur de la machine à ventiler, se vaporisent dans l'air insufflé dès que l'on fait passer cet air au-dessus de la cuve où ils sont stockés. Une fois dans les poumons du patient, ils diffusent à travers les parois des alvéoles pulmonaires et pénètrent dans les vaisseaux sanguins qui irriguent le tissu pulmonaire. La quantité de gaz qui passe ainsi dans le sang est fonction de deux facteurs : la solubilité du gaz et la vitesse circulatoire, c'est-à-dire le débit cardiaque.

Bien que les gaz halogénés (c'est-à-dire appartenant à la famille du fluor, du brome ou du chlore) soient les produits anesthésiques les plus anciennement utilisés dans le monde, on ne connaît toujours pas de façon précise leur mode d'action. Depuis le 16 octobre 1846, jour où T.G. Morton fit la première démonstration publique d'anesthésie gazeuse, les

(1) Rampe d'éclairage au-dessus du champ opératoire.



COMMENT AGIT L'INDISPENSABLE CURARE

C'est un poison paralysant ; injecté à un homme qui n'est pas sous respiration artificielle, celui-ci meurt par asphyxie. Par contre, sous réserve d'une bonne ventilation du patient, le chirurgien peut, grâce au curare, opérer tranquillement.

Un muscle se contracte grâce à une commande du cerveau qui arrive sur le bouton synaptique (1), faisant face à la plaque motrice. Cet influx mobilise des vésicules bourrées d'un neurotransmetteur (2), l'acétylcholine, qui va traverser la fente synaptique (3), pour se lier, sur la plaque motrice (4), à des récepteurs spécifiques (5). Lorsqu'un nombre suffisant de récepteurs est occupé, les cellules du muscle se contractent de proche en proche, par dépolarisation (6). En agissant sur des récepteurs présynaptiques (7), l'acétylcholine va encore accélérer ce phénomène. C'est ce schéma naturel que va bouleverser l'arrivée de deux types de curare.

Le curare dépolarisant, en touchant les récepteurs présynaptiques (8), libère brusquement toute l'acétylcholine, puis se fixe sur les récepteurs libérés de la plaque motrice (9). Il provoque alors une dépolarisation prolongée de la membrane cellulaire. Son effet est bref (3 mn) et il est utilisé par l'anesthésiste au moment de l'intubation.

Le curare non dépolarisant, lui, prend seulement la place laissée libre par l'acétylcholine (10), sans provoquer de dépolarisation. Son effet peut durer 45 mn. C'est celui qui est injecté au malade tant que dure l'anesthésie.

chercheurs tentent en vain d'élucider les mécanismes biochimiques qui sont à l'origine de cet effet anesthésiant. La seule chose dont ils soient à peu près assurés, c'est qu'il doit exister dans le cerveau un ou plusieurs sites privilégiés sur lesquels les molécules gazeuses viennent se fixer. Mais où se trouvent ces sites, de quelle façon réagissent-ils, quels circuits inhibent-ils ? Ils l'ignorent.

Bien des théories ont été échafaudées, mais aucune n'est entièrement satisfaisante. Ainsi, à la fin du siècle dernier, deux chercheurs anglais, MM. Meyer et Overton, étudiant la puissance anesthésiante de certains gaz (le xénon, le chloroforme, le cyclopropane, les gaz fluorés), se sont aperçus que cette puissance était en rapport avec la solubilité du gaz dans les lipides ; plus une molécule gazeuse est liposoluble, plus son pouvoir anesthésiant est grand. A la réflexion, cela n'a rien d'étonnant, puisque les membranes des neurones sont constituées à 90 % de lipides (phospholipides, cholestérol, etc.). Partant de cette constatation, certains neurophysiologistes contemporains ont cru pouvoir conclure que la puissance anesthésique d'un gaz était indépendante de la taille et de la forme de ses molécules, et que seul son coefficient de solubilité dans les graisses était à prendre en considération.

Hélas, l'expérience ne corrobore pas cette théorie ! Il existe en effet des gaz de la famille des précédents, qui, bien qu'ayant un très fort coefficient de solubilité, n'ont aucun pouvoir anesthésique. Est-ce parce que leurs molécules sont trop grosses pour pénétrer dans les sites récepteurs ? Même pas, puisque cette absence d'efficacité se rencontre aussi chez des gaz dont les molécules sont de très petite taille.

Autre mystère : celui de la pression. Si l'on met des poissons rouges dans un bocal contenant du fluothane, ils s'endorment aussitôt. Mais si l'on augmente la pression au-dessus du bocal jusqu'à 150 atmosphères, les voici qui se réveillent ! Comment expliquer ce phénomène ? Plusieurs hypothèses ont été formulées :

- Pour certains, la pression agit sur le volume de la membrane des neurones. Les sites récepteurs dis-

Dessin C. Witt

posés sur cette membrane étant comprimés, les molécules de gaz qui les ont investis sont expulsés, et le sommeil cesse.

• Pour d'autres, c'est en agissant sur la fluidité des lipides qui composent la membrane neuronale que la pression provoque le réveil. En effet, d'après les adeptes de cette théorie (en particulier J.C. Metcalfe et P. Seeman), les anesthésiques gazeux augmenteraient de façon significative la fluidité de ces lipides, ce qui perturberait les courants ioniques qui traversent dans les deux sens la membrane neuronale, inhiberait les communications entre les neurones et entraînerait le sommeil. La pression, en rétablissant la fluidité normale des lipides membranaires, contrarierait les effets de l'anesthésique et ramènerait l'état de veille.

Au-delà de l'explication d'un phénomène anecdotique, ces deux thèses, on le voit, sont fondamentalement différentes dans la mesure où la première considère que les cibles des gaz anesthésiques sont les récepteurs situés sur la membrane, donc des protéines, tandis que la seconde part du principe que les gaz agissent sur les lipides de la membrane.

Quoi qu'il en soit, et si séduisantes qu'elles puissent paraître, ces deux hypothèses présentent l'une et l'autre le même défaut : elles n'ont pas été "démontrées". Autrement dit, elles n'ont pas été confirmées par l'expérimentation.

Il existe diverses variantes de ces théories. Selon l'une d'entre elles, certaines régions membranaires passeraient, sous l'effet des gaz anesthésiques, de l'état de gel à l'état de cristal liquide, ce qui modifierait la perméabilité de la membrane. Malheureusement, de tels phénomènes de transition de phase ne sont observables qu'avec des concentrations d'anesthésiques au moins 100 fois supérieures à celles qui sont administrées dans les blocs opératoires.

Selon une autre variante, c'est la température qui serait en cause : une augmentation de quelques dizièmes de degrés, due à l'action des gaz, suffirait à modifier la perméabilité membranaire. On fera simplement remarquer que de telles variations thermométriques se produisent quotidiennement chez tout un chacun, sans pour autant provoquer d'anesthésie générale "spontanée" !

En résumé, la seule certitude que l'on ait, c'est que les gaz halogénés, à dose appropriée, sont à même de prolonger le sommeil de M. X. Quant à ce qui se passe dans son organisme, on est encore bien en peine de le dire.

Maintenant, l'opération est terminée. L'équipe chirurgicale a mené à bien son intervention. L'équipe anesthésique, pour sa part, a judicieusement mené son affaire : les effets des drogues administrées ont couvert exactement le temps de l'intervention. La dernière suture achevée, M. X. a commencé à émerger de son sommeil, à recouvrer son tonus musculaire et sa sensibilité. Ses poumons se sont remis à fonctionner normalement, et il a pu être "extubé". Conduit en salle de réveil, il va rester pendant quelque temps sous surveillance renforcée.

Si, au terme de chaque opération réussie, les anesthésistes éprouvent une sorte de soulagement, c'est parce qu'ils savent qu'ils font un travail délicat, qu'ils utilisent des techniques, certes parfaitement maîtrisées, mais qui réclament néanmoins une attention de tous les instants. Plus que quiconque, ils sont préoccupés par les problèmes de sécurité, sachant bien qu'au moindre incident, ils seront mis en accusation.

Pourtant la responsabilité de l'anesthésie dans les incidents ou accidents opératoires est loin d'être toujours établie et, de surcroît, bien difficile à démontrer. Richard Keenan, anesthésiste à Richmond (Virginie) écrivait en 1985 dans le *Journal of the American Medical Association* que, si le taux de mortalité imputable à l'anesthésie faisait l'objet d'estimations aussi contradictoires, c'était probablement parce qu'il était impossible de le déterminer avec exactitude.

La plus récente tentative de chiffrage est l'œuvre de Robert Seeman et de ses collègues du département d'anesthésie de la *Harvard Medical School* de Boston. Dans une étude publiée en août dernier par le même *Journal of the American Medical Association*, ils indiquaient que, sur les 20 millions de sujets endormis chaque année aux Etats-Unis, 2 000 environ décédaient de causes directement imputables à l'anesthésie. Avec ce réalisme financier propre aux Américains, ils précisaient que les dommages et intérêts attribués à l'issue des (nombreux) procès qui suivaient les accidents anesthésiques, s'élevaient en moyenne à 100 000 dollars (650 000 francs) par cas, et avaient même atteint en une occasion le chiffre record de 41 millions de dollars (266,5 millions de francs).

En France, jusqu'en 1977, aucune étude similaire n'avait été entreprise. Il a fallu l'obstination de quelques anesthésistes, les demandes réitérées des syndicats professionnels — ainsi que, malheureusement, le décès accidentel du fils d'un couple de hauts fonctionnaires — pour que l'on se décidât à mener une enquête nationale approfondie. L'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) créa une groupe de travail composé de chercheurs, d'épidémiologistes et de chefs de départements d'anesthésie, groupe qui travailla de 1978 à 1982.

Alors que, chaque année, plus de deux millions et demi de Français subissent une anesthésie générale (93,3 %) des cas) ou locorégionale (rachianesthésie, péridurale, etc.), les enquêteurs ont pris en compte très exactement 190 389 cas, chiffre considérable. Pour être représentatifs, ces cas avaient été sélectionnés en fonction de différents critères et selon

UN SOMMEIL SURVEILLÉ PAR LES MACHINES

De plus en plus performantes, ce sont les auxiliaires indispensables à l'anesthésiste. Voici (photos pages suivantes) des nouveautés en deux domaines : celui des ventilateurs qui, reliés à la sonde d'intubation, assurent la respiration du patient pendant que dure l'anesthésie, et celui des moniteurs qui surveillent une ou plusieurs fonctions vitales et s'alarment dès que celles-ci sortent d'une fourchette physiologique de référence.

LES VENTILATEURS

1. L'ABT 4100 (Kontron instruments)

C'est un ventilateur "intelligent", doté d'un microprocesseur qui contrôle la délivrance des gaz au patient, qui en calcule point par point le débit et en adpte automatiquement la vitesse d'insufflation ; il est utilisé en anesthésie et réanimation et c'est le moteur le plus puissant du marché. (Prix : environ 44 000 F HT.)

2. LE PROTORYTHME (LSA)

Respirateur classique, mais doté d'un système original de propulsion des gaz : une enceinte rigide contient une enceinte souple qui se gonfle et se dégonfle, comprimant et détendant les gaz pris dans l'enceinte rigide.

Les mélangeurs de gaz et les alarmes sont entièrement pneumatiques (et fonctionnent même en cas de panne électrique). Pour l'anesthésie seulement. (Prix : environ 60 000 F HT.)

3. Le GR 300 (LSA)

D'un concept nouveau, ce "tronçonneur de débit" est le seul appareil de "jet ventilation" fonctionnant à haute fréquence (jusqu'à 300 inspirations par minute) avec de très faibles quantités de gaz (30 cm^3 au lieu de 400 classiquement). Utile en chirurgie thoracique et ORL. (Prix : environ 60 000 F HT).

4. Le SAI (Dräger)

Ce ventilateur pneumatique polyvalent fonctionne en circuit ouvert (avec des débits importants) ou en circuit fermé (économie de gaz) tant pour des adultes que pour des enfants. Une console surveille les pressions, la proportion d'oxygène inspiré, les volumes, la fréquence, la température, l'épuration de gaz carbonique. (Prix : environ 100 000 F HT.)

5. Le CAR 7700 (Ohmeda)

Il remplace le CAR 830, copie d'un ventilateur vieux d'un quart de siècle. Un moteur pas à pas "pousse" les gaz vers le patient dans une enceinte souple, par l'intermédiaire d'une valve électronique. La machine comporte un analyseur d'oxygène, un spiromètre. Analyseur de gaz halogénés et de gaz carbonique en option. (Prix : environ 98 000 F HT.)

LES APPAREILS DE SURVEILLANCE

6. Le Microgas 7640 (Kontron instruments)

Il analyse, grâce à une électrode collée sur la peau, la pression artérielle en oxygène et en gaz carbonique des petites artères de la main. (Prix : environ 55 000 F HT.)

7. Le Biox 3700 (Ohmeda)

Il analyse par une électrode cutanée, la saturation relative en oxygène des tissus sous-cutanés. Devrait exister dans tous les blocs. (Prix : 75 000 F HT.)

8. Le Neurotrak (ECEH)

Il analyse, en temps réel et en continu, l'électroencéphalogramme du patient. Note et prévient (sur écran et sur imprimante) des changements de rythme, des modifications témoignant d'une souffrance cérébrale, du réveil. Gros avantage : il est utilisable par des non-spécialistes de l'EEG. (Prix : 170 000 F HT.)

9. Le HP 7835 A4 (Hewlett-Packard)

Ce moniteur classique de surveillance permanente de la pression artérielle (avec un brassard gonflable), et de l'activité électrique cardiaque (avec la fréquence) est utilisé en anesthésie et en réanimation. Il dispose de sorties ordinateur et imprimante. (Prix : environ 70 000 F HT.)

10. Echographe œsophagien (Critikon)

La sonde Doppler, descendue dans l'œsophage, transmet à la console de surveillance un signal sonar. Cette mesure semi-quantitative du débit aortique est utile chez les patients "à risque" mais ne remplace pas la mesure sanglante directe du débit cardiaque (beaucoup plus lourde). (Prix : environ 130 000 F HT.)

11. Le Cardiocap (LSA)

Ce multiplicateur surveille (capnomètre branché sur le ventilateur) l'épuration de gaz carbonique, l'ECG et la fréquence cardiaque, et la saturation de la peau du patient en oxygène. (Prix : environ 100 000 F HT.)

des proportions correspondant à la réalité anesthésiologique :

- critère de sexe : hommes 47 %, femmes 53 % ;
- critère d'âge : nourrissons (1,2 %), adolescents, adultes et personnes âgées de plus 85 ans (1,3 % pour ces derniers) ;
- critère de lieu : anesthésies pratiquées dans des hôpitaux universitaires, des hôpitaux généraux, des établissements privés, des centres anticancéreux, etc. ;
- critère de genre : anesthésies générales, régionales, locales, anesthésies faites en urgence ou programmées à l'avance ;
- critère de qualification : anesthésies réalisées par des médecins, par des élèves en formation, par des infirmières anesthésistes ;
- critère de destination : anesthésies pratiquées en vue d'une intervention chirurgicale, ou bien d'une exploration diagnostique douloureuse, ou bien d'un accouchement, etc.

Les résultats de cette gigantesque enquête ont péniblement surpris le monde médical. Le risque anesthésique est beaucoup plus important qu'on ne l'imaginait : on compte 1 accident pour 720 anesthésies et 1 décès pour 2 885 !

Cette révélation n'a pas manqué de susciter des réactions passionnées. Ainsi, dans le journal médical *Tonus*, le Dr Chapus s'exclamait : « Chaque année, dans notre pays, l'anesthésie tue un millier de personnes. » Plus que la drogue. Le Dr Courtine, président du syndicat des hôpitaux généraux, ne semblait, lui, pas trop étonné : « Cela correspond à une réalité que nous connaissons. Il faut dire que nous souffrons d'une véritable pénurie de médecins anesthésistes. » Quant au Dr Sentilhes, un chirurgien maxillo-facial habitué des salles d'opération, il se voulait résolument rassurant : « Il faut examiner ces résultats avec discernement, écrivait-il dans le

(suite du texte page 52)

UN SOMMEIL SURVEILLÉ PAR LES MACHINES

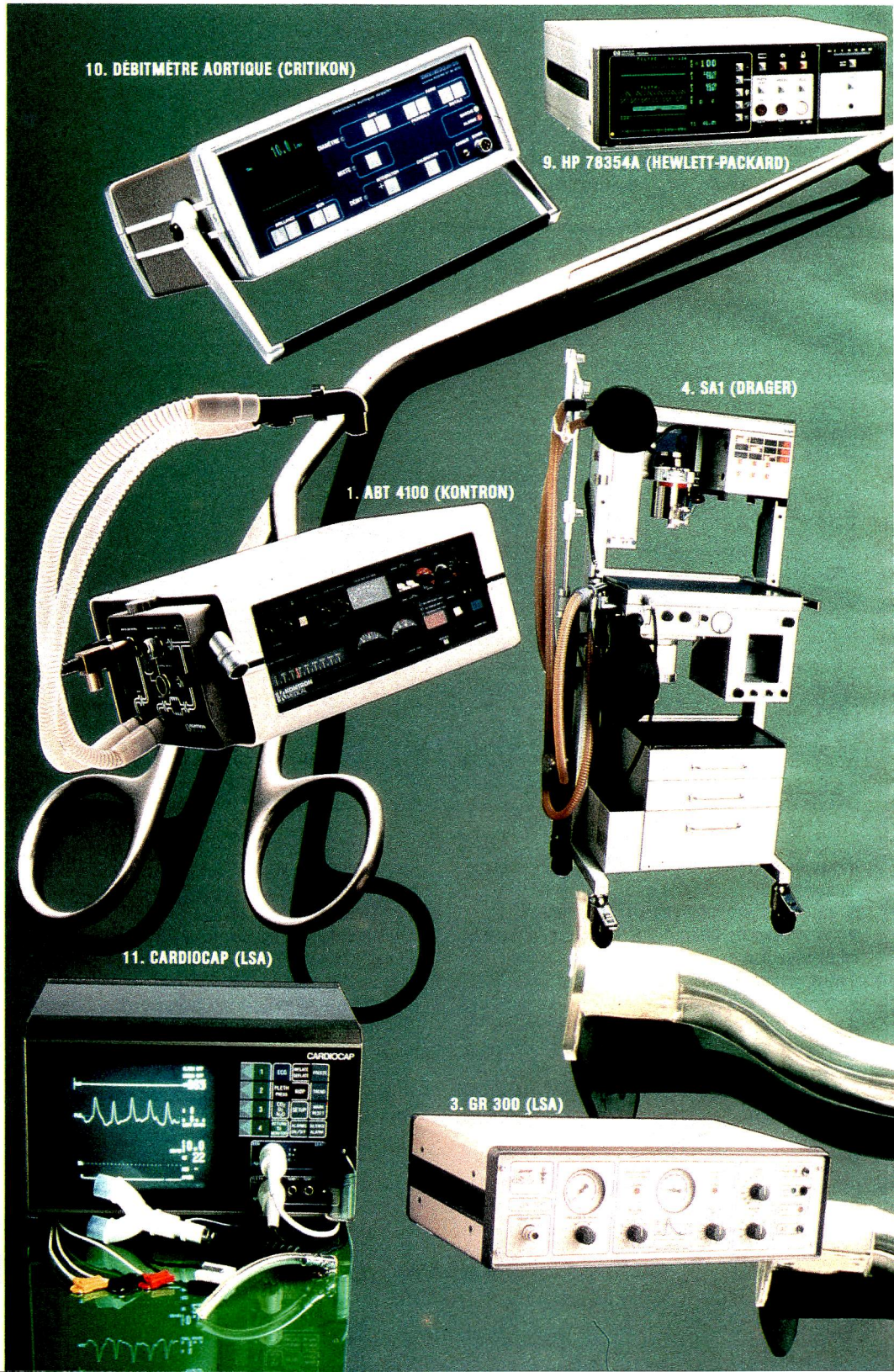


Photo Th. Morin / Photo du fond : matériel gracieusement prêté par le B.H.V.

6. MICROGAS 7640 (KONTRON)
8. NEUROTRAK (ECEH)
5. CAR 7700 (OHMEDA)
7. BIOX 3700 (OHMEDA)
2. PROTORYTHME (LSA)

Quotidien du médecin. Le progrès est considérable par rapport aux années 50, où l'expression "rester sur le billard" traduisait une réalité, hélas, trop fréquente. Aujourd'hui, pour les trois quarts des patients, le risque est extrêmement faible. Nous pouvons leur affirmer en toute conscience et en toute honnêteté qu'ils peuvent être assurés d'un réveil normal. »

Si l'on examine plus en détail l'étude de l'INSERM, on s'aperçoit qu'un grande nombre d'accidents sont d'ordre respiratoire, et que beaucoup d'entre eux auraient pu être évités par une meilleure surveillance du matériel ou des patients. Qu'on en juge. Parmi les causes incriminées par les enquêteurs, on trouve :

- des défaillances du respirateur (5 cas) par manque d'entretien. Comme le dit un technicien hospitalier, « c'est souvent à l'occasion d'une panne, que l'on me demande de réviser les appareils » ;
- des intubations qui, en raison de difficultés sous-estimées ou d'une exécution désordonnée, prennent trop de temps (16 cas). N'oublions pas en effet que, pendant toute la durée de l'intubation, le malade n'est plus sous assistance respiratoire ;
- une valve inversée qui réinjecte dans le circuit les gaz expirés (1 cas) ;
- une alimentation en oxygène défectueuse (2 cas) ;
- un déplacement de la sonde (2 cas) ;
- une obstruction de la sonde (3 cas) ;
- une extubation accidentelle pendant l'intervention (3 cas).

Toutefois les deux accidents respiratoires les plus fréquents sont, d'une part, le reflux du contenu de l'estomac dans les voies aériennes (qui survient généralement dans les anesthésies pratiquées en urgence, lorsque le patient n'est pas à jeun, et qui occasionne des pneumopathies gravissimes) et, d'autre part, les extubations prématurées, exécutées avant que le sujet ait récupéré le contrôle normal de sa respiration.

Comble de la maladresse coupable, les enquêteurs signalent même un cas où la sonde d'intubation a été introduite dans l'œsophage au lieu d'être placée dans la trachée ! On se demande encore comment une telle énormité a pu échapper à la surveillance de l'équipe anesthésiste. Aussi, lorsque le Pr Vourch écrit, en conclusion de l'enquête, que « nombre d'accidents résultent d'erreurs humaines », ne peut-on que tristement opiner du bonnet.

Alors, que faire pour renforcer la sécurité ? Sans doute améliorer l'enseignement et la formation des anesthésistes ; augmenter le nombre des postes attribués à de vrais spécialistes ; responsabiliser tout le personnel. Mais, surtout, fiabiliser le matériel, assurer une maintenance rigoureuse et s'entourer de tous les systèmes de contrôle et d'alarme disponibles.

Une histoire vraie, qui s'est passée au Canada (et qui a inspiré un thriller américain : *Coma*) montre combien l'absence de ces systèmes de contrôle peut être préjudiciable.

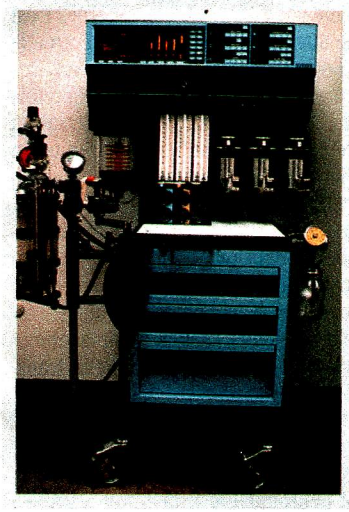
Dans un hôpital, les deux canalisations jumelées qui, par les sous-sols, amenaient l'oxygène et le protoxyde d'azote depuis la centrale de production jusqu'aux blocs opératoires, se trouvèrent un jour en communication, à la suite d'une double fuite vraisemblablement due à la corrosion. Pendant quelque temps, l'incident passa inaperçu : les salles d'opération fonctionnant au ralenti, le débit dans les tuyaux était faible, et rien de fâcheux ne se produisait. Mais, un matin, tous les blocs furent simultanément en service, et, l'appel de gaz étant important, la conduite d'oxygène fut gravement polluée par du protoxyde d'azote. Sans le savoir, les anesthésistes insufflèrent à leurs patients un mélange gazeux essentiellement composé d'azote, et plusieurs opérés décédèrent d'hypoxie (de manque d'oxygène). Il eût suffi qu'un analyseur d'oxygène fut disposé sur le circuit inspiratoire pour que ces dramatiques accidents fussent évités. Malheureusement, dans cet hôpital, les machines à ventiler n'étaient pas dotées d'un tel dispositif.

Si certains anesthésistes sont convaincus de l'utilité de ces systèmes de sécurité, d'autres, en revanche, les estiment superflus, voire inopportuns. « Je n'ai que faire de ces accessoires saugrenus qui déclenchent l'alarme chaque fois qu'une assistante éternue ou qu'un chirurgien appuie sur le bistouri électrique », nous a déclaré un anesthésiste travaillant dans une clinique privée. La sécurité, on le voit, est aussi une question de mentalité.

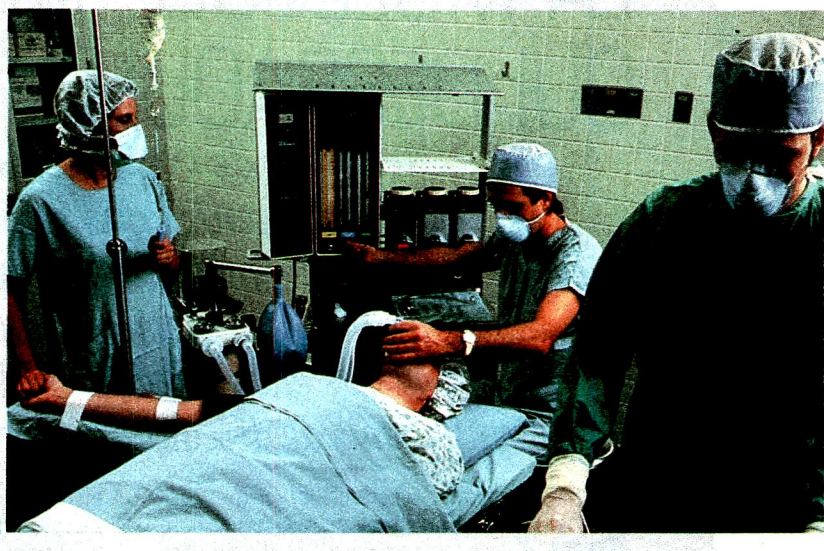
Sur ce point, toutefois, les choses commencent à changer. Des groupes de réflexion se sont constitués, rassemblant des anesthésistes, des ingénieurs, des responsables des services d'achat des hôpitaux et des constructeurs. Objectif : essayer par tous les moyens de réduire le nombre des accidents. Dans les revues professionnelles (*Anesthesia, Anesthesiology...*), comme dans les congrès, la sécurité est devenue une préoccupation majeure. Quelques médecins ont même fait de cette question un sujet d'étude et de recherches. Ainsi le Dr Jean-Louis Bourgain a envoyé à 2 500 anesthésistes exerçant leur activité dans divers types d'établissements (hôpitaux universitaires, hôpitaux généraux, cliniques, etc.) un questionnaire portant sur les systèmes de sécurité dont étaient équipés leurs appareils respiratoires. A sa grande surprise, il a découvert que, dans 19 % seulement des blocs opératoires, les respirateurs étaient pourvus d'un mélangeur de sécurité (un rotamètre), et dans 10 % à peine, d'un capteur de gaz carbonique expiré. Pourtant il ressortait de cette même enquête que 84 % des anesthésistes souhaitaient disposer de ces ins-

LE "NEC PLUS ULTRA" DE L'ANESTHÉSIE

1. Le Narkomed 3 (North American Dräger). Cette machine comporte un ventilateur pour circuit ouvert ou fermé, à hauts et bas débits, et surtout un système de surveillance et d'alarmes hiérarchisées (3 niveaux : simple conseil, mise en garde, alerte), regroupées dans un poste de pilotage central. Les alarmes sont intégrées pour plusieurs paramètres : fraction inspirée d'oxygène, oxymètre transcutané pour la mesure de la saturation des tissus en O_2, analyseur d'épuration du CO_2, pressions dans les voies aériennes du patient, fréquence resiratoire, volume courant à chaque inspiration, analyse de la concentration en gaz anesthésique dans le mélange inspiré, température et hygrométrie des circuits de gaz (machine et patient). Les données sont représentées sur écrans, les courbes tracées en temps réel, l'appareil calcule des tendances, prévoit l'évolution d'une situation. (Prix : non fixé, mais sûrement supérieur à 650 000 F HT.)



1



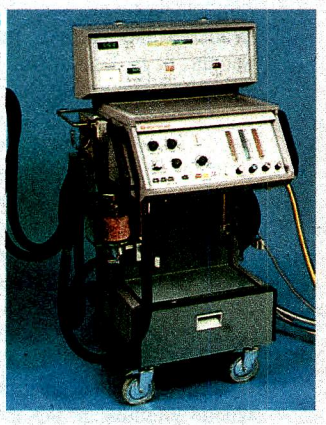
2

2. Le Modulus 2 (Ohmeda)

Même principe que le Narcomed : un système électromécanique alimente en gaz un circuit primaire, puis, par une électrovanne, un circuit secondaire. Là encore, un microprocesseur gère chaque cycle respiratoire par rapport à une courbe de référence définie par les ordres de l'anesthésiste. L'appareil comporte lui aussi une centrale d'alarme informatisée pour les mêmes paramètres que le Narcomed ; il calcule les tendances et hiérarchise les alertes. Un plus : l'analyseur de gaz halogénés, et la feuille d'anesthésie électronique qui est gardée en mémoire ou imprimée en continu pendant l'anesthésie. (Prix : non fixé, mais autour de 5 à 600 000 F HT.)

3. Elsa (Angström)

Le premier ventilateur d'anesthésie à adopter l'injection. A la place des évaporateurs à cuves classiques, ce sont trois injecteurs commandés par un microprocesseur qui diffusent (au choix) un gaz halogène dans le circuit du patient. L'appareil est conçu pour le circuit fermé (avec de faibles débits) et a trois microprocesseurs de contrôle. (Prix public : environ 220 000 F HT.)



3

Photo D.R.

truments de contrôle.

La situation est bien différente en Allemagne. Sous la pression de la firme Dræger, qui fournit la quasi-totalité des respirateurs installés outre-Rhin, les autorités ont décidé que ces appareils devaient obligatoirement être munis d'un certain nombre de dispositifs de sécurité et que, en outre, ils devaient être révisés à date fixe.

Aux Pays-Bas, une loi de 1982, sans doute la première de l'histoire de l'anesthésie, stipule que toute salle d'opération doit être équipée d'un sphygmomanomètre (indicateur de pression artérielle), d'un appareil mesurant la pression veineuse centrale, d'un moniteur d'amplitude du pouls, d'un électrocardiographe avec écran de visualisation et enregistreur, d'un spiromètre, d'un capteur de pression dans les voies aériennes et d'un analyseur d'air expiré (capnomètre).

Aux États-Unis aussi, la sécurité est à l'ordre du jour. A l'instigation des compagnies d'assurances, lasses de devoir payer des indemnités colossales aux victimes d'accidents anesthésiques ou à leur famille, le comité directeur de la prestigieuse *Harvard Medical School*, de Boston, a imposé aux neuf

(suite du texte page 150)

LA MOLÉCULE QUI DESSAOULE

On l'appelle déjà le "Ro", tout court. Elle efface sur le champ les effets de l'intoxication alcoolique sur le comportement, mais non ses effets sur le foie. Elle risque de connaître une popularité douteuse, et pourtant, ses mérites sont incomparablement supérieurs en neurologie. Elle pourrait mener à des traitements de déséquilibres nerveux très nombreux.

PAR LE DR JACQUELINE RENAUD

Expérience spectaculaire, nette, probante : on administre à des rats une dose d'alcool proportionnelle à celle qui, chez l'homme, correspond à la forte intoxication. Les animaux s'effondrent, puis se mettent sur le dos. On administre à d'autres rats un produit X avant la même dose d'alcool : leur comportement ne change pas. On analyse le sang du second groupe de rats : il contient la même quantité d'alcool que celui des premiers. Les seconds rats auraient dû être fin saouls ; ils ne le sont pas. Leur système nerveux a échappé à l'action de l'alcool.

Le produit X n'agit qu'en dessous des limites de la dose d'alcool fatale, car il est bien, pour les rats et pour les hommes, une dose fatale qui conduit au coma, puis à la mort. Même les rats traités avec le produit X ne résistent pas à une telle dose.

Voilà le produit "miracle" qui émeut une bonne partie du monde scientifique et du public. Son nom provisoire : RO 15 4513.

La découverte s'en est faite par hasard, dans les laboratoires Hoffmann-La Roche. Comme beaucoup de leurs collègues dans le monde, les chercheurs y étudiaient des molécules de la série des benzo-diazépines (BZ). Elles fournissent des médicaments parmi les plus vendus dans le monde : certaines ont une action anxiolytique ou "tranquillisante" essentielle (Librium, Valium) ; d'autres ont d'abord une action sédative, et déclenchent le sommeil (Mogadon). Enfin, elles ont une action antiépileptique, (Valium à certaines doses). La recherche vise à les améliorer, à les rendre plus efficaces.

Par ailleurs, les neurologues veulent mieux connaître le mode de fonctionnement de ces médicaments. Le Danois Braestrup a découvert il y a quelques années que les benzo-diazépines agissent comme des neurotransmetteurs, ou des neuromodulateurs ; comme ceux-ci, elles se fixent à des récepteurs des neurones. Et l'on a fait le même raisonnement qu'à la découverte des récepteurs auxquels se lie la morphine : si les cellules possèdent de manière innée des récepteurs pour une certaine molécule médicamenteuse externe, c'est que l'organisme aussi fabrique naturellement cette molécule ! Et l'on avait, en effet, découvert des morphines naturelles : les endorphines. Toutefois l'existence d'un "tranquillisant naturel" ayant la structure moléculaire d'une benzo-diazépine a échappé jusqu'ici à l'analyse de tous les liquides qui entourent les cellules nerveuses.

Ce qui n'empêche pas de suivre expérimentalement le trajet benzo-diazépines. On a ainsi découvert que le récepteur qui les fixe travaille en étroite collaboration avec le récepteur d'une autre molécule, naturelle, celle-ci, l'acide gamma-aminobutyrique (GABA). Or, le GABA est un neurotransmetteur naturel, qu'on trouve en quantité notable un peu partout dans le cerveau et la moelle épinière, où il semble jouer un rôle fondamental. Ce neurotransmetteur est un inhibiteur, qui freine le fonctionnement neuronal. Car il faut aux neurones aussi un système de freinage. En effet, chaque neurone, continuellement incité à agir, possède un mécanisme grâce auquel il peut recevoir des petits coups de frein plus ou moins forts et fréquents, qui modulent son activité selon les contingences.

Rappelons, dans ses grandes lignes, la manière de fonctionner des cellules cérébrales. L'activité du cerveau peut se résumer en un mot : communication entre les neurones. Normalement, quand le neurone est au repos, ou quand il est en état d'exitation, les ions chlore (Cl^-), essentiels à son exitabilité, sont en plus grande concentration à l'extérieur de la membrane. Leurs charges négatives sont parfaitement compensées par les

Le rat qui tient bien l'alcool. Ces deux animaux de laboratoire ont reçu une dose d'alcool proportionnelle à celle qui rendrait un homme fin saoul. L'un s'est effondré, comme on s'y attendrait ; l'autre, à qui on a aussi injecté du "Ro 15 4513", a continué de se conduire comme s'il n'avait eu aucune trace d'alcool dans le sang.

Photo DR

autres ions positifs du milieu ambiant, lors de l'établissement du potentiel de repos. Selon le principe des vases communiquants, ils ne demandent qu'à entrer dans la cellule (pour équilibrer leur concentration entre l'extérieur et l'intérieur). Mais ils ne peuvent le faire tant que des canaux ne s'ouvrent pas pour eux. Lorsque le récepteur à GABA a reçu une molécule de GABA, dite "ligand", cela déclenche l'ouverture des canaux ; les ions Cl^- se précipitent à l'intérieur de la cellule : cela crée une "hyperpolarisation", une surcharge négative à l'intérieur, augmentant la différence de potentiel, qui passe ainsi de +60 à environ −80 millivolts. Cela pousse les ions potassium (K^+) à sortir, ce qui renforce encore la positivité de surface, donc augmente la difficulté qu'auront les influences excitatrices à arriver à la dépolarisation (qui doit atteindre un certain seuil pour que le neurone émette son influx). Le neurone est donc freiné.

Or, le GABA n'est pas le seul corps chimique à se fixer sur son récepteur. Le site où il s'accroche n'est qu'un des "domaines" de la molécule-récepteur. En utilisant la technique du marquage par la radioactivité des molécules de benzo-diazépines, on a pu dépister leur site de liaison, et découvrir ainsi que c'est un autre "domaine" du récepteur de GABA. Enfin, le même récepteur fixe aussi les barbiturates (Gardénal, pentothal...).

Les trois "domaines" ou sites du récepteur travaillent en coopération : la fixation de son ligand à l'un d'entre eux, favorise l'action et la fixation des autres. En effet, un ligand ne reste en général que quelques fractions de secondes sur son récepteur, et son action est donc courte. Mais dans certains cas le ligand peut rester accroché plus longtemps, donc agir plus intensément. C'est donc ce qui se passe quand le GABA, les benzo-diazépines et les barbiturates se fixent ensemble sur le même récepteur. Résultat : une ouverture prolongée des canaux à Cl^- et un renforcement de l'inhibition. A noter qu'en petites quantités, benzo-diazépines et barbiturates facilitent seulement le travail du GABA. En plus grandes quantités, ils peuvent à eux seuls ouvrir les canaux Cl^-.

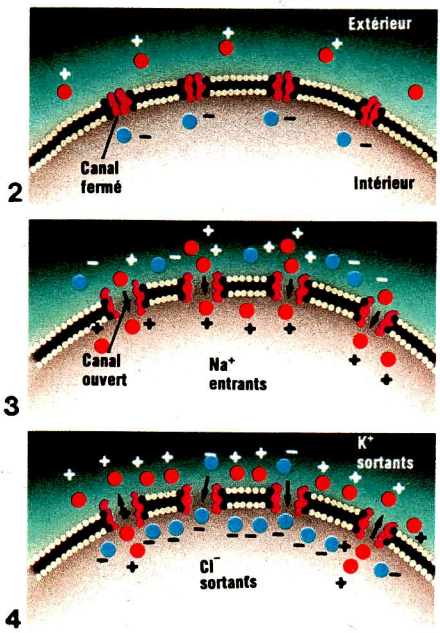
Quand les neurones sont ainsi moins excitables dans tous les points du cerveau, le comportement change. On a mesuré ces changements grâce à des tests portant sur certains gestes ou conduites que les animaux — des souris aux singes — font avec plaisir. Et que trouve-t-on ? Que l'inhibition (obtenue avec des doses moyennes de BZ ou de barbiturates) ressemble étonnamment à ce que produit l'alcool chez l'animal, lorqu'on lui en donne des doses moyennes. C'est ici que l'on retrouve notre drogue anti-ivresse. On a donc comparé les effets de ces trois drogues, alcool, benzo-diazépines et barbiturates, en les donnant alternativement à plusieurs groupes de souris, et en calculant les

résultats de ces animaux à des tests comportementaux classiques.

• Tests du fil horizontal : on tend un fil à mi-hauteur d'une cage à souris. Cela déclenche immédiatement chez elles une vocation de funambules. Elles sautent sur le fil pour s'y pendre par les pattes antérieures, et tentent l'équilibre après s'être hissées grâce à leurs pattes postérieures. On peut compter le nombre de sauts pour attraper le fil, le nombre de positions de trapèze, le nombre de redressements, les réussites et les échecs, etc., le tout dans une unité de temps préétablie. Or, les souris qui ont préalablement reçu l'une ou l'autre des trois drogues manifestent une diminution absolument parallèle de leur habileté, et même de leur ardeur sportive ou de leur envie d'essayer. L'importance de la diminution des performances est, pour les trois drogues, correspondante à la quantité de drogue donnée.

• Test de conflit : on apprend à des souris a appuyer sur un levier pour obtenir une petite dose (ou pellet) de nourriture, ou, lorsqu'on les a préalablement assoiffées , quelques gouttes d'eau. Elles apprennent très vite ! Quand elles sont entraînées, on leur envoie, à chaque fois qu'elles se servent du levier, une punition (décharge électrique dans les pattes) en même temps que leur récompense (la nourriture ou l'eau). Les voilà prises dans un conflit récompense/punition !
Les souris non traitées manifestent une certaine anxiété, et diminuent considérablement le nombre de leurs poussées sur le levier. Mais lorsqu'on leur donne l'une ou l'autre des trois drogues, elles recommencent à appuyer, et de la même manière quelle que soit la drogue. Tout se passe comme si elles passaient outre à l'anxiété de l'attente, pour ne chercher que le plaisir !

Les trois drogues aigssent de même sur les humains. A des degrés divers, benzo-diazépines, barbituriques et alcool créent chez leurs habitués les phénomènes biologiques de dépendance et de tolérance : d'abord, il leur est pénible de se passer du produit auquel ils sont accoutumés, ensuite, après une période d'accoutumance, il leur faut augmenter la dose du produit pour obtenir le même



COMMENT L'ALCOOL AGIT SUR LE CERVEAU

La membrane d'une cellule nerveuse (dessin 1) est formée d'une double couche de molécules lipidiques. Ce "matelas" lipidique est noyauté de grosses molécules protéiques hérissées de prolongements glucidiques branchus. Un anneau de molécules lipidiques particulières est associé à chaque grosse protéine. Les prolongements glucidiques — ou certains domaines de la molécule protéique — peuvent constituer des sites récepteur où viennent se lier des molécules de neurotransmetteurs. Quand un récepteur reçoit le neurotransmetteur qui lui est spécifique (son "ligand"), cela l'"active". Comment ?

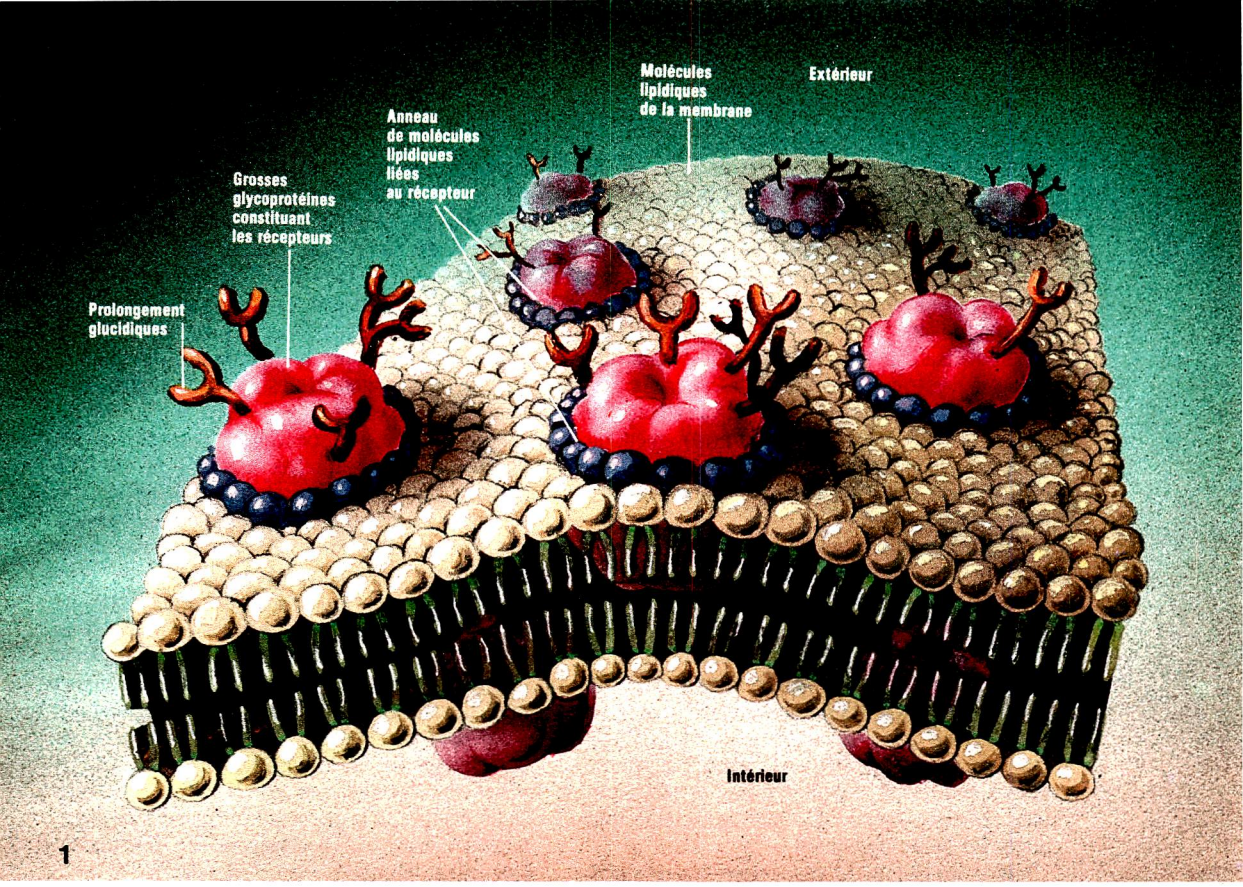
Une membrane post-synaptique au repos (2) est entourée d'ions positifs plus nombreux à l'extérieur et d'ions négatifs plus nombreux à l'intérieur. (On qualifie de post-synaptique l'endroit de la membrane d'un neurone où aboutit un bouton terminal venant d'un autre neurone.) Certaines molécules-récepteurs de cette membrane ont une conformation en canal faisant communiquer l'extérieur et l'intérieur. Chaque type de canal est destiné à faire passer un type d'ion spécifique. Quand la membrane est au repos, ces canaux sont fermés **(5)**.

Dans une membrane en état d'excitation (3), les canaux à ions sodium (Na^+) s'ouvrent, et ces ions se précipitent à l'intérieur du neurone. L'équilibre des charges s'inverse alors, les charges négatives dominant à l'extérieur, et les positives, à l'intérieur. C'est cette inversion qui, de proche en proche, transmet l'influx nerveux.

Dans une membrane en état d'inhibition (hyperpolarisation) **(4)**, des récepteurs particuliers activés par un neurotransmetteur inhibiteur (le GABA), ont ouvert des canaux à ions chlore (Cl^-) **(6)**. Ceux-ci entrent dans la cellule, y augmentant la proportion de charges négatives. En même temps, des ions potassium (K^+) sortent, augmentant les charges positives à l'extérieur. Résultat : l'excitation sera plus difficile à obtenir qu'avec une membrane au repos. Les processus d'excitation/inhibition servent en permanence de système de régulation de diverses fonctions (hormonales, enzymatiques, etc.).

L'action de l'alcool. On a observé que l'alcool favorisait l'action inhibitrice du GABA. Il agit, pense-t-on, au niveau des récepteurs de ce neurotransmetteur, en s'attaquant peut-être à l'anneau lipidique associé à ces récepteurs. Sous l'influence de l'alcool, donc, il pourrait se produire une déformation de ces récepteurs, et ce serait grâce à cette déformation que l'alcool exercerait son effet inhibiteur (ressenti par le buveur comme une sensation de détente).

Dessin M. Dehoky



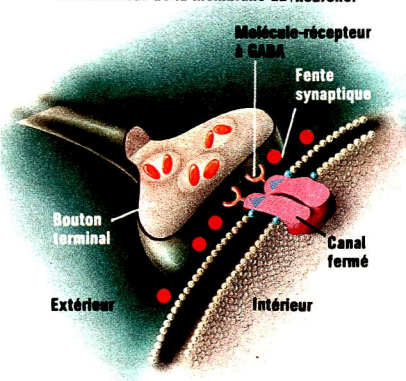
effet. Dépendance et tolérance répondent à des mécanismes complexes, où le psychisme joue certes un rôle, mais auxquels participent aussi des phénomènes biologiques. Point majeur : dépendance et tolérance, sont "croisées" pour ces trois drogues : on peut, par exemple, soulager les malaises associés au sevrage de l'alcool en prenant des benzo-diazépines ou des barbiturates (en petites doses !). Mais aussi un alcoolique chronique qui voudrait lutter contre son anxiété autrement que par l'alcool, devrait prendre une dose de benzo-diazépines plus élevée qu'un sujet sobre de même âge et de même poids.

L'alcool a donc bien des propriétés anxiolytiques, comparables à celles des benzo-diazépines. Aurait-il alors, lui aussi, son site récepteur sur le récepteur à GABA, comme les benzo-diazépines et les barbiturates ? C'est ce qu'avait postulé Solomon Snyder, grand spécialiste américain des récepteur neuronaux.

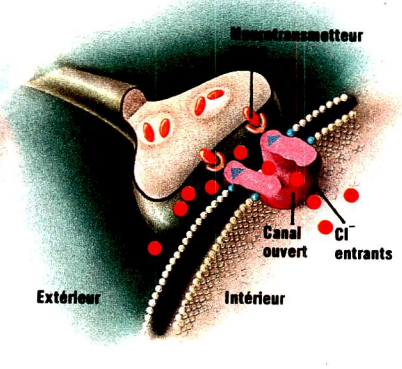
Tandis qu'on étudiait son hypothèse, les Suisses publiaient leurs travaux sur le Ro 15 4513. Et, surprise, cette molécule de la série des benzo-diazépines peut bloquer les anomalies comportementales provoquées par l'alcool.

Nouvelle découverte : l'alcool, lui, modifie le cerveau, comme l'indiquent les faits suivants. On a maintenu en vie, en culture, des tranches de cerveau dans une zone riche en récepteurs GABA (l'hippocampe, chez des rats et souris préalablement soumis à un régime d'alcoolisation chronique). Dans cette technique de "tranche", les cellules gardent certaines de leurs connexions, sous forme de voies faciles à repérer.

5. Sites récepteurs de neurotransmetteur GABA inoccupés : le canal reste fermé ; pas d'échange ionique entre l'intérieur et l'extérieur de la membrane du neurone.



6. Les molécules de GABA sont allées se fixer sur leurs sites : le récepteur à GABA a ouvert son canal, et les ions chlore (Cl^-) entrent dans le neurone.



On peut stimuler électriquement ces voies et, en plaçant des aiguilles enregistreuses dans une cellule, ou contre sa membrane, on peut enregistrer ce qui se passe électriquement et chimiquement. On a ainsi pu stimuler des fibres envoyant des décharges de GABA, et observer une diminution marquée, en amplitude et en durée, des potentiels inhibiteurs (hyperpolarisations), par rapport à ce qu'on observe sur des tranches prises à des animaux non intoxiqués. Chez l'animal entier traité à l'éthanol de manière chronique, on observe, au prélèvement du cerveau, une diminution marquée du contenu en GABA du cerveau entier, et une raréfaction des sites récepteurs du GABA.

L'alcool absorbé chroniquement trouble donc les systèmes de freinage cellulaires, d'où l'irritabilité, les susceptibilités, les colères brusques de l'alcoolique humain. Par contre, lorsque, sur des cellules cérébrales d'animal sobre, on mesure le flux des ions Cl^- entrant dans la cellule sous l'action du GABA (quand il se lie à son récepteur), on observe qu'en ajoutant une dose minime d'alcool au liquide nourricier, la quantité d'ions Cl^- entrant augmente notablement. Donc, à petites doses, et non chronique, l'alcool stimule l'action du GABA, tout comme les benzo-diazépines.

Puis le Ro 15 4513 fit son entrée. Intérêt : maîtriser l'action d'une des plus vieillles drogues psychoactives humaines : l'alcool. Et peut-être agir sur une fonction élémentaire des cellules cérébrales : la modulation par freinage de leur excitabilité.

En effet quand on connaît la structure et le fonctionnement d'un type de récepteur de membrane nerveuse, on peut mieux synthétiser des molécules qui pourront se lier à lui. Celles-ci seront en compétition avec le ligand naturel du récepteur ; mais elles pourraient aussi avoir la même action que le ligand naturel ou une action partiellement semblable. Ainsi la morphine agit sur les récepteurs à endorphines, en imitant de nombreuses — mais pas toutes — actions des endorphines naturelles. De telles molécules de synthèse peuvent donc se substituer au produit naturel, et constituer une médication bien "ciblée" quand un trouble vient d'une carence du ligand naturel.

Ces molécules qui agissent comme le ligand naturel sont appelées "agonistes". On utilise ainsi en expérimentation un bon agoniste du GABA, qui se fixe sur son récepteur et a la même action que lui (sur les canaux à Cl^-) : le muscimol. Mais il existe aussi des ligands de synthèse qui prennent la place du naturel pour l'empêcher d'agir, et produisent un effet plus ou moins opposé à celui du ligand naturel... La naloxone, par exemple, se lie aux récepteurs à endorphines, mais produit un effet partiellement inverse de celui de la morphine ou des endorphines ; ces ligands de synthèse sont appelés "antagonistes". Ces derniers pourraient, par exemple, favoriser le sevrage de diverses drogues : pendant la phase d'intoxication, les récepteurs à cette drogue se multiplient. Quand on en cesse l'apport, les récepteurs "vacants" produisent des désordres. On a alors tenté de leur fournir des ligands qui n'aient pas les effets de la drogue, et dont on pourrait baisser progressivement la quantité, pour réduire le nombre des récepteurs... L'étude des antagonistes est, on le voit, aussi prometteuse que celle des agonistes.

A ce propos, les spécialistes pensent que les benzo-diazépines naturelles, dont la recherche fut à l'origine du "Ro", n'existeraient pas. Le site du récepteur à benzo-diazépines serait en fait destiné à un type de molécules de la série des bêta-carbolines, baptisées "subtances de l'anxiété". Les benzo-diazépines seraient donc des antagonistes du ligand naturel. Quant à celui-ci, les bêta-carbolines donc, il ne serait pas générateur d'anxiété, mais il gênerait simplement la liaison, donc l'action sur les ions Cl^- du GABA. Le rôle des bêta-carbolines serait donc de "freiner le frein" pour maintenir un certain état d'éveil. Le GABA a déjà deux antagonistes : la bicuculline, qui gêne la liaison du GABA à son récepteur, et la picrotoxine, qui empêche directement l'ouverture de canaux à Cl^-. L'action de l'alcool est bloquée par ces antagonistes.

Le site final d'action de l'alcool (à ce niveau...) est donc bien à l'entrée des ions Cl^-, grâce à l'activation des récepteurs à GABA (l'alcool pourrait cependant agir à d'autres niveaux, à trouver). Mais cette action sur les canaux Cl^- est-elle dépendante de la liaison du GABA, ou se fait-elle sur un autre site du récepteur, comme c'est le cas des benzo-diazépines ? (La fixation d'une benzo-diazépine modifie, en effet, la forme du récepteur à GABA, ce qui le rend plus efficace.) Complexe affaire. Toujours est-il qu'en étudiant des antagonistes du récepteurs BZ, les chercheurs ont d'abord trouvé une molécule imidazo-benzodiazépine, le Ro 15 1788 (pas le même !), capable d'inhiber fortement le Valium. Preuve : on dispose expérimentalement d'un produit, le leptazol ; peu après son injection à un animal, celui-ci produit une crise épileptique. Une injection de Valium tout de suite après la première prévient la crise. Mais une autre injection, immédiatement consécutive, de Ro 15 1788, inhibe à son tour le blocage, si bien que l'animal a quand même sa crise. Le Ro 15 1788 injecté tout seul ne produit aucun effet. Donc, toutes les molécules qui se fixent sur un récepteur n'agissent pas de la même manière : elles sont interdépendantes. Ainsi, le Ro 15 1788 n'a aucun effet sur l'alcool.

En revanche, le Ro 15 4315, autre antagoniste imidazo-benzodiazépine assez proche chimiquement du précédent, exerce sur l'alcool l'action décrite au début de ces pages : il bloque l'entrée des ions Cl^- que devrait stimuler l'alcool. Et comme

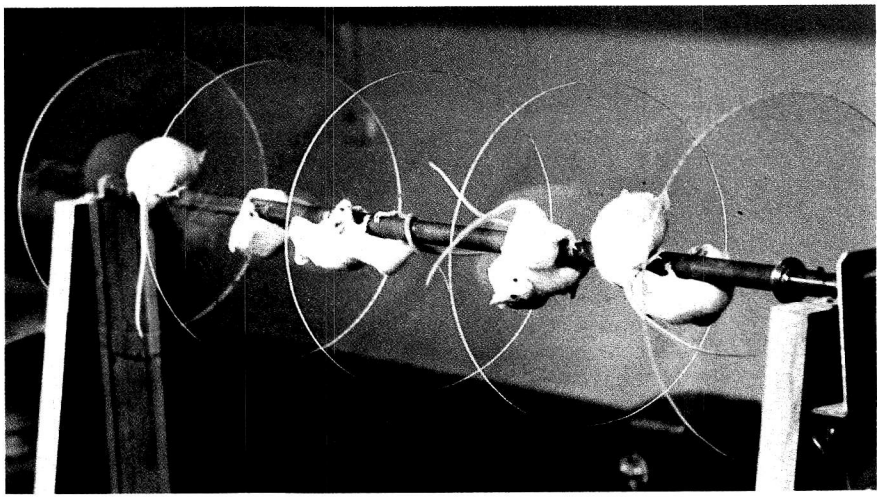
une des composantes essentielles de l'ivresse est l'élévation de l'hyperpolarisation, par entrée en masse dans les neurones d'ions Cl^-, le Ro 15 4513 masque bien l'ivresse !

Plus complexe encore, les effets du Ro 15 4513 sont à leur tour bloqués par l'administration du Ro 15 1788 ! Il y a donc compétition entre les deux antagonistes, dont, par ailleurs, les actions sont très spécifiques. Ainsi, le Ro 15 4513 n'empêche pas l'entrée des ions Cl^- provoquée par le muscimol (agoniste du GABA), et les barbiturates (qui facilitent l'action du GABA). Ce n'est donc pas un antagoniste parfait des benzo-diazépines, mais un produit de structure apparentée aux benzo-diazépines, spécifique de l'action de l'alcool sur le récepteur à GABA. Un rayon d'action aussi étroit pose la question suivante : y aurait-il donc plusieurs types de récepteurs à benzo-diazépines ? On le saura quand on connaîtra mieux le fameux récepteur à GABA (où l'on a, de plus, repéré aussi un récepteur hormonal !). La diversité des effets pourrait s'expliquer par les déformations que subissent les sites lorsqu'ils sont activés par les ligands.

Par ailleurs, on a observé que les divers alcools n'ont pas la même intensité dans leurs effets : plus un alcool dissout les lipides plus son effet sur le comportement est fort. L'alcool pourrait donc bien agir à travers son pouvoir sur les lipides.

La membrane des neurones est, en effet, constituée essentiellement de molécules lipidiques, constituant une sorte de matelas relativement fluide dans lequel s'enfoncent de grosses molécules globulaires : des glyco-protéines. Un pôle de ces glyco-protéines affleure à la surface de la membrane, où il présente les infractuosités et reliefs caractéristiques du récepteur. L'autre pôle est en regard de sa face interne. Certaines phospholipides du "matelas" forment autour de cette glyco-protéine une sorte d'anneau lipidique, qui peut éventuellement modifier la conformation et la fonction de la protéine. Le caractère fluide du "matelas" lipidique permet en effet des déplacements latéraux des grosses molécules glyco-protéines, et avec cela des changements de conformation.

Les Américains, qui travaillent sur le Ro 15 4513, pensent donc que, puisque l'alcool agit en modifiant le milieu lipidique du récepteur du GABA, le Ro 15 4513, lui, ayant probablement une affinité pour le domaine précis où s'attaquerait l'alcool, serait vainqueur dans la compétition agoniste/antagoniste. Mais c'est une victoire extrêmement partielle, puisque l'intoxication éthylique grave (avec coma, troubles respiratoires et mort) n'est pas empêchée par ce produit. Toutefois, avant d'incriminer le Ro 15 4513, il faudrait en savoir plus sur les divers sites d'attaque biologique de l'alcool dans le cerveau. L'action des faibles doses sur les récepteurs du GABA n'est probablement qu'un des mécanismes par lesquels se manifeste cette drogue.



L'acrobatie n'intéresse pas les souris saoules. Alors que les autres sautent inlassablement sur ce fil tournant et tentent de s'y tenir en équilibre, celles à qui les chercheurs ont administré de l'alcool, des benzo-diazépines ou des barbiturates, sont vite découragées, voir restent sagement au sol, ignorant l'attrait que le funambulisme exerce normalement sur la gent trotte-menu.

Il ne semble pas être question de commercialiser le RO 15 4513 dans l'immédiat et, quand il sera mis sur le marché, il devra être soumis à une réglementation très stricte. En effet, il risque fort d'inciter les alcooliques à boire tout leur saoul, si l'on peut dire, ce produit "miracle" qui les dégrisera et qui, en tous cas, leur permettra de tenir un volant.

Gros problème pour les gendarmeries ! Que faire d'un conducteur dont le taux d'alcoolémie est nettement au-dessus du seuil légal, mais qui garde la maîtrise de ses moyens ? Gros problème pour les médecins aussi : que faire en présence d'un patient que ses abus d'alcool risquent de mener à l'accident si on lui refuse le "Ro", mais qu'ils risquent aussi de mener à la cirrhose ?... Assurément, voilà un produit embarrassant ! Et pourtant, qui pourrait être précieux.

Dr Jacqueline Renaud

Photo Pfizer-Inc.

LE SALON DE LA CRÉDULITÉ

La crédulité peut tuer, comme en attestent les cas de cancéreux qui s'en sont remis aux radiesthésistes. Le rire en est l'antidote. Un Salon annuel de la crédulité se promet de "vacciner" bientôt le public contre les fausses sciences, territoire favori des jobards.

PAR JACQUES BREIZ

Le rire est une thérapeuthique exquise du corps et de l'esprit, et il faut donc féliciter les organisateurs d'un projet de Salon annuel de la crédulité ; le premier Salon ouvre ses portes à Paris du 12 au 21 juin 1987.

Les pouvoirs publics, qui disposent pourtant de quelques articles de loi, tels que ceux qui répriment la prévision de l'avenir (dont il n'a guère été fait usage ces dernières décennies...) n'en seront sans doute pas fâchés. Les savants (sans dénomination, car il n'existe pas plus de "science officielle" qu'il n'y en a de parallèle) sont déjà enchantés d'une œuvre de salubrité publique. Les gens de bon sens, enfin, ne peuvent que saluer une occasion de se divertir aux dépens des marchands de vessies, orviétan, amulettes et pareilles balivernes.

Les seuls chagrinés sont ceux qui transforment les fariboles en espèces sonnantes et trébuchantes, car la superstition fait faire de bonnes affaires, même et surtout par temps de crise.

La salle d'entrée sera consacrée aux superstitions aujourd'hui oubliées — savez-vous nouer des aiguillettes ? — mais qui connurent leur vogue.

L'amusement le plus vif sera dans les autres salles. Celles-ci comportent trois grandes divisions : un salon critique, un salon laboratoire et un dernier consacré aux spectacles. On y espère Raymond Devos, dans un imparable numéro de psychokinèse dirigée sur une pendule...

Le "salon critique" sera composé de stands de circulation avec deux séries de panneaux, ***A*** et ***B***. Le panneau ***A*** présentera objectivement les affirmations pseudo-scientifiques, telles qu'elles sont médiatisées par leurs auteurs ou propagandistes. Le panneau ***B***, intitulé "Ne tombez pas dans le panneau", démontrera, par des faits et des explications scientifiques, l'inanité des assertions ou des théories du panneau ***A***.

Ainsi, pour l'astrologie et la voyance, les panneaux ***A*** reproduiront les prédictions avancées par quelques professionnesl notoires.

1939.

A. Comme chaque année, Maurice Privat, le célèbre disciple de Nostradamus, publie son almanach pour l'année suivante. Hitler vient alors d'envahir la Pologne, la France a déclaré la guerre à l'Allemagne nazie. Cette fois, le volume de Maurice Privat est intitulé *1940, Année de grandeur pour la France.*

« Cette période, écrit-il, des plus troublantes et violentes, conclut au désastre pour le Reich. Entreprendre une guerre sous de tels auspices, c'est être assuré de la défaite. Ainsi, nous pouvons conclure à la victoire polonaise sans risque d'erreur. »

B. *Au moment où l'almanach sort en librairie, la Pologne est déjà partagée entre le Reich et l'URSS. En mai-juin 1940, la France s'effondre à son tour. Texte de l'armistice consacrant l'Occupation. Photocopies des titres des premiers journaux parus à Paris sous l'Occupation.*

En 1946, Maurice Privat recommencera à publier ses prédictions annuelles. La mémoire serait-elle moins forte que la crédulité ?

1969.

A. A la quasi-unanimité, les vedettes de la divination pronostiquent la victoire du général De Gaulle au référendum sur la nouvelle constitution.

B. *Battu, le général démissionne et se retire à Colombey-les-Deux-Eglises.*

1986.

28 mai et 2 juillet. Guy Lux présente ses invités sur FR 3 : « ... la voyance à grands risques que TOUS nos voyants ont acceptée... » Voici leurs prévisions pour le temps à courir jusqu'au 24 septembre.

Frédérique

A. Noah en finale à Roland-Garros

B. *Noah abandonne au troisième tour.*

A. La France en finale à Mexico.

B. *La RFA bat la France en demi-finale.*

A. Emeutes en Egypte... Moubarak en danger...

B. *Moubarak reçoit le Premier ministre israélien Shimon Peres en septembre dans un pays*

calme.

Adora

A. Wilander l'emporte à Roland-Garros.

B. *Wilander éliminé par Chesnokov (6-2, 6-3, 6-2).*

A. La paix au Liban.

B. *Accrochages, voitures piégées, bombardements attaques contre la FINUL, des dizaines de morts, des centaines de blessés.*

Dessuart (dit le Mage)

A. Attentat déjoué lors du mariage Andrew-Sarah.

B. *Si bien déjoué que personne n'en a entendu parler...*

Indira

A. Diminution du chômage.

B. *Deux millions et demi de chômeurs incompressibles (déclaration ministérielle).*

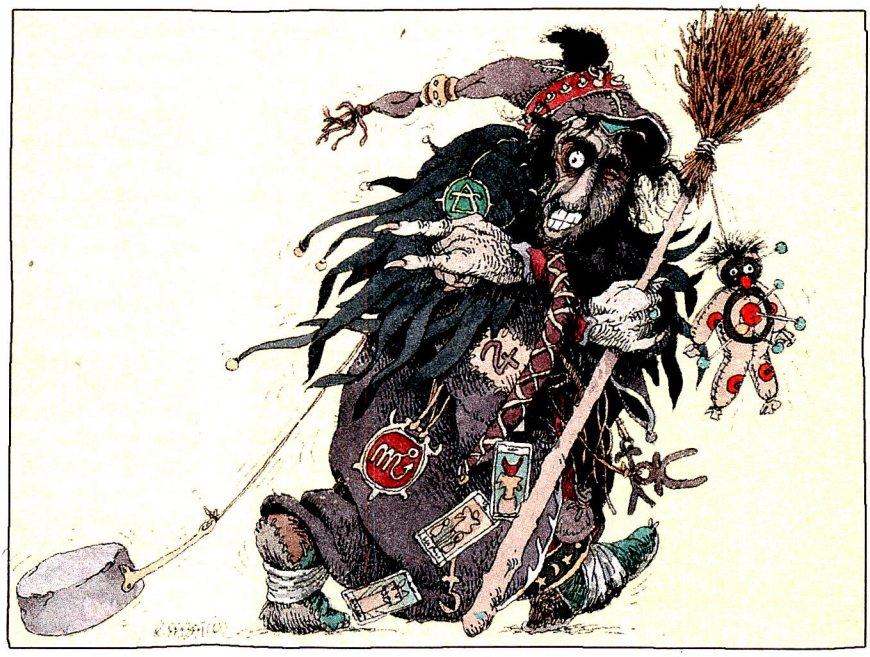
Ce ne sont évidemment que des échantillons.

Lors de la deuxième émission (en juillet) Adora et Mario de Sabato (ce dernier avait prédit un effondrement à la Bourse) manquaient à l'appel. A la troisième émission (24 septembre), Dessuart et Frédérique sont escamotés à leur tour. Et Guy Lux préfère parler de Nostradamus, un astrologue bien pratique : comme ses prédictions sont inintelligibles, on peut leur faire dire ce qu'on veut...

Questions. 1. Voltaire a écrit : « Un astrologue ne saurait avoir le privilège de se tromper toujours. » Comment se fait-il qu'ils se trompent plus souvent que le commun des mortels ?

2. Comment peut-on consulter sur son destin individuel un homme qui se trompe systématiquement sur les destins de la nation ?

3. Guy Lux aura-t-il le courage de reconnaître qu'il a abusé de la crédulité des téléspectateurs, ou qu'il s'est lui-même laissé égarer ?



Radiesthésie. Sur les panneaux ***A***, les exposés théoriques et les prétendus cas popularisés. Sur les panneaux ***B***, les réfutations scientifiques et l'interprétation différente des cas évoqués. Et surtout, dépassant l'anecdote individuelle, les expériences collectives et contrôlées qui confortent l'incrédulité. Ainsi, dans la recherche de pétrole, sont cités les travaux du Pr Louis Barrabé, évaluant à 60 ou 80 millions les sommes dépensées entre les deux guerres mondiales pour trouver du pétrole par le pendule radiesthésique ; résultat nul. Dans le même temps, les géologues et les géophysiciens découvraient les gisements de Gabian, Saint-Marcet, Lacq, Parentis, etc.

Dans une expérience du Comité belge pour l'investigation des phénomènes dits paranormaux sont montrés des échantillons d'urine envoyés pour expertise à des radiesthésistes volontaires.

A. La plupart diagnostiquent une grossesse.

B. *Les échantillons avaient été prélevés dans une caserne* (à l'époque il n'y avait pas de service militaire féminin mais on commençait à savoir diagnostiquer une grossesse par un test biologique sur les urines).

Dans la recherche de disparus, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, un Service international de recherches, chargé de retrouver les disparus, rassemble 14 millions de fiches nominatives. Il consulte de nombreux radiesthésistes. Aucun n'a donné un renseignement utilisable.

Guérissage et médecines "parallèles"

Une malade de Dinan, souffrant d'insuffisance rénale, se laisse persuader par un guérisseur d'abandonner les dialyses pour les tisanes. Deux semaines plus tard, elle est morte. Le guérisseur est arrêté. Une jeune femme cancéreuse tombe dans le piège d'un réseau clandestin diffusant en France le fameux sérum du charlatan Naessens. Quand elle est hospitalisée à Cochin, il est trop tard... Etc. Pour

terminer sur un demi-sourire, cette jeune femme doublement naïve qui se prêtait aux fantaisies sexuelles de son guérisseur dont « les spermatozoïdes magnétisés attaqueraient les cellules atteintes ».

"Grandes énigmes" : dessins géants de Nazca, attribués à des extra-terrestres ; "cosmonautes" de la gravure pré-colombienne de Palenque ; Triangle des Bermudes ; monstre du Loch Ness ; Mystère de la Grande Pyramide, etc., et les résultats d'études ou enquêtes scientifiques donnant une tout autre vision de ces énigmes.

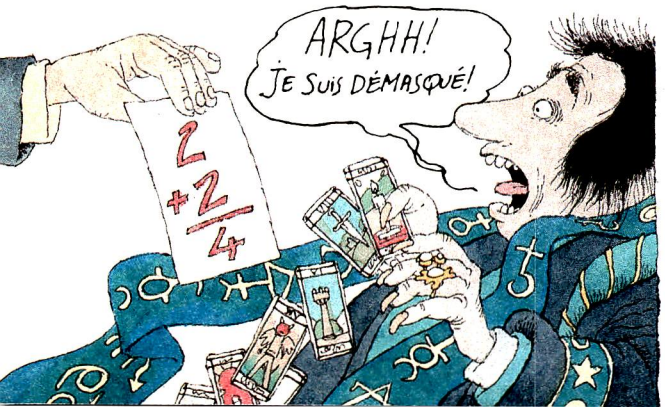
Mythes qui ont la vie dure : Les "maisons à cancer".

A. Une étude d'Auguste Lumière portant sur 23 268 immeubles de Lyon durant vingt ans fait effectivement apparaître : 1 immeuble avec 8 décès par cancer ; 2 immeubles avec 7 décès ; 5 immeubles avec 6 décès, etc.

B. *Auguste Lumière reprend la même étude sur les mêmes immeubles durant le même temps, mais cette fois en comptabilisant les naissances. Résultat : 2 immeubles avec 8 naissances ; 3 immeubles avec 7 naissances ; 6 immeubles avec 6 naissances.*

Venait-il de découvrir les "maisons à naissances" ? Non, mais simplement une courbe de répartition de résultats aléatoires en fonction d'une variable croissante.

Parapsychologie. Le père fondateur, Joseph Rhine, étudie obstinément la divination de cartes à distance. Enregistrant trop d'échecs, il invente la « force négative de la perception extra-sensorielle » : si le sujet, au lieu de voir la carte qu'on vient de retourner, annonce la suivante ou l'une des suivantes, c'est que son pouvoir psi a joué par prémonition. Expériences de psychokinèse sur des lancements de dés, reprises à la Stanford University : le taux de réussites n'atteint même pas le taux de probabilité. Walter Levy, successeur de Rhine au laboratoire de Durham, est surpris par ses collaborateurs en train de trafiquer un appareil à enregistrer les résultats d'expériences sur le pouvoir psi chez des rats. Il est obligé de démissionner.



Enfin, le " salon critique" présentera une exposition dite "le zoo", où l'on pourra admirer d'étranges créations se réclamant de la science ou de la technique, tels que : le Nociphobe, contre les "influences nocives" ; les nattes de cuivre qui préservent des "rayons telluriques" ; les cachets de puissance vaudou ; les poudres à brûler qui désenvoûtent, attirent la richesse, garantissent la réussite aux examens et en amour, font venir la clientèle chez le commerçant, etc. ; l'eau maudite qui anéantit vos adversaires ; les appareils émetteurs d'ondes de forme. Et mille autres bidules proposés aux gogos soit dans des boutiques spécialisées, soit dans de luxueux catalogues de vente par correspondance.

Le "salon laboratoire" présentera des démonstrations tendant à susciter les questions des visiteurs et peut-être des discussions entre eux. Par exemple : l'affaire des "chirurgiens à mains nues". Extraits de films (naguère diffusés à la télévision) montrant les guérisseurs philippins en action : ils extraient des tumeurs sanguinolentes à travers la peau des patients sans laisser de cicatrice. Témoignages d'anciens clients qui en sont revenus (dans les deux sens du mot). Récit de notre collaborateur Alain Ledoux (aujourd'hui rédacteur en chef de *Jeux et Stratégie*) qui enquêta sur place aux Philippines et se fit ôter... un morceau de viande.

Autre exemple : la psychokinèse. Un espace restera libre en permanence pour permettre à Jean-Pierre Girard, l'émule français d'Uri Geller, de venir quand il le voudra déplacer des objets par son seul pouvoir mental. Mais des illusionnistes professionnels ou amateurs produiront les mêmes phénomènes sans recourir à une force paranormale.

Quant aux galas du "salon spectacles", ils auront lieu chaque soir à 21 heures et célébreront des anniversaires. Pour faire plaisir aux numérologues et en hommage à Pythagore, on les choisira parmi ceux qui se terminent par le nombre magique 7 (tout comme la date du Salon). Ainsi, 1637 : publication aux Pays-Bas, sans nom d'auteur, du *Discours de la méthode* de René Descartes. Ou bien, 1717 : naissance de Jean d'Alembert, un des créateurs de *l'Encyclopédie* ; 1817 : naissance de Pierre Larousse... Chaque soirée sera précédée, le jour même à 18 h 30, d'un débat préparatoire sur le même sujet, animé par une personnalité de la science, de la littérature ou de la presse.

Les organisateurs espèrent bien que les visiteurs grâce à une réflexion critique personnelle, rentreront chez eux mieux informés et armés contre la crédulité (1).

Jacques Breiz

(1) Le Salon sera en grande partie financé par les participants, mais l'Association pour le premier Salon de la crédulité a besoin, dès maintenant, d'un large soutien populaire « pour prouver que les Français ne sont ni des veaux, ni des moutons, ni des bécasses ». Adhésion annuelle, 200 F (ou mieux...) : Salon de la crédulité, CCP 2123245 F Paris.

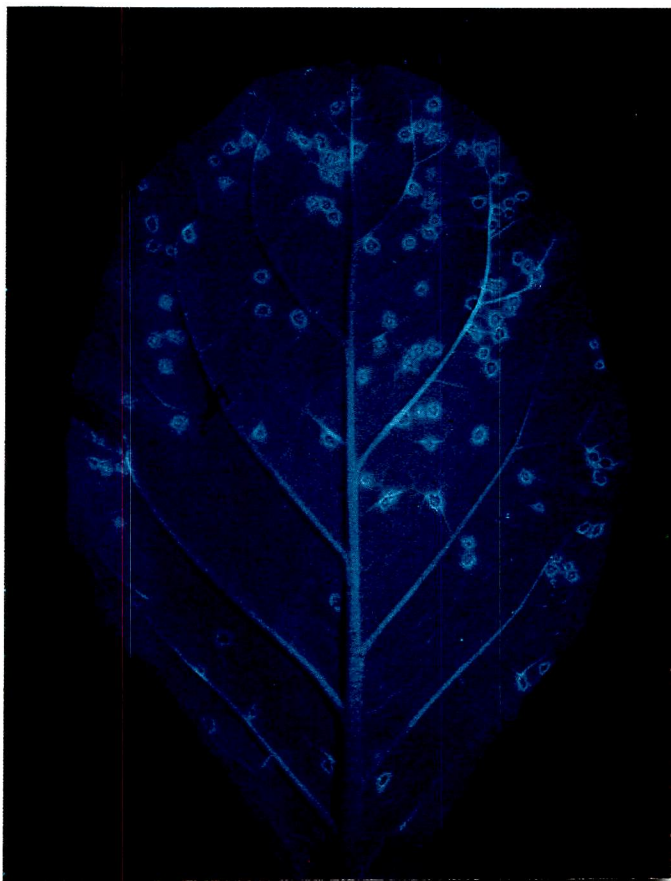
LES DÉFENSES NATURELLES DES PLANTES

Les plantes naturellement résistantes fourbissent des armes communes pour vaincre des agresseurs variés et spécifiques. Leur arsenal de défense commence à être identifié, de même que les substances qui le renforcent : les « éliciteurs ».

PAR MARIE-LAURE MOINET

Pour lutter contre la pyrale du maïs, les acariens des rosiers, le mildiou de la vigne ou l'oïdium du blé, des tonnes d'insecticides et de fongicides sont déversées chaque année sur nos cultures et dans nos jardins (et accidentellement dans nos rivières). Il s'agit d'un pis-aller. Et cela ne nous donnera pourtant jamais le dernier mot sur les insectes ravageurs et les champignons pathogènes : ils finiront toujours par s'adapter au poison qui les a si longtemps décimés. Plus grave : pour des maladies virales ou bactériennes la chimie n'est d'aucun secours. C'est le cas de la virose de la Sharka et du "feu bactérien" qui déciment nos arbres fruitiers. Pour les premières, on ne dispose pas encore de moyens curatifs et pour les secondes, ces moyens sont interdits, les seules drogues efficaces que sont les antibiotiques ne pouvant être disséminées dans la nature.

Mais parfois, les plantes se défendent elles-mêmes. Ainsi, les chrysanthèmes africains contiennent une molécule insecticide, le pyrèthre : inutilisable lorsqu'elle est extraite de la plante (en particulier parce qu'elle est photosensible), cette molécule a cependant servi de modèle aux "pyréthrinoïdes" de synthèse, qui figurent parmi les insecticides les plus modernes et les plus efficaces. Certaines plantes produisent des hormones qui font entrer les insectes herbivores dans un sommeil léthargique. La renouée poivre d'eau, quant à elle, contient un révulsif, le polygodial, qui, pulvérisé sur d'autres plantes, repousse chenilles et pucerons, ces derniers étant les principaux vecteurs de virus. Lorsque ces résistances naturelles se trouvent chez



L'hypersensibilité, une forme de résistance... Les cellules touchées par l'agression se nécrosent mais préviennent les cellules environnantes qui deviennent résistantes en accumulant certaines substances. Chez les Solanées (pomme de terre, tomate, tabac...), cette résistance (due ici à la pénétration de virus) peut être visualisée car une des substances de défense, la scopolétine, se signale par son intense fluorescence bleue en lumière ultra-violette.

Photo JBMC - Strasbourg

des espèces intéressantes, les sélectionneurs essaient de les "récupérer" et de les transférer sur les variétés cultivées. C'est une entreprise de longue haleine (une dizaine d'années) car les gènes de résistance se trouvent souvent dans des variétés exotiques, sauvages et totalement impropres à la culture mécanisée, à la transformation industrielle ou au goût des consommateurs. L'exemple classique est celui de la pomme de terre sauvage, *Solanum berthaultii*, qui éloigne les pucerons en sécrétant une molécule identique à l'hormone d'alarme de ces insectes ; malheureusement, cette plante est toxique pour l'homme et n'a pa pu servir de géniteur pour créer des variétés commerciales résistantes.

Il existe heureusement des cas où la patience des sélectionneurs vient à bout de cet exotisme. A force de croiser et de recroiser la plante cultivée avec la plante résistante sauvage (rétrocroisements), les sélectionneurs arrivent en effet à obtenir la variété résistante, agronomiquement rentable et conforme aux canons de ses utilisateurs. Ainsi, en 1988, les producteurs de melons trouveront sur le marché des graines d'une variété type Charentais (celle que l'on consomme presque exclusivement en France) ayant hérité d'un ancêtre coréen la résistance au puceron *Aphis gossypii*. Ce puceron est le principal vecteur d'un virus auquel les melons (comme des centaines d'autres espèces) sont sensibles : le virus de la mosaïque du concombre (CMV). Mais les pucerons meurent dès qu'ils s'installent sur les feuilles des plantes résistantes à qui ils ne peuvent donc pas transmettre le virus pathogène. Des victoires similaires ont été obtenues sur les céréales, la vigne, le framboisier, la laitue, le pêcher, la pomme de terre, la betterave...

Chez la tomate, la plupart des variétés destinées à la culture sous serre sont désormais résistantes au redoutable virus de la mosaïque du tabac (VMT) ; les efforts se concentrent maintenant sur la sélection des variétés résistantes au *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), un virus qui fait des ravages au Moyen-Orient. Un autre virus provoque actuellement des épidémies très graves notamment sur les cucurbitacées : c'est le virus de la mosaïque jaune de la courgette (ZYMV pour *Zucchini yellow mosaïc virus*), qui sévit aux Etats-Unis, en Australie, en Chine, au Japon, à la Réunion et dans tout le bassin méditerranéen ; en France, il a fait une apparition spectaculaire en 1979 en détruisant en une saison 4 000 tonnes de melons sur le seul lieu de Nérac (Lot et Garonne).

L'un des espoirs des chercheurs, notamment de Hervé Lecoq, directeur de recherches au laboratoire de virologie de l'INRA d'Avignon, est d'arriver à retourner une propriété originale de ce virus en une arme suicidaire. Ce ZYMV, ennemi de la courgette, appartient en effet à la classe des "potyvirus", qui sont transmis par les pucerons, et comprend des virus redoutables comme le virus Y de la pomme de terre, ou le virus de la Sharka. Or ces virus font fabriquer par la cellule infectée une molécule qui, telle un "scotch" double face, permet l'adhésion du virus au stylet des pucerons. Ces petits insectes acquièrent ainsi les virus en suçant une plante infectée et les disséminent sur les hôtes qu'ils piquent dans les heures suivantes : lorsqu'on connaîtra le déterminisme génétique de cette colle (appelée facteur assistant), on pourra sélectionner ou créer par génie génétique des plantes capables d'inhiber sa synthèse ; la plante infectée deviendra ainsi un "cul-de-sac" pour le virus.

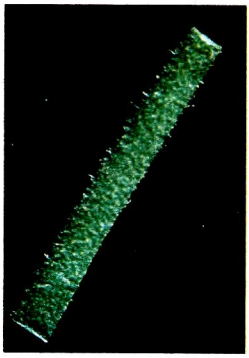
En attendant que cette voie de recherche aboutisse, l'INRA d'Avignon a déjà pris une grande avance en découvrant en 1982 une variété indienne de melon naturellement résistante à ce virus ZYMV. Les rétrocroisements successifs effectués depuis ont permis de réintroduire déjà 99 % des caractères du melon charentais sur cette variété résistante. La commercialisation d'une variété résistante au ZYMV n'est donc pas loin. D'autant qu'une technique de sélection originale mise au point en 1986 par Annie Sauton, une étudiante du laboratoire d'amélioration des plantes, va permettre de diminuer de moitié le temps nécessaire à l'obtention de n'importe quelle nouvelle variété de melon.

Cette technique repose sur l'utilisation de pollen dénaturé par des rayons gamma pour créer des plantes "sans père". Une irradiation à des doses de

Les vertus antivirales de certains oligosaccharides (courtes chaînes de molécules de sucre) sont manifestes. Ainsi, ces trois feuilles de tabac ont été inoculées avec une même et forte concentration de virus de la mosaïque du tabac : celle de droite, prétraitée avec de l'eau, est infectée ; celle du milieu, prétraitée avec un sucre complexe (polysaccharide) est aussi infectée ; mais celle de gauche, prétraitée avec un oligosaccharide naturel spécifique (qui fait actuellement l'objet d'un dépôt de brevet) a été complètement protégée.

PRODUIRE UNE PLANTE EN PIÈCES DÉTACHÉES

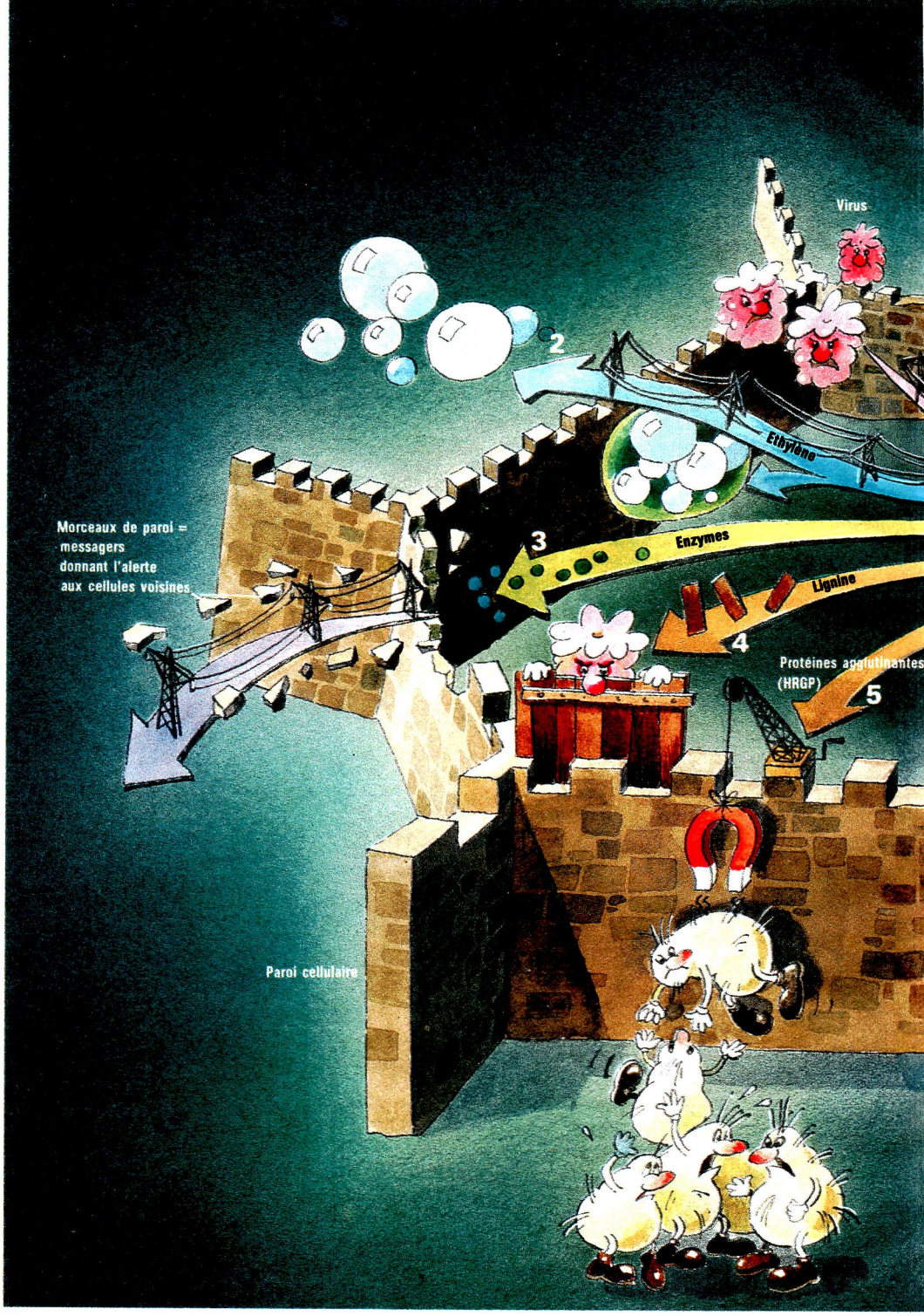
Des chercheurs du CNRS ont conçu un modèle sur lequel on peut provoquer à volonté la naissance d'organes précis. Le modèle (**ci-dessous**) est un explant de tabac d'1 mm sur 8 mm environ, constitué de couches superposées de cellules bien différenciées. Aucune de ces cellules n'étant embryonnaire, tout changement de forme de cet explant ne peut qu'être provoqué par des modifications du milieu de culture. Faisant varier les paramètres de ce milieu, les chercheurs ont ainsi découvert le rôle des petites chaînes de molécules de sucre (oligosaccharides), dérivées de parois cellulaires végétales. Chaque type d'oligosaccharides "programme", à des doses infinitésimales, une forme spécifique d'organe. On peut ainsi programmer des fleurs sur un chevelu de racines, sans tige ni feuille intermédiaires (**ci-contre**).



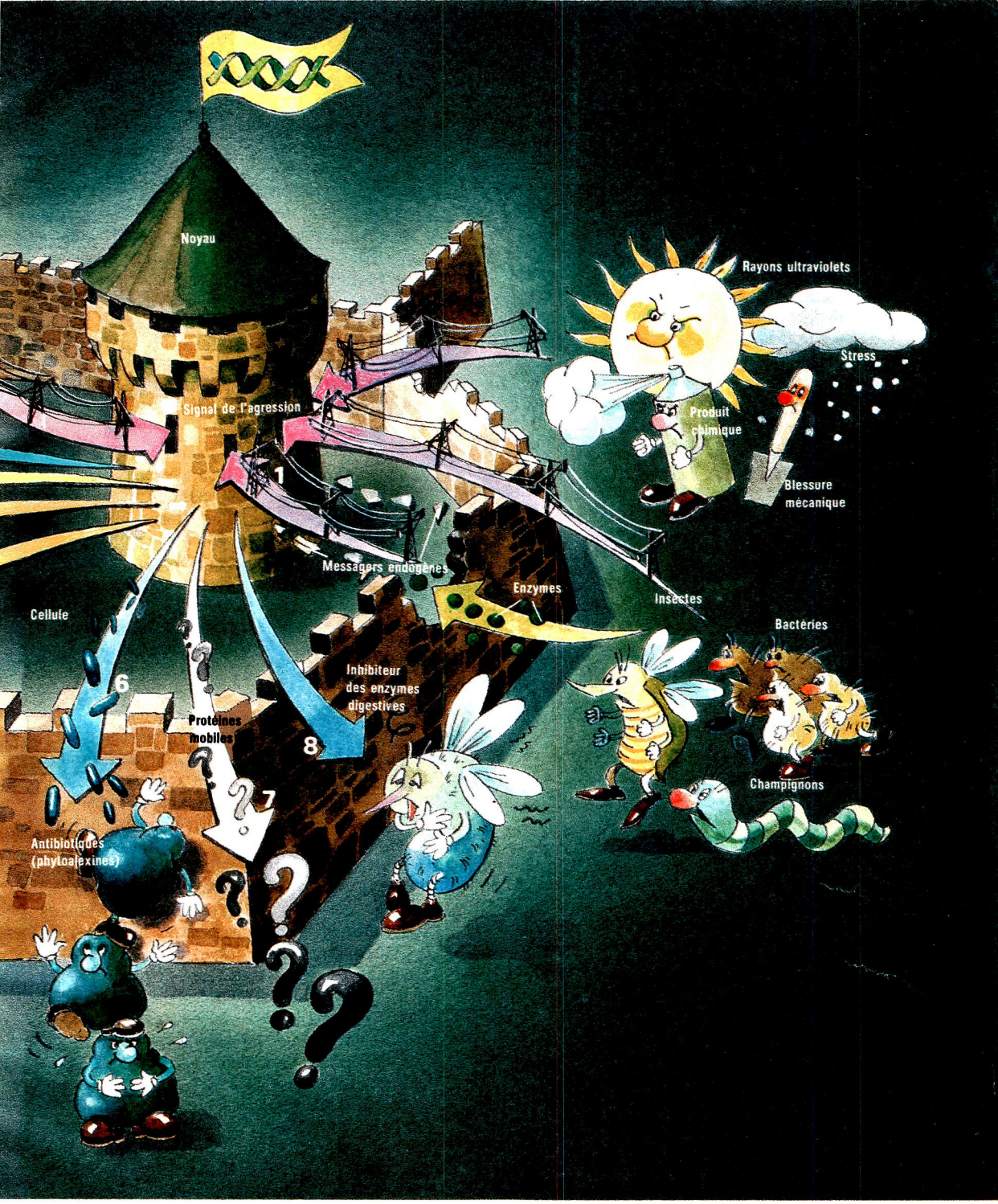
Photos JBMC - Strasbourg - K. Tran-Than Van

300 à 1 000 grays (1) permet en effet au pollen de germer et de féconder l'ovule. Mais les chromosomes irradiés du pollen sont rapidement éliminés et il ne reste bientôt plus dans l'embryon que les chromosomes maternels. Cette parthénogénèse donne donc naissance dans la graine à des embryons haploïdes (ils ne possédent que le stock chromosomique maternel, au lieu du double stock habituel, l'un venant du père, l'autre de la mère). Ces embryons sont prélevés sur la fleur femelle et "élevés" en nursery, en laboratoire, puis en serre. Ils y donnent naissance à des plantules qui doivent subir une petite opération : le trempage dans la colchicine, une substance qui double les chromosomes dans chaque cellule. Cette opération bénigne rend les plantules "diploïdes", propriété indispensable pour qu'une plante puisse donner naissance, plus tard, à des cellules sexuelles et être ainsi fertile. Cette "diploïdisation" a l'énorme avantage, pour les sélectionneurs d'obtenir d'un coup des plantes dont les caractères sont "fixés" (donc héritables) et qui peuvent donc être sélectionnées plus rapidement. Chaque plantule haploïde issue d'un embryon parthénogénétique peut

(1) Le gray correspond à l'absorption d'une énergie d'un joule par kilogramme de matière. 1 gray = 100 rads.



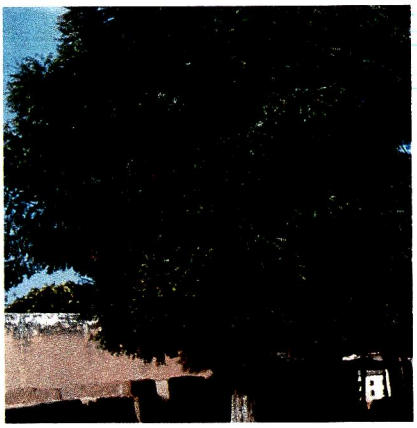
La riposte à une agression s'organise en moins d'une heure chez les plantes résistantes. Les agresseurs (parasites, stress climatique, produit chimique…) déclenchent la réaction soit directement, soit en libérant des molécules dans la paroi cellulaire (messagers endogènes) (**1**). Dans le noyau de la cellule attaquée, certains gènes s'activent. Ils commandent la synthèse d'enzymes. Les unes élaborent des signaux-relais comme l'éthylène (**2**). D'autres dégradent la paroi cellulaire et libèrent à nouveau ces molécules qui sonnent l'alerte chez les cellules voisines (**3**). D'autres encores entraînent la formation de lignine, une macromolécule qui rigidifie la paroi (**4**). Des protéines d'un certain type (riches en hydroxyproline, les HRGP) s'accumulent ; elles peuvent agglutiner les microorganismes (**5**). Des enzymes fabriquent diverses substances antimicrobiennes, les phytoalexines (**6**). Quelques protéines de fonction encore inconnue diffusent dans la plante (**7**) ; d'autres inhibent les enzymes digestives des insectes (**8**).



Dessin M. Dehoky

en plus être "recopiée" en un grand nombre d'exemplaires grâce au bouturage *in vitro*. La technique du pollen irradié, mise au point sur le pétunia avant de l'être très récemment sur le melon, est le seul moyen d'accélérer chez ces espèces la mise au point de nouvelles variétés. Elle va sans doute permettre aux firmes françaises (Clause, Gautier, Tézier, Vilmorin) qui créent les variétés de melon (et ont financé les travaux d'Annie Sauton) de dominer le marché mondial des semences de cette espèce dans les années à venir ! Car la création de variétés résistantes n'est pas chose aisée. La trans-

mission héréditaire de la résistance est facile lorsque ce caractère ne dépend que d'un seul gène, qui plus est "dominant" : car dans ce cas, la présence du gène dans la plante débouche obligatoirement sur la résistance au pathogène. La résistance du melon au virus ZYMV, ou au puceron *Aphis gossypii* rentre dans cette catégorie. Mais souvent la résistance dépend de conditions extrêmement complexes et elle est donc difficile à sélectionner. Elle dépend souvent de plusieurs gènes, dont la présence peut, de plus, passer inaperçue (gènes récessifs). Ceci explique que le programme visant à créer des variétés de melon résistantes au CMV ne doive pas aboutir avant 3 ou 4 ans bien qu'il ait commencé en 1975, 3 ans avant le travail entrepris sur la résistance au puceron vecteur *Aphis gossypii*. Pour tout arranger, cette résistance au virus est souvent capricieuse et dépendante de facteurs externes ; par exemple, elle peut disparaître au-delà d'une certaine température (28 °C chez des tabacs résistants au VMT).



Le margousier indien, Azadirachta, accumule dans tous ses organes des composés actifs qui le rendent très résistant à diverses maladies et à de multiples insectes ravageurs...

Dans ce cas, il ne reste plus aux chercheurs qu'à affiner leur compréhension de ces surprenants mécanismes. L'une des premières armes utilisées contre une attaque virale est ainsi la réaction "d'hypersensibilité". Cette réaction naturelle à certaines plantes empêche la propagation du virus, d'une part en créant une ceinture de cellules mortes autour de son point de pénétration, d'autre part en induisant de proche en proche une résistance généralisée de la plante au virus. Ce dernier est ainsi circonscrit et les symptômes de l'attaque se réduisent à des lésions nécrotiques autour du site de pénétration du virus (***voir photo p. 63***). Les lésions, plus ou moins larges et plus ou moins visibles selon l'intensité de la réaction, se forment rapidement (2 à 3 jours) et en réponse à des concentrations de virus très faibles (de l'ordre du milliardième de gramme par litre). C'est d'ailleurs pourquoi cette réaction est appelée "hypersensibilité" bien qu'elle exprime une action de haute résistance, le sacrifice de quelques cellules sauvant la plante entière. Son déterminisme génétique est connu chez plusieurs espèces (tabac, tomate, etc.).

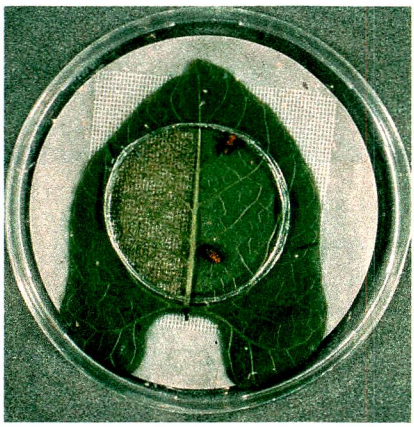
Mais, bien entendu, toutes les plantes, loin de là, ne bénéficient pas de cette réaction protectrice. Chez les plantes sensibles, le virus finit par envahir plus ou moins rapidement tout le tissu vivant. La différence de comportement des plantes bénéficiant de l'hypersensibilité et de celles n'en bénéficiant pas a été très précisément mesurée par Bernard Fritig, responsable du laboratoire de virologie de l'IBMC (*), à Strasbourg. Grâce à un procédé de micro-inoculation et de miniaturisation des méthodes de dosage, il a pu comparer l'évolution du VMT à partir d'un seul site de pénétration sur une feuille de tabac chez deux hôtes, l'un hypersensible (c'est-à-dire résistant), l'autre sensible. Au bout de 2 à 3 semaines, les teneurs finales en virus étaient de 100 000 à 1 million de fois plus élevées chez l'hôte sensible ; la protéine virale représentait alors 50 % des protéines de la plante. Autre fait remarquable : 6 jours après l'inoculation, les virus étaient détectés à 4 cm du point d'innoculation chez l'hôte sensible tandis qu'on n'en trouve plus au-delà de 3 à 4 mm chez l'hôte résistant. B. Fritig explique cela par le fait que la couronne d'environ 1,5 mm entourant la nécrose contient des cellules résistantes à la multiplication du virus.

La résistance des cellules se manifeste par des modifications violentes dans leur métabolisme. Certaines substances s'accumulent ; d'autres naissent et diffusent d'une cellule à l'autre (***voir dessin p. 66 et 67***). Ainsi l'activité de certaines enzymes, notamment celles qui oxydent (oxydases) et celles qui cassent (hydrolases) est accrue : elles libèrent des petites molécules qui, tels des "messagers", vont prévenir les cellules voisines de l'attaque en cours. Celles-ci, à leur tour, accumulent des produits naturellement synthétisés en petite quantité. Ce sont soit des substances toxiques ou répulsives pour les insectes (tannins, résines, composés phénoliques, certains pigments...), soit des macromolécules établissant une barrière mécanique entre les cellules comme la lignine, qui stoppe la progression du virus, soit encore certaines protéines des parois cellulaires, impliquées normalement dans des phénomènes de croissance (les *hydroxyproline rich glycoproteins* ou HRGP) etc. D'autres substances encore naissent à la suite de l'infection. Certaines sont antimicrobiennes : complexes et variées (pisatine chez les pois, glycéolline chez le soja, stilbènes chez

la vigne, etc.), elles sont regroupées sous le terme de "phytoalexines". D'autres sont des protéines qui s'accumulent dans les espaces intercellulaires et que l'on a regroupées sous le terme de pr-protéines (pr pour *pathogenis related*). Ces protéines ont été particulièrement étudiées chez le tabac, notamment à l'IBMC de Strasbourg et à l'INRA de Dijon : leur nombre est au moins de 11 et, bien qu'abondantes (elles représentent 5 à 10 % des protéines totales lors de la réponse hypersensible), leur fonction n'est toujours pas connue. Des chercheurs hollandais soupçonnent l'une d'entre elles d'être une protéine analogue à la thaumatine, protéine au goût très sucré que l'on trouve dans les fruits d'un arbuste d'Afrique de l'Ouest (*Thaumatococcus daniellii*). Cette découverte (3) laisse rêveur sur la finalité du goût sucré qui serait peut-être utile aux plantes avant de servir notre palais ! Un chercheur israélien a par ailleurs trouvé dans la sève d'une plante hypersensible au VMT une protéine antivirale analogue à l'interféron humain.

Une constatation trouble la petite communauté scientifique concernée par ces recherches : ces substances protectrices, marqueurs de la résistance au virus, se retrouvent également en plus ou moins grande proportion dans une plante soumise à un stress climatique, un produit chimique ou attaquée par un autre parasite (champignon, bactérie...). Ainsi la reconnaissance entre un agresseur et son hôte a beau être très spécifique (dans le cas des virus, notamment), la plante répond à cette attaque personnalisée par un état de résistance universelle indépendante de la nature de l'agresseur. Chez un arbre tropical réputé pour sa résistance aux insectes et aux maladies, le margousier indien *Azadirachta* (nem-tree), des chercheurs américains ont identifié un composé terpénique actif à lui seul contre 128 espèces de parasites !

Entre le signal spécifique de l'attaque et les substances communes de la riposte, il doit donc exister une cascade de signaux-relais actuellement très étudiés. Des résultats sont d'ores et déjà acquis et on appelle "éliciteurs" les messagers qui en réponse à l'attaque vont prévenir les cellules environnantes et dévier leur métabolisme vers une lutte contre l'agresseur. Certaines molécules chimiques de synthèse sont connues pour être des éliciteurs : l'aspirine, l'acide polyacrylique. D'autres renforcent leur action, comme le phosétyl-aluminium, principe actif à la base de produits fongicides commercialisés par Rhône-Poulenc. Mais l'on commence à identifier des éliciteurs biologiques, provenant des champignons parasites et de la plante attaquée elle-même. Il s'agit le plus souvent de molécules de sucre, les oligosaccharides. Elles sont libérées à partir des parois cellulaires de l'agresseur lorsque celui-ci est un champignon, ou à partir de celles de la cellule infectée (seule origine possible dans le cas des attaques virales ou des stress). Peter Albersheim (université de Georgie), en a identifié plusieurs et les a regroupées sous la bannière d'"oligosaccharines" (4). Clarence Ryan et ses collègues de l'université de l'Etat de Washington (Etats-Unis) ont attribué à une oligosaccharine le fait que toutes les cellules d'une feuille de tomate attaquée par un insecte soient prévenues rapidement, et qu'en moins d'une heure, toutes les feuilles produisent un inhibiteur des enzymes digestives de l'insecte qui s'affaiblit ainsi au contact de sa proie. C. Ryan a récemment identifié le gène responsable de la production de cet inhibiteur.



... dont la coccinelle mexicaine des haricots. Ainsi, la moitié droite de la feuille, traitée avec un extrait de cet arbre, l'azadirachtine, n'a pas été dévorée, contrairement à la gauche, non traitée.

Photo Gillet - Pr K. Hohenheim/Le Sillon

Au laboratoire de B. Fritig, un type précis d'oligosaccharine extrait de parois de champignon vient de se montrer apte à immuniser des tabacs contre le VMT (***voir photo p. 64***). Un tel effet n'avait encore jamais été mis en évidence et s'il s'avérait efficace dans la pratique, l'avenir commercial des oligosaccharines serait assuré. Actuellement, l'équipe de Marie-Thérèse Equerre-Dugaye à l'université Paul Sabatier de Toulouse, s'attache à déchiffrer les mécanismes par lesquels les éliciteurs induisent les activités de défense des plantes. Parmi les efforts actuellement répertoriés, il existe une stimulation de la synthèse d'éthylène, considérée comme une hormone chez les végétaux. Cette aptitude des éliciteurs à modifier l'équilibre hormonal des plantes pourrait expliquer que des oligosaccharides aient une action très spécifique sur la morphogénèse des plantes, comme vient de le

(2) Institut de biologie moléculaire et cellulaire
(3) *Nature*, 29 mai 1986, p. 531.
(4) *Pour la Science*, novembre 1985, p 18

(suite du texte page 150)

1

LA LOUTRE DE MER A-T-ELLE INVENTÉ L'OUTIL ?

Elles attachent à leur fourrure autant de prix que les pelletiers et surtout, elles savent se servir d'un "casse-noisette". Voici ces rescapées de l'écologie.

PAR JACQUES MARSAULT

Ces jours-ci naissent des loutres de mer, l'animal mérite attention. La loutre de mer des côtes pacifiques de l'Amérique du nord se distingue, en effet, par plus d'un caractère de toutes les autres loutres connues : généralement, ce sont des animaux d'eau douce, bien qu'elles puissent fréquenter les bords de mer. Mais elles restent toujours liées à la terre ferme et utilisent, en particulier, des terriers creusés dans les berges.

La loutre marine, elle, vit en eau salée et se passe parfaitement de tout contact avec la terre. Elle dort la nuit, bercée par la houle, au milieu des champs d'algues. Ses pattes avant, croisées sous le menton, tiennent fortement une tige, qui sert ainsi d'amarre.

C'est également dans ces champs d'algues que se fait la mise bas. Le jeune naît en hiver, en janvier ou février. Il est très protégé par sa mère, qui le maintient sur sa poitrine pendant qu'elle fait la planche. La jeune loutre dort ou tète dans cette position (***photo 3***). Quand la mère doit plonger pour chercher de la nourriture, elle emmaillote alors son enfant dans des algues, pour l'empêcher de dériver (***photo 2***). Une de ses grandes préoccupations est de maintenir en parfait état la fourrure du petit. En effet, seule une fourrure parfaitement propre reste imperméable et peut isoler du froid. Les particules alimentaires, la graisse et, malheureusement, les hydrocarbures font perdre à la fourrure ses qualités isolantes et peuvent provoquer la mort.

On a calculé que, pendant ses heures d'activité, une loutre passe 10 % de son temps à nettoyer sa propre fourrure et 20 % à s'occuper de la fourrure de son enfant. Ces soins intensifs peuvent durer de onze à douze mois. On comprend que la séparation d'avec sa mère équivaut, pour une jeune loutre, à une condamnation à mort. Chaque année, on trouve

sur les plages de Californie de jeunes orphelines. Mais elles peuvent maintenant être sauvées grâce à une formule de lait artificiel mise au point par les chercheurs de l'aquarium de Monterey.

Autre différence : alors que toutes les autres loutres sont solitaires ou, tout au plus, vivent en famille jusqu'au départ des jeunes, les loutres marines, elles, vivent en troupes souvent relativement importantes. On ne sait pas grand-chose de leur organisation sociale, mais il est évident qu'elles sont attirées les unes par les autres.

Mais c'est surtout par leur comportement alimentaire que les loutres marines se distinguent. En 1939, le naturaliste américain Fischer fit sensation avec un article dans lequel il expliquait que la loutre californienne utilise, de manière habituelle, un outil. Ses observations, largement confirmées depuis, placent cette loutre dans une situation particulière. Il s'agit, sans doute, mis à part les primates, du seul mammifère capable d'utiliser un outil pour se procurer de la nourriture.

Son alimentation est très variée. On a dénombré environ 50 espèces différentes de mollusques, crustacés ou poissons, qu'elle va chercher à des profondeurs importantes, au moins 90 m. Or, pour détacher des mollusques fixés au rocher ou pour briser des bivalves hermétiquement fermés, la loutre se sert volontiers d'un caillou....

Comment s'en sert-elle ? Elle plonge et, tenant dans ses pattes son "marteau", brise l'ormeau fixé au rocher. Elle n'hésite pas non plus à s'attaquer à un gros crabe dont elle fracasse les pinces et la carapace.

Quand il s'agit de grands bivalves, le comportement est plus curieux. La loutre remonte du fond un caillou et sa proie. Elle prend sa position habituelle de nage sur le dos. Elle place la pierre sur sa poitine et sur cette enclume frappe de toutes ses forces le coquillage pour le briser (***photo 1***). Cela fait, elle lâche le caillou, déguste la chair du bivalve et recommence.

Elle doit recommencer souvent car la recherche de la nourriture est pour elle primordiale. Une loutre marine doit manger chaque jour environ le quart du poids de son corps. Un mâle pèse en moyenne 29 kg et une femelle, 19. Les loutres marines ont un métabolisme très élevé : elles ne supportent pas plus de trois jours de jeûne.

Cependant, le manque de nourriture n'est pas ce qui les menace le plus. Bien entendu, elles sont protégées par la loi. On ne les pourchasse plus pour leur fourrure. Les premières mesures de protection datent de 1911 et il était temps, car l'espèce avait été presque exterminée par les chasseurs. Depuis, leur nombre augmente. La population de Californie ne dépasse pas, sans doute, 1 500 individus, mais au large de l'Alaska, il y en a peut-être jusqu'à 100 000.

Les principales menaces actuelles viennent des pollutions, spécialement des hydrocarbures déjà cités. Elles sont également souvent victimes des

2

3

filets dérivants. Il faut aussi signaler que des pêcheurs de coquillages supportent mal leur concurrence et réclament une révision de la protection totale qui leur est accordée.

Mais ces animaux ont aussi leurs amis qui militent pour eux. Et si aucune catastrophe écologique ne vient anéantir leur colonie, on devrait sans doute, longtemps encore, pouvoir observer, au large de la Californie, ces loutres peu farouches se servir d'outils primitifs qu'elles ont peut-être utilisés avant l'Homme !

Jacques Marsault

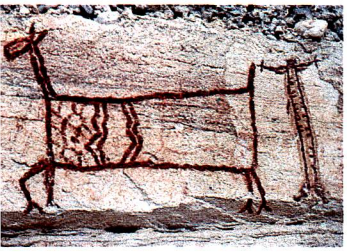
Photos F. Gohier

L'AMÉRIQUE DÉCOUVERTE IL Y A 40 000 ANS

Et non 13 000 ans comme on le croyait jusqu'ici. C'est ce que révèlent les dernières découvertes de vestiges humains, tant au nord qu'au sud. Comment les premiers "colons" sont-ils arrivés dans le Nouveau Monde ? Et d'où venaient-ils ?

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

Parti d'Afrique, où il est apparu il y a une centaine de milliers d'années (1), l'*Homo sapiens sapiens*— c'est-à-dire nous — avait déjà bien investi la Terre il y a plus de 40 000 ans : l'Afrique, l'Europe, l'Asie, et même l'Australie, où une récente découverte permet de penser qu'il s'y trouvait déjà, sans doute après avoir traversé un bras de mer d'une centaine de kilomètres qui séparait encore, en cette période de glaciation, les îles au large de l'Asie du Sud-Est et l'Australie, continent alors relié à la Nouvelle-Guinée et à la Tasmanie actuelles.



Pendant quelques dizaines de miliers d'années, *Homo sapiens sapiens* a partagé ces continents avec l'homme de Néanderthal, son homologue au squelette épais issu d'une autre branche du même arbre généalogique de l'espèce humaine. Mais progressivement l'homme moderne a pris le dessus, et on s'accorde pour penser qu'il y a 35 000 à 40 000 ans il remplace tous les autres types humains — Néanderthal compris — en Afrique, en Asie, en Europe et en Australie.

Et le continent américain ? Il aurait été encore inaccessible à ces hommes primitifs. Tout *sapiens* qu'ils aient été, il était difficilement pensable qu'ils aient traversé des milliers de kilomètres d'océans Atlantique ou Pacifique. Et si, à l'occasion d'une glaciation, ils s'étaient aventurés à franchir à pied sec, tout au nord, le "pont behringien" ? En effet, lorsque la température baisse pendant assez longtemps, au lieu de retourner à la mer sous forme de pluie, une bonne partie de l'eau évaporée s'accumule sous forme de neige et de glace, le niveau des mers baisse alors jusqu'à transformer en isthme le détroit de Behring ? Mais ces explorateurs préhistoriques se seraient vraisemblablement heurtés, arrivés au Canada, à une barrière de glace infranchissable qui s'étendait d'est en ouest, des montagnes rocheuses à la baie d'Hudson.

D'ailleurs les plus anciens vestiges humains connus en Amérique dataient d'une douzaine de milliers d'années (et non de 40 000 ans et plus comme dans les autres continents). Il semblait donc que la colonisation de ce continent avait commencé peu de temps auparavant, c'est-à-dire vers la fin de la dernière glaciation.

Ces premiers "colons", de souche mongoloïde, empruntant le bassin de la Léna, dans l'actuelle Sibérie, puis traversant le "pont Behringien", il y a 13 000 à 15 000 ans, auraient réussi cette fois à franchir la barrière de glace mentionnée plus haut à la faveur d'une brèche qui s'y crée (ou disparaît) au gré des mouvements des glaciers qui la composent. De là, le réchauffement climatique qui règne en cette fin de période de glaciation aurait facilité leur rapide expansion dans tout le continent (rapidité tout de même relative, car, s'il faut 3 000 ans environ pour qu'une population essaime sur une distance de 3 000 km entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, cela ne fait pas plus d'1 km par an, soit... 3 km par jour !).

Ce scénario, accepté en gros depuis le début du siècle, s'accordait fort bien avec ce que l'on peut imaginer des conditions écologiques depuis la dernière glaciation, qui a atteint son maximum il y a 18 000 ans. Un réchauffement durable du climat a commencé, nous l'avons dit, il y a quelque 13 000 ans, et la montée du niveau des mers due à la fonte des glaces a coupé l'isthme de Behring il y a 10 000 ans environ. Les bandes de chasseurs de mammouths et autre gros gibier ont largement eu le temps, en 3 000 ans, de passer en nombre de l'Asie

(1) On en a découvert des vestiges à Border Cave, en Afrique du Sud, dans des dépôts datés entre 90 000 et 105 000 ans.

Des fragments de roche peinte il y a plus de 30 000 ans et des morceaux de charbon de bois du même âge ont été trouvés au nord-est du Brésil, dans un site occupé de manière continue pendant plusieurs milliers d'années. Il s'agit de la région du monde la plus riche en vestiges humains, comme l'attestent, entre autres, ces peintures rupestres (−15 000 à −20 000 ans) contemporaines de celles de Lascaux, en France.

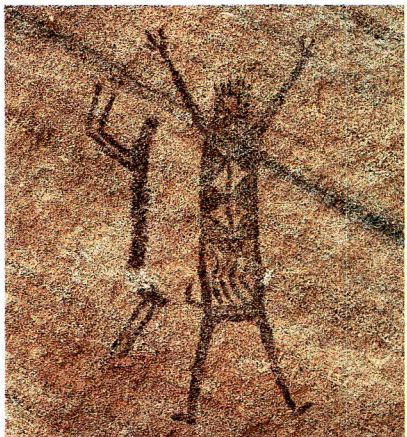
en Alaska, puis d'aller peupler le Nouveau Monde.

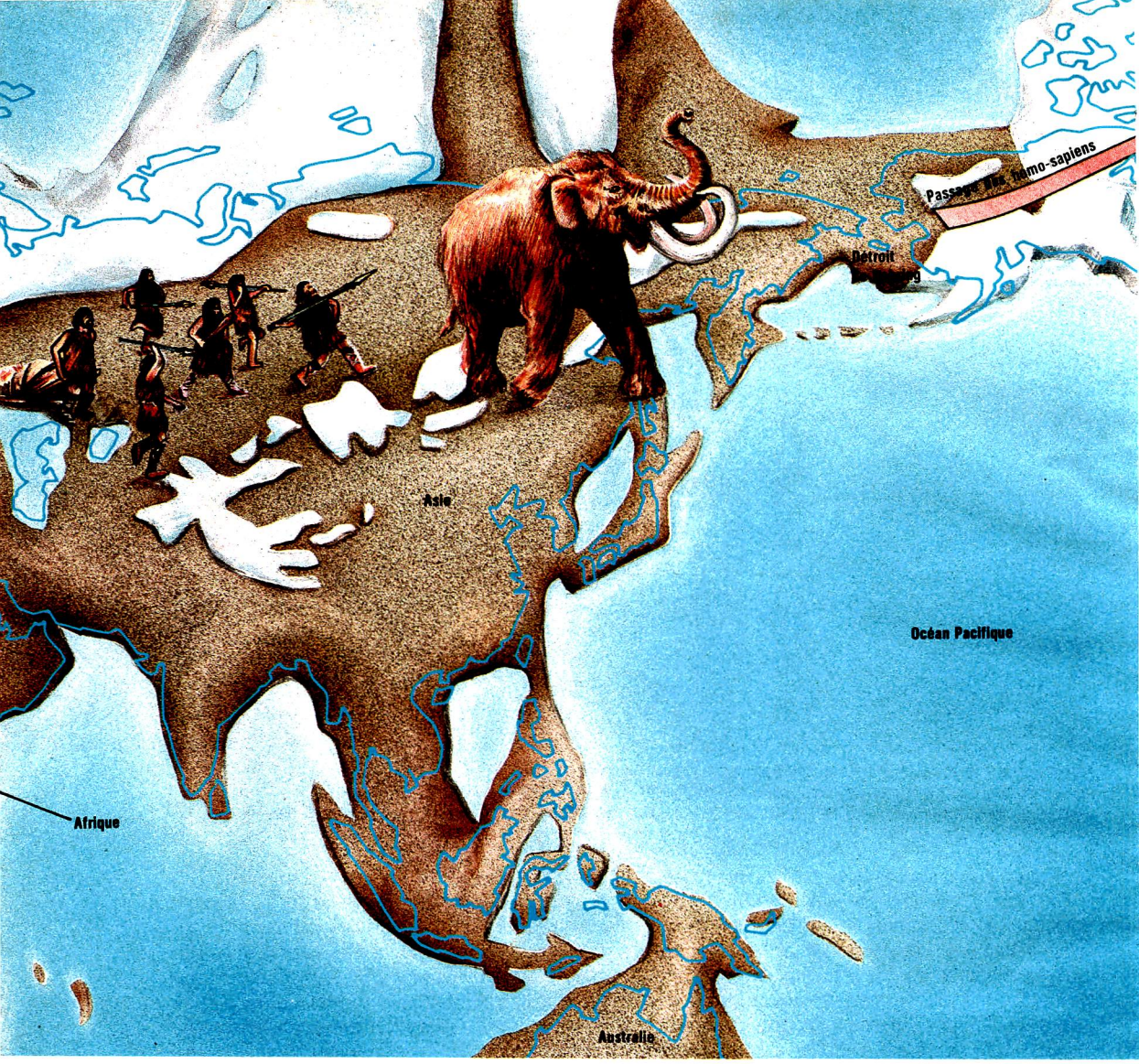
Or cette hypothèse chronologique s'effondre sous une cascade de preuves et d'indices difficilement réfutables. Les méthodes de datation au carbone montrent que l'homme était en Amérique du Sud il y a 32 000 ans : peut-être même 40 000. En Amérique du Sud, l'homme produisit des peintures rupestres il y a 15 000 à 20 000 ans, au même moment que ses congénères européens à Lascaux, en France, ou à Altamira en Espagne. Plusieurs centaines de sites de peintures rupestres ont été recensées en Amérique du Sud.

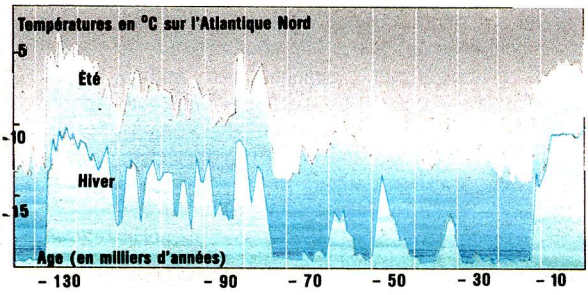
Tout a commencé il y a 13 ans, , grâce à une équipe franco-brésilienne qui étudiait les traces les plus anciennes laissées par l'homme sur le continent américain. Le Pr Niède Guidon, du Laboratoire d'anthropologie préhistorique d'Amérique, de l'Ecole des hautes études en sciences sociales, et les chercheurs du Museu paulista de l'université de Sao Paulo étudiaient donc la région la plus prolifique du monde en peintures rupestres, celle de Pedra Furada (ou Pierre Percée), dans le nord-est du Brésil. Des échantillons de vestiges retrouvés sur ce site sont adressés au Centre des faibles radioactivités, au Centre national de la recherché scientifique à Gif-sur-Yvette. Là, l'équipe du Dr Georgette Delibrias les soumet à la datation au carbone 14, qui mesure la radioactivité résiduelle dans les débris organiques et permet de situer ces débris dans le temps. La méthode fonctionne jusqu'à une cinquantaine de milliers d'années.

L'année dernière, surprise : datés au carbone 14, des échantillons de charbon de bois dans un site habité continuellement pendant des milliers d'années accusent 32 160 ans d'âge, avec une marge d'erreur de plus ou moins 100 ans. Un autre échantillon, trouvé parmi les fragments d'une roche peinte qui s'est détachée de la paroi, confirme cette ancienneté.

Au début des excavations, personne ne s'attendait à cette découverte. L'abri rocheux situé sur une pente abrupte surplombant la vallée de Pedra Furada s'inscrivait fort bien dans l'hypothèse







Les Amériques peuplées à la faveur d'une glaciation.
Celle-ci aurait permis aux chasseurs préhistoriques de gros gibier, venus d'Asie, de franchir à pied sec l'actuel détroit de Behring. On croyait que cette traversée eut lieu lors de la dernière glaciation (entre −28 000 et −13 000 ans). Or on a découvert des vestiges humains vieux de près de 40 000 ans. Ce passage, s'il a eu lieu (car d'autres itinéraires sont proposés), a dû se produire lors d'une glaciation précédente.

d'une migration d'origine mongoloïde remontant à une dizaine de milliers d'années. Mais on continua de creuser, et en 1985, après avoir dégagé 3 m de sédiments, on atteignit le lit rocheux. Les dates obtenues à diverses couches s'échelonnaient parfaitement de moins 5 000 ans au niveau supérieur à moins 32 000 ans au niveau le plus ancien, où de vastes foyers en blocs de pierre contenaient des cendres, du charbon de bois, et pas moins de 560 fragments d'outils de pierre.

Avant d'atteindre le lit rocheux, on avait traversé près de 20 étapes chronologiques distinctes. Les plus anciennes se suivent de près : 10 dates entre −32 160 et −23 500 ans, ce qui contribue à réduire le risque d'erreur d'une datation unique, et fait penser que le site a été occupé de façon plus ou moins continue pendant près de 10 000 ans.

Les données sont vérifiées, et un article envoyé à la revue scientifique internationale *Nature*. Il est

Photo Guidon — Dessins G. Delpit

soumis au crible des arbitres *(referees)* spécialisés en archéologie et paléontologie, et, enfin, publié. Un éditorial, signé de Warwick Bray, de l'Institut d'archéologie de l'université de Londres, l'accompagne. « La validité de leurs preuves semble indubitable », écrit ce chercheur. Et il n'hésite pas à souligner ainsi l'intérêt des nouvelles trouvailles par rapport à l'ancienne hypothèse : « Un assemblage de cas douteux ne prouve absolument rien, alors qu'une seule découverte irréprochable suffit. »

Il y a quelques semaines, un anthropologue américain, Thomas Dillehay, de l'université du Kentucky, faisait une nouvelle découverte à Monte Verde, au Mexique : des fragments de bois, de pierres travaillées et du charbon de bois, qui dateraient de 33 000 ans. Un chercheur brésilien parle, lui, de vestiges datant de 40 000 ans. Mais les datations doivent encore être confirmées.

En revanche, les sites d'une telle ancienneté sont rares en Amérique du Nord, et leur datation est contestée. Des pointes de lance découvertes près de la ville de Clovis, au Nouveau Mexique, dans les années 1920, sont datées de −11 500 ans. Il y a bien l'abri rocheux de Meadowcraft, près de Pittsburgh en Pennsylvanie, que des chasseurs auraient utilisé il y a 19 000 ans, et le site d'Old Crow, dans le Yukon, où l'on a découvert des outils en os qui dateraient de 27 000 ans, mais les dates sont contestables, et contestées. Les découvertes en Amérique du Sud — Brésil, Chili, Argentine — sont, elles, si nombreuses, et les méthodes de datation, si sûres, que l'échafaudage bâti par les anthropologues depuis le début du siècle est devenu vétuste. Par quoi va-t-on le remplacer ?

Le Pr Guidon et ses collaborateurs écrivent prudemment que leurs découvertes « suggèrent fortement que la migration d'Asie vers l'Amérique du Nord s'est produite bien avant 32 000 ans ». Pour d'autres, ces découvertes remettent en question non seulement les dates, mais aussi l'itinéraire suivi par les premiers colonisateurs américains. Le Pr E. James Dixon, chargé d'archéologie au Musée de l'Alaska à Fairbanks, pense que l'itinéraire behringien doit être remis en question. « Depuis une cinquantaine d'années, il (cet itinéraire) est devenu un dogme. Mais ce n'est pas un fait établi. Il se peut qu'il corresponde à la réalité, mais les recherches actuelles suggèrent qu'il peut ne pas y correspondre. »

Quel autre itinéraire envisager ? L'explorateur norvégien Thor Heyerdahl, connu pour ses voyages maritimes en barques tressées de roseaux (à l'instar des Egyptiens de l'Antiquité), suggère que les premiers hommes auraient traversé le Pacifique en bateaux. C'est d'ailleurs grâce à des embarcations que les premiers hommes ont dû atteindre l'Australie, en partant des îles de l'Asie du Sud-Est, car l'Australie, même au plus fort d'une glaciation, n'a jamais été reliée au Sud-Est asiatique. C'est grâce à des embarcations également que les Polynésiens de l'Antiquité ont colonisé les îles du Pacifique il y a au moins 3 500 ans.

Mais l'idée même que des hommes primitifs, il y a

(suite du texte page 149)

JOUEZ GRANDEUR NATURE

Au nom de la loi, je vous arrête !

Il n'y a pas que les enfants qui jouent aux gendarmes et aux voleurs ou qui trafiquent dans les mers du Sud...

Les soi-disant grandes personnes aussi ! JEUX & STRATEGIE les a rencontrées et vous raconte tout. Découvrez l'étrange monde des jeux grandeur nature.

JEUX & STRATEGIE vous donne même un scénario pour organiser vous-même une soirée pas comme les autres... Vous allez être étonné ! Et en lisant ce numéro de JEUX & STRATEGIE, doublez vos chances de devenir champion de France des jeux mathématiques et de logique.

EN VENTE PARTOUT

ECHOS DE LA RECHERCHE

MÉDECINE

De Joseph Meister aux prostituées du Zaïre

Tandis que la presse nationale et internationale continuait d'affoler les populations avec le spectre du Sida (un millier de victimes en France, dix fois moins que par les accidents de la route, cinquante fois moins que par le cancer), une équipe franco-zaïroise expérimentait déjà un vaccin, au Zaïre bien sûr.

Ce fut le *New York Times* qui révéla l'affaire, car c'en est une. Le Dr Lurhuma, de l'université de Kinshasa, et le Dr Zagury, de l'université de Paris, mènent leurs expériences avec le plein accord du Zaïre, l'un des pays du monde où le Sida a atteint le taux endémique le plus fort (on cite le chiffre de 30 % de séropositifs parmi la population). Le Dr Jonathan Mann, de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), chargé de la lutte contre le Sida, a interrogé le gouvernement zaïrois sur l'expérimentation et n'a reçu aucune réponse à la fin décembre. Le Dr Zagury, lui, ne dit rien non plus, puisqu'il s'est engagé auprès du gouvernement zaïrois à respecter le secret.

On a beaucoup agité alors, dans la presse médicale et l'autre, les problèmes éthiques de l'expérimentation sur l'être humain. Il est possible que certaines anxiétés soient sincères ; il est plus que vraisemblable que bien d'autres sont hypocrites. Il semble, en effet, que le vaccin soit expérimenté sur des prostituées déjà infectées. Au pis, et selon toute vraisemblance, si le vaccin n'était pas efficace, il ne leur fera pas de mal. Au mieux, il les guérira, puisque, selon le chef américain de la recherche sur le Sida, et contrairement à ce que continuent à dire bien des gens, le vaccin contre une souche du virus immunise contre toutes les autres et qu'il semble bien que le vaccin neutralise bien le virus. Savoir s'il est efficace sur des gens déjà infectés et chez lesquels le virus est déjà installé, là est la question.

Somme toute, les prostituées du Zaïre sont dans la même situation que le petit Meister, le premier être humain vacciné contre la rage par Pasteur. Quand Pasteur l'avait vacciné, il ne possédait que son expérience sur les chiens et rien n'assurait que le vaccin serait aussi efficace sur l'homme qu'il l'avait été sur le chien.

Certes, Pasteur était fort de son expérience sur les chiens et l'on ne sait pas encore ce que donneront (ou ont peut-être déjà donné) les expériences américaines sur les singes rhésus. La panique suscitée — et entretenue — sur le Sida justifie donc pour une fois que l'on saute l'expérimentation animale.

Il est indéniable que, dans toute expérimentation humaine, l'on a besoin du consentement libre et éclairé du sujet. On peut toutefois se demander s'il est possible d'éclairer des prostituées du Zaïre, dont les compétences scientifiques ne sont peut-être pas aiguës, sur la portée de l'expérimentation. Quant à leur liberté, on peut également s'interroger sur ce qui reste de liberté face à la peur... **G.M.**

CHIRURGIE

Une greffe originale

Chez certaines personnes, soit pour raisons génétiques, soit à la suite de traumatismes, les ligaments de l'articulation du genou peuvent être trop lâches, ce qui entraîne un grave manque de stabilité dans la posture debout et la marche. Il est possible que l'on puisse remédier à cette anomalie, comme le laisse espérer une intervention remarquablement discrète effectuée en décembre 1986 au CHRU de St-Etienne.

D'abord, du tissu conjonctif, celui dont les ligaments sont constitués, a été mis en culture par le Pr Jacques Frey et le Dr Annette Chamson. La culture a été réalisée à partir de prélèvements de fibroblastes sur le patient à traiter. Puis le Pr Gilles Bousquet a procédé à la greffe, qui serait une "première". Le ligament de culture mesurait 15 cm de long, 6 de large et 4 d'épaisseur et il avait été obtenu en deux mois environ, après ajout de collagène de bœuf.

Il semble que la greffe ait réussi, ce qui n'est pas étonnant, puisqu'il s'agit d'une autogreffe. **G.M.**

Affreuse pollution de l'air arctique, surtout à la fin de l'hiver. L'air peut y être plus pollué qu'au-dessus de New York...

BIOLOGIE

La stratégie des lymphocytes

Ce pourrait être un nouveau jeu électronique que de reconstituer la stratégie des lymphocytes, les globules blancs qui défendent le corps contre l'infection. Elle est prodigieusement complexe.

On avait toujours pensé que tous les groupes de lymphocytes étaient porteurs de marqueurs de surface déterminés qui définissent leurs rôles.

A savoir :

- Les lymphocytes B, qui produisent les anticorps ;
- Les lymphocytes Tc ou cytotoxiques, qui tuent les cellules infectées par les virus ;
- les Td, qui sécrètent les lymphokines, médiateurs qui activent les macrophages, qui absorbent et digèrent les cellules étrangères ou infectées ;
- les Th ou "helpers", qui déclenchent l'ensemble des réactions immunitaires et alertent les B en particulier ;
- les Ts ou suppresseurs, qui bloquent l'action des Th une fois que l'infection a pris fin.

Rapport de communication assez complexe. Rapport encore plus complexe si l'on garde en mémoire que les Th sont porteurs d'anticorps monoclonaux dit OK T4 et les Tc, des anticorps similaires, dit OK T8.

Or, tous les groupes de lymphocytes changent de marqueurs de surface au cours de leur vie (indépendamment des changements qui peuvent se produire dans le cas d'une infection lymphocytaire comme le Sida). Quand une population de T a vieilli, elle est presque entièrement OK T8, mais on n'y trouve plus de cytoxicité, ce qui est bizarre, puisque l'anticorps OK T8 est justement spécifique des cellules cytotoxiques Tc, ou du moins, le semblait. En revanche, ce sont les OK T4, qui eux avaient jusqu'ici paru spécifiques des Th, non cytotoxiques, qui deviennent cytotoxiques.

Ces constatations ont été rapportées par Bernhard Fleischer et ses collègues de l'université de Würzbourg dans *Nature*. Cela veut dire que les T helpers deviennent des T tueurs, donc qu'il se produit une inversion des rôles des lymphocytes dans une population de T vieillissante, comme l'avait d'ailleurs pressenti un autre Allemand, G. Pawelec, de l'université de Tübingen. Il est beaucoup trop tôt pour deviner toutes les répercussions de ce changement de rôle dans la lutte contre l'infection.

Dans un jeu électronique, pour reprendre la comparaison du début, cela voudrait dire que les pions du partenaire A deviennent, au fur et à mesure de la partie, ceux du partenaire B !

Plus bizarre encore : on vient de découvrir, à l'institut Max Planck de Freiburg en Brisgau que les Tc ressemblent décidément beaucoup à d'autres lymphocytes encore, les T NK ou "*natural killers*", c'est à dire "tueurs naturels", que l'on n'avait vu agir que contre les cancers et qui semblaient, eux, constituer un groupe indépendant. Tc et NK pourraient donc être très proches parents, si ce n'est jumeaux.

Peut-être la lumière viendra-t-elle du chercheur Zwitter, de l'Institut d'oncologie de Ljubljana, en Yougoslavie, qui a trouvé, lui, une autre singularité. Alors que les lymphocytes produits par la moelle semblent tous marqués d'avance, Tc, Th, Td, etc., ils changent aussi de rôle quand ils passent par les ganglions lymphatiques, passage obligé, puisque c'est seulement par là qu'ils peuvent rejoindre la circulation sanguine.

Ainsi, 85 % des jeunes lymphocytes qui entrent dans le système lymphatique sont porteurs de l'anticorps OK T8, ce qui en fait des cytotoxiques. A la sortie, il n'y en a plus que 30 %. C'est à dire que les ganglions lymphatiques ont changé les étiquettes et transformé des Tc, en Th. Pourquoi les ganglions contrarient-ils ainsi le schéma originel de production des lymphocytes ? Mystère pour le moment.

Conclusion : non seulement les lymphocytes vieillissants changent tous seuls de rôles, mais encore le système lymphatique les fait-il changer dès l'entrée de jeu. Autant dire que les lymphocytes sont des soldats qui changent plusieurs fois d'uniformes.

Dernière étrangeté : on avait pensé que les Th, qui alertent les B, pour leur faire fabriquer tel ou tel anticorps, ne pouvaient commander aux B que la production d'un seul type d'anticorps. Erreur ! Judy Teale, de la Scripps Clinic de La Jolla, en Californie, a trouvé que les Th peuvent faire fabriquer tous les anticorps possibles par les B. Cela explique déjà un point : les Th sont finalement des meneurs de jeu ; ils sont plus importants que tous les autres, et c'est sans doute pourquoi le système lymphatique transforme 55 % des Tc en Th.

Le Th, lui, est le plus "intelligent" et le plus agile, c'est lui qui commande aux B quand il y a une infection. Mieux vaut donc avoir beaucoup de Th et juste ce qu'il faut des autres.

Le logiciel de cette stratégie n'est certes pas achevé. La plupart des biologistes pensent que beaucoup de surprises les attendent. **G.M.**

Cancer du sein : brusque montée des taux de décès, aux Etats-Unis du moins, après une décennie de déclin, et cela en dépit du fait que la mortalité globale par cancer continue de baisser, toujours aux Etats-Unis. Alors que la mortalité globale par cancer réprésente 7 % des décès, celle par cancer du sein a augmenté de 7 % de 1983 à 1984 seulement. Les raisons en sont inconnues.

Erratum. Dans notre article "Le travail des neurones observé en direct" (*Science & Vie* n° 832 p. 10), les photos sur les images obtenues à l'aide du PET Scanner ont été réalisées par le CEA. Nous prions nos lecteurs et le CEA de nous excuser pour cet oubli.

DIÉTÉTIQUE

Les graisses et le cœur : rien n'est sûr

C'est vrai, mieux vaut réduire ses rations de graisses alimentaires si l'on veut réduire les risques de maladies cardio-vasculaires. Mais se réduire systématiquement à un régime pauvre en graisses et riche en hydrates de carbones (légumes, fruits, céréales) ne convient peut-être pas à tout le monde, rappelle le Dr Gerald Reaven, médecin américain spécialiste du diabète. Une faible tolérance au glucose peut rendre un tel régime plus nuisible qu'utile, surtout si l'on est sédentaire et âgé, précise Reaven. **G.M.**

Scandale pharmaceutique en Grande-Bretagne : le responsable des tests officiels sur l'innocuité à long terme des contraceptifs oraux Logynon, Tirnordiol (dits TriPhasil et Tri-Levlen aux Etats-Unis) a admis que ces travaux avaient été truqués, qu'il s'agisse de travaux sur l'animal ou d'observations sur l'être humain. Les références scientifiques, elles, étaient invérifiables. Les tests avaient servi à la publicité des produits. Aux Etats-Unis, on vient de découvrir qu'un cardiologue avait publié 13 articles frauduleux et 55 douteux, dont plusieurs sur des médicaments pour le système cardio-vasculaire...

Les anabolisants chers aux amateurs de "gonflette" peuvent donner le cancer de la prostate, du moins à long terme, comme l'indique une information de *The Lancet*".

Quelle était la "peste" décrite par Thucydide ? Elle tua un tiers de l'armée grecque au V^e^ siècle avant notre ère, et d'après les symptômes décrits par l'historien grec, ce n'était sans doute pas la peste telle que nous la connaissons. Selon le *New England Journal of Medicine*, il semble bien que ç'aurait été l'impétigo, infection staphylococcique devenue de nos jours bénigne et banale. Il se serait agi d'un impétigo bulleux. Le frottement des cnémides et des jambières, sans doute...

BIOÉLECTRONIQUE

Les détecteurs à feuilles de courgette...

... Ou à pétales de magnolia ou à antennes d'écrevisse constituent le dernier cri en matière de recherche électronique.

Le principe qui guide les chercheurs est le suivant : tous les tissus vivants réagissent aux substances de l'environnement. Certains organes des animaux et des végétaux réagissent avec une sensibilité particulière à certaines substances. Les antennes des crustacés, par exemple, décèlent dans l'eau des traces infinitésimales de substances qui leur sont particulièrement utiles ou nuisibles. Certaines cellules, animales ou végétales, sont sensibles à certaines longueurs d'ondes de la lumière, c'est à dire à des couleurs.

Si l'on prélève les cellules en question et qu'on les couple à des transistors, des électrodes, des fibres optiques, on peut donc déceler dans l'environnement, grâce à des amplificateurs électroniques, des traces d'éléments chimiques qui seraient autrement indétectables. On peut ainsi imaginer des détecteurs de traces d'explosifs, de produits chimiques toxiques, de drogues.

On peut certes prélever les cellules elles-mêmes, en espérant qu'elles vivront jusqu'au moment où l'on en aurait besoin, mais ce ne serait évidemment pas très pratique. Imaginez un douanier qui serait incapable de déceler de la drogue parce que son récepteur à mimosa, par exemple, serait fané ! Il est beaucoup plus intéressant de copier la nature.

Par exemple, au bout des antennes des crustacés il y a des récepteurs chimiques qui se lient avec des acides aminés dissous dans l'eau de mer ; cela entraîne une modification chimique, donc un transfert d'électrons qui envoie au cerveau du crustacé un message spécifique, signalant qu'il y a à proximité une source de nourriture. Il peut être possible de "copier" le récepteur chimique de l'animal et, en le fixant a un appareillage électronique, d'obtenir les mêmes informations.

L'intérêt de la tentative est de produire des capteurs qui seraient extrêmement bon marché. Le Japonais Karube, de l'Institut de technologie de Tokyo, a ainsi conçu un détecteur à base d'oxydase glucose, relié à une électrode à base de carbone, qui permet de mesurer la concentration de glucose dans une goutte de sang en trois minutes, comme le rapporte notre confrère américain *Newsweek*.

Le même Karube envisage de créer des senseurs qui décèleraient de la même manière les taux de sodium, de cholestérol ou d'urée dans le sang.

Le Pr William Reichert, de l'université de l'Utah, souligne l'extrême rapidité des informations ainsi obtenues. Au lieu de devoir attendre des heures, souvent des jours et parfois des semaines, pour obtenir les résultats d'une analyse sanguine, il serait possible dans certains cas de les avoir en quelques secondes.

A la Genex Corporation, de Gaithersburg, aux Etats-Unis, on s'efforce d'aller encore plus loin et de copier des molécules aussi complexes que les acides aminées et les anticorps, aux fins de détections d'ordre spécifiquement médical. Ce n'est pas là une mince entreprise, mais elle n'est pas impossible et l'on peut donc imaginer que, d'ici quelques mois ou peu d'années, on dispose d'une batterie de senseurs qui, en moins d'une minute, révèleront, à partir d'une goutte de sang, si l'on est atteint d'un cancer caché, d'une maladie infectieuse, d'une virose ou d'une parasitose. Dans le domaine de la prévention, ce sera là un pas de géant. **G.M.**

ASTRONOMIE

Astro cherche naines, trous noirs, etc.

L'institut de l'espace et de la science astronautique (ISAS) du Japon, lancera le 5 février son troisième satellite d'observation astronomique par rayons X. Astro C, embarquera le plus puissant télescope à rayons X du monde pour observer ces sources de rayons X que sont les naines blanches, les étoiles à neutrons et, bien sûr, les fameux trous noirs. Ce satellite en forme de parallélipède de 1 m de côté et de 1,50 m de hauteur, contiendra, outre ce télescope à rayons X, un détecteur de rayons gamma. Durée de vie prévue : 1 à 2 ans. Le lanceur est de la catégorie M-3SII, fusée à trois étages à carburant solide, dont c'est le troisième lancement. Les deux lancements précédents s'étaient soldés par des succès, le dernier en date ayant mis en orbite en 1985 Planet-A, satellite chargé d'aller à la rencontre de la comète de Halley. L.D.

La sexualité est bonne pour la santé : après avoir étudié 1 600 personnes adultes, des chercheurs suédois en ont conclu que l'activité sexuelle est utile au maintien des facultés intellectuelles. On attend une enquête sur l'effet des mots-croisés...

Oropharynx et, chez la femme, col de l'utérus sont les deux sites où le virus de l'herpès, dit EBV, pullule sous sa forme pure, non insérée dans les cellules.

La détérioration intellectuelle, accompagnée des signes ordinaires de la démence, peut être une forme directe du SIDA. Il s'agit d'une encéphalopathie qui, dans la moitié des cas, entraîne une atrophie musculaire.

MÉDECINE

Vers le vaccin contre la lèpre

Inaugurée par Raoul Follereau en 1954, la Journée mondiale des lépreux a lieu traditionnellement le dernier dimanche de janvier. Les cinq à six millions de francs que récolteront cette année, à elles seules, les Œuvres hospitalières françaises de l'Ordre de Malte, dont la vocation a toujours été de s'occuper des lépreux, iront à la recherche médicale.

Celle-ci en a bien besoin : l'espoir de découvrir un vaccin se précise comme nous l'expliquent le Dr Constant et le Pr Cottenot, léprologues.

La lèpre, connue depuis des temps immémoriaux et très précisément décrite sur des papyrus remontant à 1850 av. J.C., poursuit ses ravages : en Afrique, en Asie, en Amérique du Sud, l'on compte 15 millions de malades. Faute de contrôles systématiques, de médicaments et de centres de soins adaptés, ce chiffre a augmenté de 10 % depuis 1960.

Contractée le plus souvent dès la petite enfance, la lèpre, lorsqu'elle se révèle après plusieurs années d'incubation, revêt deux formes : lépromateuse et tuberculoïde.

La forme lépromateuse, richement bacillifère, infectieuse, est la plus grave ; la forme tuberculoïde, bénigne et peu contagieuse, s'avère par contre très invalidante.

L'évolution de la maladie vers l'une ou l'autre de ces formes dépend de l'immunité cellulaire du sujet. Un certain nombre de facteurs secondaires influent sur la vigueur de cette immunité : la malnutrition, les chocs psychiques, le manque d'hygiène. Ce dernier facteur est déterminant dans la mesure où le malade élimine huit milliards de germes, quotidiennement ; l'on sait d'autre part que le bacille peut survivre de huit à quinze jours dans les poussières du sol. Taches sur la peau, anesthésie des orteils et des doigts, constituent les premiers symptômes.

Le Dr Constant énonce schématiquement les paliers successifs de la connaissance de la lèpre et de la mise en œuvre des moyens pour la combattre : « Un premier pas est franchi lorsque le Norvégien Hansen découvre en 1876 que l'agent de la maladie est un bacille : *le Mycobacterium leprae*. Sa découverte montre que la lèpre n'est ni une fatalité, ni une punition des dieux, mais une maladie infectieuse transmissible. Guy Faget franchit en 1941 une seconde étape en mettant au point un traitement efficace : la monothérapie par les sulfones. Mais ce n'est que dans cette dernière décennie que des progrès décisifs ont été enregistrés avec l'instauration de la polychimiothérapie et de tests immunologiques permettant de diagnostiquer l'infection avant l'apparition des signes cliniques. Et la possibilité d'inoculer le bacille au tatou — le bacile toujours incultivable étant jusqu'alors non inoculable —, et donc de disposer d'une quantité suffisante de microbes pour préparer un vaccin. »

Fabriqué à partir de *M. leprae* tués, associés au BCG, ce vaccin provoque effectivement un retard dans l'évolution de la maladie. Selon certains médecins qui l'expérimentent depuis 1984, au Vénézuela notamment, ce mélange réveillerait ainsi les mécanismes immunologiques endormis...

« Dans la mesure où les sujets

vaccinés suivent une chimiothérapie classique et sont de type évolutif différent, il semble cependant prématuré de conclure à des résultats définitifs » précise le Pr Cottenot. « Il nous faudra une quinzaine d'années encore pour déterminer le nombre de personnes qui, dans les lots vaccinés, contracteront la lèpre, par rapport aux groupes non vaccinés » conclut-il. Que le terme de "vaccin" soit ou non justifié, l'image ancestrale du lépreux aux pieds et aux mains rongés, au visage mutilé, n'en disparaît pas moins progressivement. Traiter préventivement les infectés, entraîner les populations à l'auto-diagnostic, former un personnel médical local compétent : tels sont, parallèment à la recherche, les trois principaux axes de travail des médecins, sur le terrain.

Le coût des traitements — de 80 F à 200 F — et leur durée — de 6 mois à 2 ans — dépendent de la forme tuberculoïde ou lépromateuse de la lèpre.

Enfin, comme les organisations caritatives responsables financent entièrement la recherche, on peut adresser ses dons sans crainte de détournement aux Œuvres hospitalières françaises de l'Ordre de Malte, 92 rue du Ranelagh, 75016 Paris et à la Fondation Raoul Follereau, 33 rue de Dantzig, 75015 Paris. **B.C.**

Psoriasis : une hormone nouvelle à l'essai, aux Etats-Unis. Dérivée de la vitamine D, cette hormone, non encore nommée, aurait amélioré le sort de 80 % d'un groupe de patients atteints de psoriasis, maladie encore assez mystérieuse.

250 pages manuscrites d'Ampère, découvertes dans une grange près de Lyon, ont été achetées pour $ 30 000 par l'université américaine Cornell. N'y avait-il donc pas 200 000 F de disponibles en France ?

Les sources hydrothermales sous-marines seraient beaucoup plus nombreuses qu'on l'a pensé, selon plusieurs grands organismes d'océanographie américains (NOAA, Woods Hole et MIT), et elles exerceraient une grande influence sur les fonds benthiques et le milieu maritime en général.

SPORT

Ne secouons pas trop les cocotiers !

Si Mark Spitz avait continué à s'entraîner, peut-être réaliserait-il toujours aujourd'hui les mêmes performances... ou même de meilleures.

Il est généralement admis par la sagesse des nations, c'est à dire le savoir invérifiable, c'est à dire encore un réservoir de préjugés, que plus on vieillit, plus les performances physiologiques baissent. C'est la raison pour laquelle les entraîneurs recrutent des adolescents dans des tranches d'âge de plus en plus basses.

Une étude de Lee Green parue chez notre confrère sportif américain *Outside* appelle une sérieuse révision de ces notions. Il est exact que la capacité maximale d'absorption d'oxygène ou capacité aérobique décroît de 8 à 10 % par tranche de 10 ans à partir de 30 ans, rappelle Green, mais plusieurs études suédoises et américaines ont relevé des capacités aérobiques maximales chez des hommes de plus de 50 ans égales à celles d'hommes de 25 ans bien entraînés. Et il cite le cas du Portugais Carlos Lopès qui, à 38 ans, en 1985, gagna un marathon en 2 h 7 min 12 s, c'est à dire battant tous les records. En 1984, Lopès avait déjà gagné un marathon alors que les concurrents avaient dix ans de moins que lui. Plusieurs autres exemples indiquent que l'entraînement régulier peut permettre de ralentir considérablement le déclin des capacités physiques pendant plusieurs décennies, même si l'on n'entreprend sa remise en forme que vers 30 ou 40 ans.

En fait, il n'existe pas de limite d'âge pour entreprendre une remise en forme ; la seule différence que l'âge accuse est le besoin d'examens médicaux préalables et ensuite, de contrôles réguliers. **G.M.**

Alerte au radon dans plusieurs pays Américains : ce gaz de radium expose des millions de gens à des radiations comprises entre 20 et 100 picocuries par litre d'air, alors que le taux maximal admis est de 8. C'est à dire que d'honnêtes banlieusards peuvent absorber plus de radiations qu'un mineur d'uranium. Le problème existe aussi en France, d'ailleurs, notamment dans les régions aux sols granitiques. Les pavés de Paris, à propos... ne cachent pas que la plage !

BIOLOGIE

Le cancer fait comme les moustiques (et inversement)

Quand on les embête avec des insecticides trop puissants (1), les moustiques de Californie, entre autres, multiplient jusqu'à 200 fois le gène qui leur permet de sécréter l'enzyme qui neutralise l'insecticide.

Ce qui fait que cet insecticide devient totalement inefficace. Si on augmentait les doses, il est possible que les moustiques augmenteraient encore plus les copies du gène protecteur. On ne connaît pas encore les limites numériques de l'amplification génique. 500 ? 1 000 ? 5 000 ?...

Cette stratégie semble assez répandue dans la nature. On vient de la retrouver en tous cas dans les cellules cancéreuses. En présence de drogues spécifiquement toxiques, les cellules de plusieurs types de cancers multiplient le gène *mdr*, qui neutralise la ou les drogues. Exemple : on administre à un cancéreux une drogue dite méthotrexate, censée tuer les cellules en inhibant la production d'un enzyme nécessaire à la synthèse de la purine, elle-même essentielle à la réplication de l'ADN de la cellule cancéreuse. Dans les premiers temps, le méthotrexate tue quelques dizaines de millions de cellules cancéreuses ; et puis il ne les tue plus, parce qu'entretemps, les cellules cancéreuses ont multiplié plusieurs fois, voire plusieurs dizaines de fois le gène qui permet de produire l'enzyme nécessaire à la synthèse de la purine, la dihydrofolate réductase. Il ne reste alors plus qu'à augmenter les doses de méthotrexate, qui est, hélas, toxique pour le malade.

Le phénomène de l'amplification génique chez les cellules cancéreuses a été récemment découvert par plusieurs chercheurs américains (Gottesman et Pastan, des National Cancer Institute ; Roninson, de l'université de l'Illinois ; Housman, du MIT ; Schimke et son équipe, de l'université Stanford) (2). Il explique comment les cellules cancéreuses deviennent résistantes à plusieurs types de drogues et réduisent ainsi à néant l'efficacité des cocktails chimiothérapiques.

La découverte est intéressante et même très intéressante parce qu'elle promet de modifier la stratégie chimiothérapique elle-même. En effet, Gottesman, déjà cité, et un autre chercheur, Ling, ont découvert que le fameux gène *mdr* sert aussi à synthétiser une glycoprotéine, dite P, qui joue un rôle fondamental dans la résistance aux drogues : elle se lie aux drogues et les "emballe" les empêchant ainsi d'agir.

On s'intéresse évidemment beaucoup à la glycoprotéine P, dont on a établi qu'elle est beaucoup plus abondante dans les cellules cancéreuses que dans les cellules normales. Des études que l'on fait sur elle dépendra la nouvelle stratégie chimiothérapique : peut-être trouvera-t-on des drogues qui la détruisent, ou bien que l'on en trouvera d'autres avec lesquelles elle ne peut se lier.

Il semble en tous cas que les ruses du cancer aient devant elles des jours bien peu commodes. On a trouvé qu'une autre substance joue un rôle important dans la protection des cellules cancéreuses, c'est le gluthation, un tripeptide qui transporte l'oxygène dans la respiration cellulaire, et qui est utile à toutes les cellules, puisqu'il combat aussi les radicaux libres, ces déchets du métabolisme qui se recombinent pour former des produits toxiques. On a trouvé que les cellules qui contiennent peu de gluthation sont plus vulnérables aux radiations ionisantes et aux produits chimiques. Il serait donc utile de trouver un moyen de réduire le gluthation pendant la durée d'une chimiothérapie.

Toutes ces questions et bien d'autres ont été débattues lors du IX[e] symposium Bristol-Myers, organisé par cette firme pharmaceutique, à Washington, il y a quelques semaines. On a insisté déjà sur l'intérêt, en chimiothérapie, d'administrer des doses d'attaque très fortes au lieu de doses moyennes ou faibles. On a également mis en lumière le fait que les drogues anticancéreuses peuvent induire des anomalies chromosomiques, chromosomes cassés, délétions, transferts, doublons dans les cellules cancéreuses, etc., dont il faut se demander si elles rendent les cellules supercancéreuses ou bien si elles peuvent les tuer.

On peut en tous cas prévoir que d'ici peu d'années, on verra apparaître des drogues anticancéreuses de deuxième génération, telles que la streptozotocine, actuellement en essais, qui bloque certains enzymes indispensables à la survie des cellules cancéreuses. **G.M.**

(1) *Science & Vie* n° 830, p. 80.
(2) *Science*, 14 novembre 1986.

AKADEMOS

Lorius à l'honneur

Glaciologue de renommée internationale, Claude Lorius vient de recevoir le prix d'Etat de l'Académie des sciences pour l'ensemble de ses travaux sur l'Antarctique.

Lorius a étudié en particulier les variations du climat et de l'environnement au Pôle Sud en se fondant sur l'analyse des couches glaciaires. Directeur de recherche au CNRS, président du Scientific Committee of Antarctic Research, directeur du Laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement, il est aussi président des Expéditions polaires françaises. En dépit de tous ses titres, il est, comme le dit P.E. Victor, « modeste, peut-être un peu timide, bien qu'enthousiaste, toujours souriant, toujours amical » et animé d'un « charisme qui fait de lui un merveilleux compagnon ». **I.B.**

PALÉONTOLOGIE

Pour quelques degrés de plus...

Si les dinosaures ont disparu, c'est peut-être, tout simplement, parce que la température avait changé.

C'étaient des reptiles et des études contemporaines indiquent que quelques degrés de plus ou de moins modifient le sexe des individus à éclore. Or, le climat a changé plusieurs fois au cours des ères géologiques. Les dinosaures se seraient donc éteints pour la raison qu'ils se sont retrouvés pendant quelques générations avec une prédominance écrasante de mâles ou de femelles.

L'hypothèse d'une intoxication à l'iridium perdrait donc beaucoup de son poids. On se rappelle qu'il y a quelques années, le paléontologiste Alvarez, ayant noté des taux anormalement élevés d'iridium dans les couches géologiques correspondant à la disparition des dinosaures en avait déduit, non sans de bonnes raisons, que de telles quantités de ce métal ne pouvaient provenir que d'un météorite gigantesque.

L'hypothèse du météorite n'est pas à exclure pour autant, mais l'iridium ne serait plus qu'un indice et non la cause directe de l'extinction. La masse de poussières qu'aurait pu causer l'impact du météorite sur la Terre aurait, en effet, pu créer une couche atmosphérique suffisamment opaque pour empêcher pendant des mois la chaleur solaire d'atteindre notre planète. La température se serait donc abaissée de plusieurs degrés, modifiant ainsi les équilibres des sexes dans les éclosions d'œufs. On peut imaginer aussi le contraire : seuls les infrarouges pénétrant l'atmosphère, ces rayons se seraient trouvés prisonniers de la "trappe" fermée par les poussières, et la température se serait élevée de façon anormale, avec des conséquences opposées sur l'équilibre des sexes.

L'hypothèse météoritique seule perd toutefois de son intérêt, sans être pour autant éliminée. On a, en effet, trouvé dans le Québec la trace d'un impact circulaire de météorite, de quelque 100 km de diamètre, qui se serait produit il y a 180 millions d'années, à la fin du Triassique ; on l'appelle la Formation du Manicouagan. L'hypothèse thermique, elle, gagne du terrain. Les chercheurs du Lamont-Doherty Geological Observatory et de l'université Harvard qui viennent d'effectuer des fouilles sur la côte atlantique de l'Amérique du Nord, de la Caroline du Nord à la Nouvelle-Ecosse, ont ainsi trouvé des traces d'une autre extinction massive qui aurait précédé la disparition des dinosaures de quelques 125 millions d'années. 32 % des quadrupèdes terrestres qui existaient à la fin du Triassique ont ainsi disparu. Cela indique, en tout cas, que ce n'est pas une seule collision de météorite avec la Terre qui a éliminé les dinosaures. Ces découvertes confirment le schéma général que les paléontologistes s'étaient formé des extinctions d'animaux depuis 500 millions d'années : c'est qu'il y a eu une extinction massive à la fin de chacun des grands âges géologiques, Cambrien, Dévonien, Permien, Triassique et Crétacé. Or, chacun de ces âges a correspondu à des variations thermiques. Si les mammifères ont pris le relais des dinosaures, c'est peut-être qu'ils étaient beaucoup moins sensibles aux variations de température, du fait de leur mode de reproduction.

L'hypothèse thermique prend d'autant plus de poids que les disparitions de reptiliens, si elles avaient été causées par un phénomène lié à la présence d'iridium, auraient dû être relativement brutales, c'est-à-dire se produire en l'espace d'une ou deux générations ; or, elles semblent avoir été longues. On peut imaginer qu'à certains moments, il y avait trop de dinosaures mâles, à d'autres, trop de femelles. L'espèce survivait tant bien que mal, mais elle était déjà sur son déclin.

Il serait d'ailleurs intéressant d'essayer de reproduire une telle catastrophe en étudiant les effets de variations soudaines de températures sur des populations de reptiles contemporains, du moins sur ceux dont les œufs ont conservé cette sensibilité à la température. **G.M.**

Explosion de glace sur Halley : le petit satellite *International Ultraviolet Explorer*, qui observait la queue de la comète, y a relevé l'explosion d'un gros bloc de glace en mars dernier.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Isabelle Bourdial, Béatrice Caux, Lionel Dersot et Gerald Messadié. ●

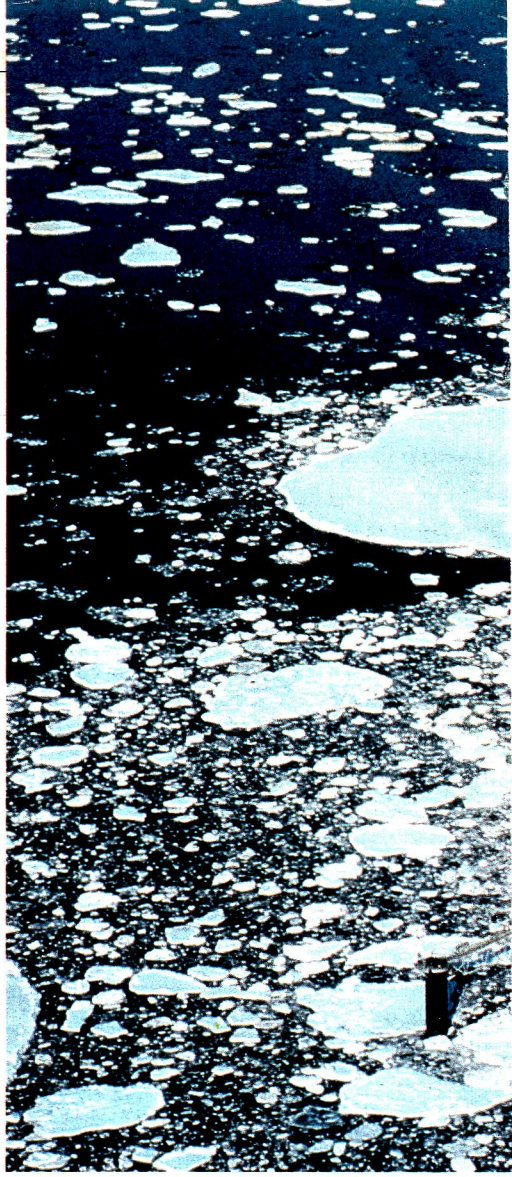
QUEL JOURNAL LISEZ-VOUS

Les laboratoires Wellcome, producteur d'une drogue anti-Sida, l'azydothimidine, publient dans les pages *Tonus* du 25 novembre dernier, une mise en garde sur les effets de ce médicament, précisant que « l'utilité de l'AZT dans le traitement du Sida reste à démontrer. » Notre confrère américain *The New England Journal of Medicine* publie dans son numéro du 18 décembre les travaux de trois médecins américains démontrant les effets radicaux de l'AZT. Leur communication est d'ailleurs titrée "Changements significatifs dans les taux d'antigène HIV dans le sérum des patients traités à l'azidothymidine". Non sans humour, *Tonus* rappelle dans le même numéro où Wellcome adresse sa mise en garde, que « L'AZT semble pour l'instant la drogue la plus prometteuse ».

Mais il paraîtrait qu'il n'y a pas assez d'AZT en réserves... **G.M.**

LES ACIERS POLAIRES

Exploiter les gisements du Grand Nord et de l'Antarctique se heurte à un sévère problème : il faut des outils, lesquels sont faits en acier, mais dans le grand froid, l'acier devient cassant comme du verre. Il existe bien des alliages qui résistent au gel, mais cette fois c'est le prix qui crée l'obstacle. Trouver le juste compromis permettra seul d'aller chercher l'or sous la glace.



PAR RENAUD DE LA TAILLE

Par nature, ou même par construction pourrait-on dire, l'homme est fait pour une température environnante de 20 à 25° C. Sans protection spéciale, il peut tenir à 30 ou 35° C, mais pas à 5 ou 6° C : l'habillement dès qu'il fait froid n'est pas un décor mais une nécessité. Or, chose curieuse, ce qui est vrai pour l'homme l'est aussi pour le fer, le métal le plus courant et le plus utilisé de toute la société industrielle. Certes, la présence des fourneaux et des chaudières prouve que le fer résiste à des températures où la matière animale devient minéral carbonisé, mais on sait déjà que les propriétés mécaniques des alliages les plus courants commencent à baisser dès 200° C.

Ce qu'on ignore en règle générale, c'est que le fer n'aime pas mieux le froid : le temps de neige ne le gêne pas trop, mais quand le mercure commence à se solidifier dans le thermomètre, c'est-à-dire à partir de − 35 °C, le fer devient cassant. Et il faut bien préciser qu'il ne s'agit pas ici d'une image ni d'un abus de langage, et que le phénomène ne concerne pas uniquement des pièces soumises à des contraintes intenses. Une banale clef à molette du supermarché, abandonnée la nuit sur le plateau glaciaire du Groenland et qu'on laisserait tomber le lendemain matin sur un quelconque rocher, casserait très exactement comme du verre. On pourrait d'ailleurs faire l'expérience avec un appareil frigorifique capable de descendre vraiment à − 40° C, et on verrait la clef à molette se briser en plusieurs éclats quand elle tombe sur le carrelage.

Sous nos latitudes, le problème ne se pose jamais et la fragilité des aciers courants à basse tempé-

Dans le grand nord américain, en Alaska, un pétrolier mouille au milieu des glaces à la dérive pour se remplir à une plate-forme de forage qui doit résister aux très basses températures.

Photo Mc Cutcheon/ZEFA

rature n'a donc pas beaucoup d'importance. Puisque l'acier est à l'aise quand nous le sommes aussi, pourquoi se préoccuper des grands froids ? Parce que sous ces grands froids se cachent de grandes richesses, et que depuis bien longtemps il faut du matériel à base de fer pour l'exploiter : qu'il s'agisse de gisements souterrains ou sous-marins, il faut toujours des machines d'extraction, des échafaudages, des plates-formes, des tuyaux, des hangars et, pour le transport, des rails ou des bateaux.

Si ces richesses minérales avaient été complètement négligées jusqu'ici, c'est justement à cause du froid qui est déjà bien gênant pour les humains, et même pour la plupart des animaux. Les régions où sévit un hiver vraiment rude — en comparaison notre pôle du froid dans le Jura fait figure de station estivale — sont bien sûr proches des pôles, ce qui représente un vaste territoire : pour commencer tout le haut de la Scandinavie, la majeure partie de la Sibérie, le grand nord canadien et, de l'autre côté, l'Antarctique, un véritable continent qui commence à intéresser beaucoup de monde.

Mais, pour l'exploiter, il faudrait avoir résolu les problèmes qui se posent déjà en hiver au Canada, en se rappelant que l'Antarctique est beaucoup plus froid encore — c'est là qu'on a relevé la température la plus basse du monde : – 88° C en 1960. Or le climat du nord Canada pose déjà des problèmes aux navires et il n'est pas rare de découvrir soudain des fissures de plusieurs mètres de long dans la

coque. De même les bateaux dragueurs sont laissés chaque année au repos en hiver, et au printemps on retrouve souvent des éléments qui ont été cassés par le gel intense. Or pendant les mois d'hiver les dragues ne fonctionnent pas et ne subissent donc pas de contraintes particulières. Cela suppose que la température soit descendue à moins 50° C.

Pour exploiter vraiment les immenses réserves potentielles des régions boréales et surtout de l'Antarctique, il faudra commencer par résoudre le problème de la fragilité des aciers courants à très basse température. Or, il s'agit d'une étude relativement nouvelle dans la mesure où, jusqu'ici, on laissait ces régions polaires sous leur manteau de glace sans trop chercher à les creuser. De fait, nul physicien ne sait encore très exactement pourquoi le fer devient cassant comme du verre à – 40° C alors que le cuivre ou l'aluminium, par exemple, conservent bien leurs propriétés mécaniques.

Les connaissances actuelles sont beaucoup plus expérimentales que théoriques. Dès le début des expéditions polaires on put constater que tous les éléments en acier devaient être traités avec les mêmes précautions que le verre quand la température tombait en dessous de – 35° C. Toutefois, il faut rappeler que le verre est cassant, mais pas fatalement très fragile : une vitre de voiture, une bouteille de champagne, une canette de bière supportent sans trop de mal des efforts déjà sérieux. Mais, comme tout matériau cassant, ces objets résistent mal au choc. Le fer en dessous de – 30° C entre dans la même catégorie : on peut encore peser dessus, mais il ne faut ni le heurter, ni le courber brusquement, ni taper dessus.

C'est ainsi que lors des premières expéditions polaires avec des véhicules à moteur, on sut très vite qu'il ne fallait pas tenter de décoincer des éléments bloqués par le gel en tapant dessus : ils cassaient net. Mais il ne fallait pas non plus les chauffer brutalement à la flamme pour faire fondre la glace, car, alors, l'acier reprend le même comportement que le verre qui se brise quand on le plonge d'un seul coup dans l'eau bouillante. En ce cas, le choc thermique vaut le choc mécanique car les tensions internes engendrées par la dilatation trop rapide valent un coup de marteau.

A mesure que la technique progressait, et que le froid devenait également courant, non seulement aux pôles, mais dans l'industrie — distillation de l'air liquide, cryogénie, transport des gaz liquéfiés et autres — on commença à mieux cerner le comportement des aciers standard. Nous disons des aciers, puisque ce terme désigne tous les alliages renfermant au moins 50 % de fer, plutôt 70 % à 98 % dans la pratique ; les aciers courants sont justement ceux qui comptent de 97 à 99 % de fer, avec le carbone comme principal élément supplémentaire. Quand la proportion du fer dans l'alliage descend en dessous de 95 %, on parle d'aciers spéciaux.

Tous les aciers standard deviennent cassants en dessous d'une certaine température, dite température de transition, et qui varie avec la teneur en carbone et le pourcentage des autres éléments ajoutés, genre manganèse, vanadium et autres. Cette température varie donc avec la composition, et elle se situe le plus souvent entre – 30° C et – 40° C. Bien entendu, les métallurgistes ont voulu savoir pourquoi l'acier perdait ses qualités habituelles de souplesse et de ductilité à basse température, alors que le cuivre ou l'aluminium sont peu affectés.

On sait que tous les matériaux sont faits d'un agglomérat très solide de microcristaux élémentaires, chacun d'eux étant constitué par des milliards d'atomes rangés selon un ordre géométrique parfaitement régulier. C'est d'ailleurs cet arrangement qui donne aux gros cristaux, genre quartz ou pyrite, leur forme cubique ou prismatique terminée en pyramide avec des faces planes et des arêtes vives et rectilignes.

Du point de vue de l'arrangement géométrique, il y a sept modèles de systèmes cristallins, qui sont ensuite divisés en quatorze modes selon leurs éléments de symétrie. La cohésion d'un matériau dépend en grande partie de son système cristallin qui conditionne la liaison des atomes entre eux et permet de définir des plans de glissement d'où découle la ductibilité.

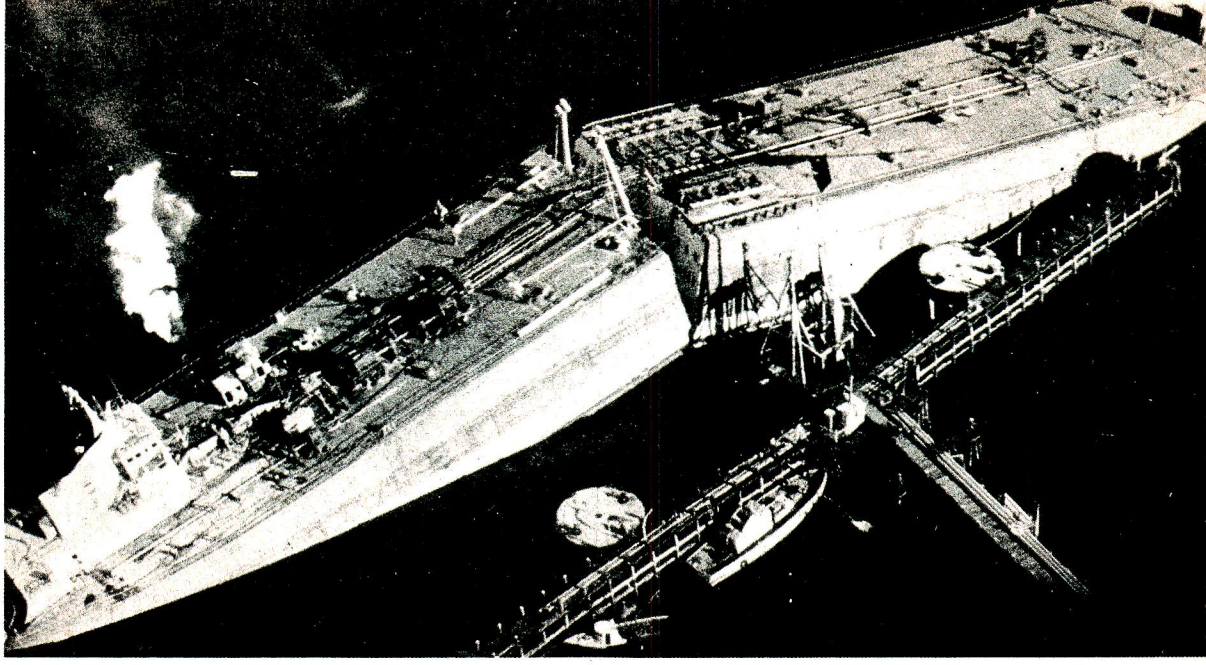
Les forces de liaison entre atomes jouent aussi un rôle essentiel dans la solidité des cristaux, mais dans le cas des métaux ces forces sont toujours de nature électrostatique. Nous ne pouvons entrer ici dans la théorie complète des structures cristallines, mais nous devons juste rappeler que les forces de liaison n'ont pas même intensité selon toutes les directions, les plans de symétrie jouant ici le rôle essentiel.

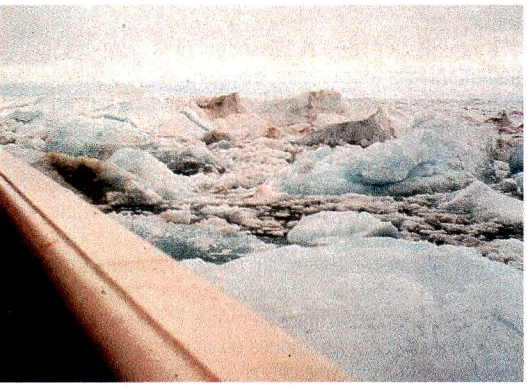
En particulier, le cristal peut être divisé selon l'un de ces plans — on parle alors de clivage —, de même que les atomes peuvent glisser en bloc le long d'un de ces plans sans qu'il y ait rupture.

Tous les aciers sont plus ou moins ductiles et malléables, c'est-à-dire qu'ils peuvent être déformés de manière permanente au-delà de leur limite élastique sans qu'il y ait rupture. Ceci est dû justement au glissement des atomes le long des plans de symétrie des microcristaux, et aussi à un glissement de ces cristaux les uns par rapport aux autres.

Ce processus permet le façonnage des aciers par déformation, que ce soit à la presse, à la forge, au laminoir ou autres outils. Toute élévation de température facilite le glissement des atomes et à la limite ce glissement devient complètement fluide quand on atteint la température de fusion.

Chaque fois qu'il y a rupture d'une pièce métallique, il y a un mélange de glissement, qui est un





C'est la fragilité de l'acier par très grand froid qui explique la rupture totale de ce navire qui a cassé comme de la porcelaine sous le choc des vagues. De telles ruptures générales sont rares, parce qu'on découvre bien avant (ci-contre) les failles de plusieurs mètres qui apparaissent souvent dans la coque quand la température atteint – 40°. Rendu cassant comme du verre, l'acier standard dont sont faits tous les bateaux ne peut résister au choc des glaces (à gauche) quand le froid atteint le niveau qui règne sur l'Antarctique.

processus lent, et de clivage, qui, lui, est brutal. A la température ambiante, c'est le cas de tous les métaux, et on parle alors de rupture ductile lente. Pour mesurer la relation entre les forces appliquées et les déformations correspondantes, les métallurgistes considèrent la contrainte de glissement et la contrainte de cisaillement (clivage) ; ces deux grandeurs varient avec la température. En règle générale, la contrainte de glissement est inférieure à la contrainte de cisaillement, ce qui explique que les métaux se déforment d'abord avant de casser.

Quand on abaisse la température, ces deux contraintes augmentent, ce qui revient à dire que la résistance des métaux est meilleure par grand froid : ils deviennent plus durs et moins faciles à déformer. Inversement, on sait que plus on augmente la température, et plus le métal devient non seulement malléable, mais aussi fragile. Les aciers, qui nous intéressent ici, existent sous plusieurs formes cristallines, dont deux sont courantes : cubique à faces centrées et cubique centré. Selon les éléments d'alliages, leurs proportions et les traitements subis — laminage, forgeage, étirage, estampage, trempe, revenu, etc. — les aciers cristallisent sous l'une ou l'autre de ces formes cubiques.

Dans les aciers qui cristallisent selon le réseau cubique à faces centrées, les deux contraintes — glissement et cisaillement — augmentent ensemble quand la température descend, et il n'y a donc pas de problème ; la contrainte de glissement reste toujours inférieure à celle de cisaillement et l'acier reste déformable. Par contre, dans les cubiques centrés, les deux contraintes augmentent bien toutes les deux à mesure que le froid est plus intense, mais pas au même rythme : la contrainte de glissement varie plus vite que celle de cisaillement. Les deux courbes qui en représentent les variations finissent donc par se recouper et, au-delà de ce point qui représente la température critique, la contrainte de clivage va devenir inférieure à celle de glissement.

A partir de ce moment, le cisaillement intervient avant la déformation ductile, et il y a rupture immédiate dès qu'est franchie la limite élastique,

Photo Bureau Véritas

exactement comme avec le verre. Savoir pourquoi les deux contraintes varient en proportion dans les cristaux cubiques à face centrées et à une cadence différente dans les cubiques centrés reste actuellement une énigme pour les métallurgistes.

Il est vrai que le problème fait intervenir simultanément les forces de liaison entre atomes, l'agitation moléculaire liée à la température et autres processus de la physique des solides qui ne sont pas simples à interpréter. Pour le moment, les spécialistes travaillent de manière empirique sur tous les alliages possibles sans avoir d'explication théorique bien satisfaisante.

Ce qui est ennuyeux, c'est que les aciers les plus utiles à la construction et les plus courants dans l'industrie cristallisent sous la forme cubique centrée.

Ils connaissent donc une température de transition en dessous de laquelle ils deviennent cassants comme une coupe de champagne et ne seront donc d'aucun usage dans l'exploitation des richesses polaires. Ajoutons que les travaux dans l'Arctique et l'Antarctique supposent des constructions, des plates-formes et des bateaux, donc des structures de grandes dimensions. Or, par grand froid, l'acier est d'autant plus fragile qu'il est plus épais.

Cela peut sembler paradoxal, mais est dû à une pratique inévitable dans les structures de grande dimension : le soudage. Pour des raisons que nous avons évoquées dans un précédent article, et qui concernent essentiellement le rétablissement d'une continuité métallique, la plupart des ensembles imposants sont assemblés par soudage : les coques de navire, les citernes, les grosses canalisations, les plates-formes de forage et autres sont des ensembles soudés.

Or la soudure, qui suppose une fusion locale du métal, soumet la pièce à un choc thermique de grande intensité ; il en résulte des retraits au refroidissement qui forment, soit des gouttières le long du joint soudé, soit des amorces de fissures. Dans les deux cas, la fragilité est accentuée par ces failles.

En pratique, ce n'est donc pas tant l'épaisseur qui crée une moindre résistance au froid que le fait que les gros ensembles sont bâtis à partir de pièces épaisses qui sont ensuite soudées. Un navire tout entier sera donc plus sensible aux basses températures que le pic dont le matelot se servira pour casser la glace sur le pont. L'exemple le plus net de ce processus est fourni par les navires méthaniers qui transportent le gaz liquéfié à – 160° C dans des citernes gigantesques en alliage spécial.

Quand, par suite d'une fausse manœuvre (heureusement très rare), du méthane liquide se répand sur le pont, celui-ci casse presque à tout coup. Le pont est pourtant en acier d'une bonne épaisseur, mais le choc thermique dû à la chute, et à l'évaporation d'un liquide à – 160° C, ajouté aux contraintes que subit normalement toute pièce d'un ensemble structuré, suffisent pour qu'il y ait rupture. Il faut bien voir en effet que si le froid fragilise l'acier, il ne le casse pas pour autant : une vitre a beau être fragile, tant qu'on n'appuie pas dessus ou qu'on ne la cogne pass, elle ne se fend pas. Mais le verre n'est pas pour autant un matériau de construction parce qu'il n'a pas la résistance nécessaire. Dans toute structure métallique, chaque pièce est soumise à des contraintes permanentes, ne serait-ce que son propre poids, celui des autres pièces posées dessus, les tensions dues au montage et celles induites par construction pour assurer la rigidité de l'ensemble, sans oublier les efforts qu'on lui demande pour exécuter un travail donné.. Si par hasard une des pièces devient cassante, il y aura rupture immédiate par suite de toutes les contraintes permanentes, et plus encore de celles dues à la fonction de la machine, genre creuser, soulever, déplacer, porter, touner, etc.

L'exploitation des richesse polaires supposant justement des extractions, des levages, des percements ou des transports, l'acier standard est éliminé d'emblée. Or, on sait que selon les éléments d'alliage ajoutés au fer, la température critique de l'acier varie beaucoup, et elle peut même disparaître s'il y a changement de structure cristalline. Ce changement existe dans certains aciers inoxydables, dits austénitiques, qui contiennent une forte proportion de nickel. Par convention, on appelle inox les aciers renfermant au moins 7 % de chrome ; en général ils sont ferritiques ou martensitiques, de réseau critallin cubique centré, et donc sensibles au froid.

Par contre si l'on ajoute du nickel, la structure devient cubique à faces centrées. Ceux-là, dits austénitiques, ne craignent pas le froid, pas plus que les alliages fer-nickel dits invar. Mentionnons que, dans la vie courante, l'inox au chrome seul est celui des lames, depuis le couteau de survie jusqu'au couteau à dessert en passant par le coupe-choux, tandis que le nickel-chrome est surtout utilisé pour les plats.

Le nickel qui augmente beaucoup la résistance à la corrosion et la tenue au froid, serait donc l'élément d'alliage le plus intéressant pour les aciers polaires. Les inox austénitiques sont d'ailleurs d'usage courant dans toutes les installations cryogéniques pour faire les réservoirs, les canalisations et les pompes destinées aux gaz liquéfiés à très basse température.

Mais, l'idéal n'étant pas de ce monde, ils n'ont ni la dureté, ni la souplesse, ni la résistance des aciers standard en carbone. Pour la construction navale (brise-glaces), pour les platees-formes de forage ou la construction en général, les austénitiques sont mal adaptés à cause de leurs caractéristiques méca-

Photo Dr Schoeck/ZEFA

Pendant l'Année géographique internationale, les bases installées dans l'Antarctique ont permis de vérifier et de mesurer la fragilité des aciers ordinaires par des températures de – 50° ou – 60 °C.

niques. Mais, surtout, leur prix, qui est de 6 à 10 fois, celui des aciers de construction à usage général, les rend inutilisables en pratique. La solution de compromis consiste donc à ajouter seulement un peu de nickel dans l'acier pour faire baisser la température de transition.

L'acier normal devient cassant dès – 30° C. Avec 0,4 % de nickel, cette température descend à – 40° C. A 0,5 % on gagne encore, mais le prix a déjà doublé. Bien entendu, on ajoute aussi un peu de chrome, de cuivre, de manganèse et autres éléments d'alliage habituels.

Pour avoir une exploitation sûre dans l'Antarctique il faut un acier tenant à – 60° C, ce qui correspond à 5 % de nickel. A ce stade, le prix va augmenter dans les proportions alarmantes, et par dessus le marché, plus il y a de nickel, et plus l'acier est difficile à souder car les fissures apparaissent très facilement. C'est ainsi que les Japonais ont perdu une plate-forme entière qui a dû être mise au rebut. Faite en aciers très spéciaux anti-froid, elle avait fissuré 8 jours après son assemblage par soudure.

C'est dire que le problème qui se pose est loin d'être encore résolu. Outre l'absence d'une base théorique, comme nous l'avons souligné, il manque aussi toute une base thermodynamique sur la transmission des températures. En principe, on imagine mal qu'un objet laissé dehors par grand gel puisse être encore plus froid que l'air ambiant. C'est pourtant ce qu'on a découvert en Antarctique : la température d'un acier posé à l'extérieur hors de tout abri était inférieure à celle de l'atmosphère. Il faut dire que la méthode utilisée pour enregistrer une température influe sur la valeur relevée, et la température elle-même finit par apparaître comme une grandeur difficile à mesurer.

La température thermodynamique, caractérisée par l'état d'équilibre d'un système, demande pour être déterminée de mettre en évidence des phénomènes du type rayonnement, bruit thermique ou échanges d'énergie.

Pour cela, il faut des appareils extrêmement coûteux et complexes dont l'usage serait très peu commode aux pôles. En pratique, on doit déjà constater que la relation qui s'établit entre la température de l'air et celle d'un objet métallique est encore mal définie. Or, pour un usage quotidien dans l'Antarctique, cette relation est essentielle.

Pour le moment, la France est, avec le Canada et le Japon, l'un des pays les plus actifs dans la recherche d'un acier capable de tenir sans rupture les froids polaires. Il s'agit d'ouvrir le marché arctique à notre pays, et il faut rappeler que nous avons déjà une place très importante dans l'industrie des plates-formes.

Un groupe a été constitué, qui réunit Usinor pour la fabrication du matériau de base, Alsthom-Atlantique pour la conception et la construction, l'IRSID pour la recherche et le Bureau Veritas pour

(suite du texte page 152)

COMPREX : LE MUR DU SON DANS VOTRE MOTEUR... !

Améliorer le rendement d'un moteur est le souci permanent des constructeurs d'automobiles. Une solution, la suralimentation, laquelle passait par deux possibilités : le compresseur volumétrique ou le turbo-compresseur. En voici une troisième : le Comprex, qui met en œuvre un étonnant principe d'ondes de pression.

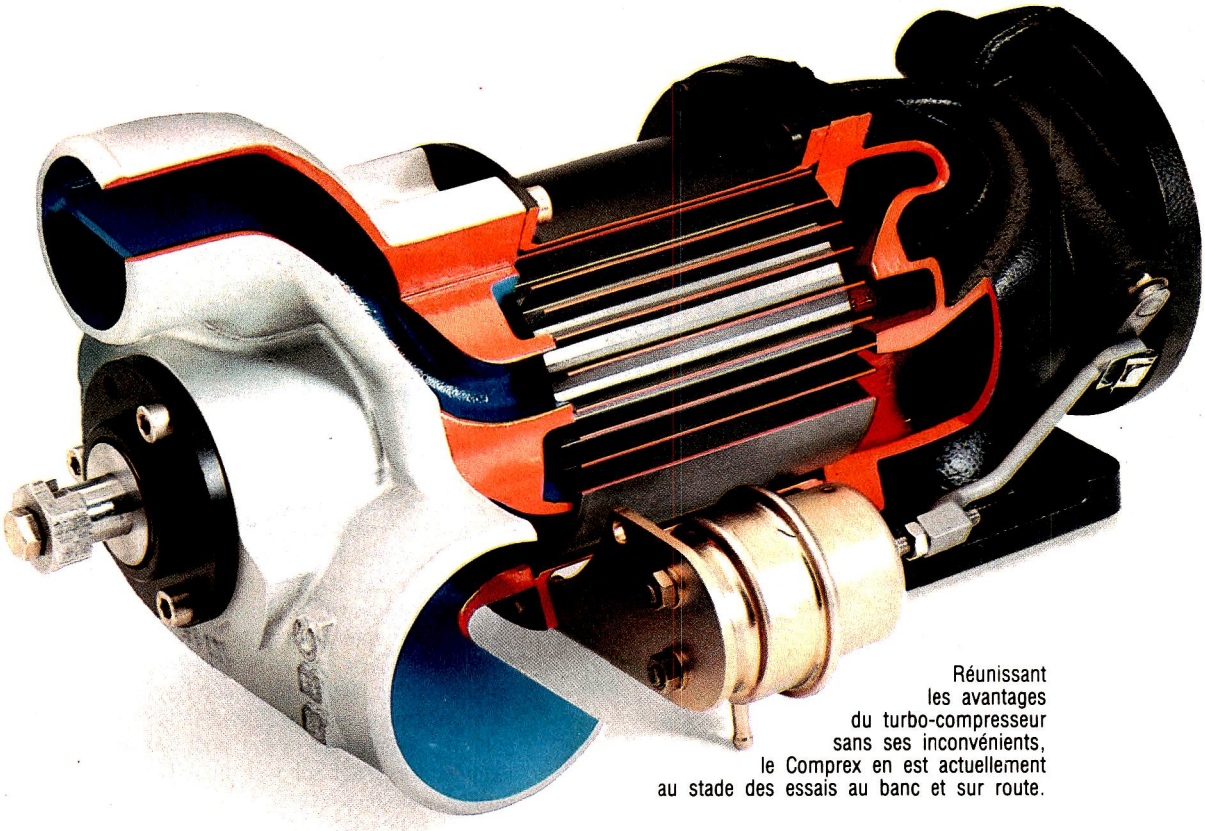
C'est le piston, en descendant dans le cylindre, qui crée une dépression attirant l'air en provenance de l'extérieur. On pourrait donc logiquement penser qu'à chaque descente de piston correspond une aspiration d'air (il s'agit bien entendu de mélange gazeux air-carburant) d'un volume égal à celui représenté par le déplacement du piston dans le cylindre. Malheureusement, il n'en est rien. Pour pénétrer dans ce cylindre, cet air en effet doit franchir nombre d'obstacles : filtre à air, canalisations diverses, étranglements, coudes, avant de s'infiltrer entre la soupape d'admission et son siège, celle-ci n'étant ouverte que de quelques millimètres seulement pendant une fraction de seconde ! S'ajoute à toutes ces embûches une inertie de la colonne d'air qui compromet encore le bon remplissage du cylindre, avec tous les phénomènes acoustiques qui s'y rattachent. Dans les meilleurs cas, cette aspiration naturelle des moteurs dits "atmosphériques" ne dépasse pas un taux de remplissage de 0,6-0,7 à 1, soit 60 à 70 % ! D'où l'intérêt à la forcer par un dispositif de gavage. C'est ainsi que l'on eut l'idée d'incorporer dans le circuit d'admission des compresseurs, sortes de pompes à air entraînées par le moteur lui-même.

Ces compresseurs volumétriques existent sous des formes et des principes différents. Ils sont efficaces dès les bas régimes, mais ont comme principaux inconvénients d'absorber une partie non négligeable de la puissance du moteur, d'augmenter fortement la consommation, d'être souvent bruyants et enfin d'être difficiles à adapter à toutes les phases de fonctionnement (il faudrait qu'ils tournent vite lorsque le moteur est à bas régime et inversement). D'usage universel sur les avions à hélice, et très utilisés sur les voitures de course et de sport jusque dans les années 50, ils ont été pratiquement abandonnés depuis, malgré quelques brèves apparitions épisodiques et sans lendemain.

On leur a vite préféré les turbo-compresseurs actuellement très en vogue. Là, l'énergie utilisée pour le gavage ne coûte rien puisqu'il s'agit de celle des gaz d'échappement, normalement rejetée et perdue dans l'atmosphère. Ils ont été mis en application en premier lieu, comme le compresseur volumétrique d'ailleurs, en aviation. Non pas pour augmenter la puissance des moteurs, mais pour leur restituer celle qu'ils fournissaient au sol et qui s'amenuisait avec l'altitude du fait de la raréfaction de l'air. Les premiers "turbos" furent montés sur des avions de la guerre 14-18.

Le principe est relativement simple en apparence. A la sortie du collecteur d'échappement, les gaz rencontrent une turbine libre qu'ils entraînent à très grande vitesse (100 000 à 150 000 tr/min). Cette turbine dite "chaude" est solidaire d'une autre turbine dite "froide", représentant la partie compresseur et située dans le circuit d'admission. Survient alors un problème de régulation destiné à maîtriser la pression obtenue dans les phases d'utilisation maxi (plein régime moteur) pour qu'il ne soit pas porté préjudice à la résistance du moteur par effet d'emballement. Cette régulation est assurée par une soupape de décharge (*waste gate*) qui, à partir d'une certaine pression, dévie les gaz d'échappement vers la sortie, sans passer par la turbine "chaude". Cela a pour effet de diminuer son

PAR ROBERT SÉJOURNÉ



Réunissant les avantages du turbo-compresseur sans ses inconvénients, le Comprex en est actuellement au stade des essais au banc et sur route.

régime et la pression fournie. Par ailleurs, sur les moteurs à essence, on trouve de plus en plus des détecteurs de cliquetis qui évitent l'auto-inflammation du mélange et ses effets destructeurs sur la mécanique.

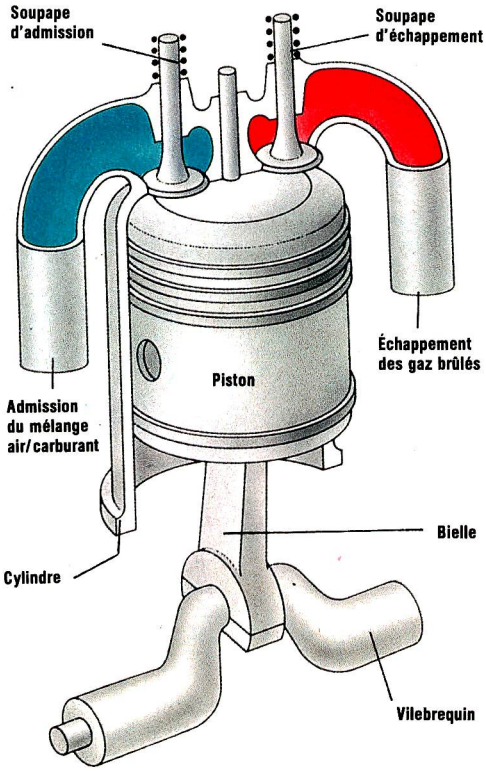
Solution séduisante, le turbo étant directement tributaire du volume des gaz évacués, donc du régime du moteur, il offre ses meilleurs résultats dans des régimes aussi fixes que possible et trouve ou a trouvé une parfaite application sur les moteurs d'avions, de bateaux, de camions ou moteurs fixes ou industriels qui fonctionnent soit à régimes stables soit dans des plages de régimes étroites.

Ce qu'un turbo assure mal, ce sont les variations importantes de régime telles qu'on en rencontre obligatoirement avec une voiture. Il présente alors un handicap important qui, bien qu'amélioré par diverses solutions, se matérialise toujours par une inertie à la reprise, lorsqu'après avoir décéléré, donc réduit le régime moteur, et partant le volume des gaz et le régime de la turbine, on veut accélérer à nouveau. La vitesse minimale d'un moteur correspondant à celle "d'accroche" d'un turbo, c'est-à-dire lorsqu'il commence à produire une surpression, est supérieure à 2 000 tr/min. Cette inertie à la reprise, c'est le fameux "temps de réponse". Parfait pour les hauts régimes, le turbo est pratiquement inefficace à bas régime.

Le Comprex se comporte à l'inverse du turbo, d'où son intérêt dans le domaine de l'automobile. Il procure en effet toute la puissance souhaitée dès les plus bas régimes, en augmentant considérablement la valeur du couple, c'est-à-dire la possibilité d'accélération instantanée, sans faire varier obligatoirement la puissance maximale. Ce dispositif (Comprex est sa marque déposée) se rapproche *a priori* du compresseur volumétrique puisqu'il nécessite l'entraînement d'un rotor par le moteur, mais cet entraînement n'absorbe pratiquement qu'une très faible puissance (de l'ordre de 100 W). Le seul but de ce rotor est seulement de "phaser" le processus de compression. On pourrait également l'assimiler au turbo-compresseur puisqu'il utilise les gaz d'échappement pour engendrer la suralimentation. Mais avec une différence notable : ce n'est plus l'énergie de la détente des gaz après l'explosion dans le cylindre qui est exploitée, mais une forme beaucoup plus complexe, à la fois plus rapide et plus puissante : les ondes de pression. Selon une loi acoustique dont la violence est illustrée par le fameux "double bang" des avions supersoniques, aux effets parfois... destructeurs. C'est en quelque sorte la transmission pratiquement instantanée d'une énergie se propageant à la vitesse du son, de molécules en molécules, sans grand déplacement de celles-ci. La meilleure image de ce phénomène est constituée par le pendule à billes d'acier (***dessin p. 95***), ou encore, de façon plus

Photos P. Anzemberger — DR

LE MOTEUR ATMOSPHÉRIQUE MANQUE D'AIR



Dans un moteur atmosphérique à 4 temps, chaque cycle se décompose schématiquement comme suit :

1. La soupape d'admission s'ouvre alors que le piston descend dans le cylindre, y aspirant le mélange air-carburant provenant du carburateur.

2. Le piston arrivé au bas de sa course, la soupape d'admission se referme. Le piston remonte, en comprimant le mélange.

3. Le piston arrive au sommet de sa course et le mélange, comprimé au maximum, est enflammé par l'étincelle produite par la bougie. Les gaz issus de cette combustion repoussent le piston vers le bas.

4. La soupape d'échappement s'ouvre lorsque le piston atteint le bas de sa course, laissant ainsi s'échapper les gaz brûlés que le piston chasse devant lui en remontant.

Quand le piston arrive une nouvelle fois au sommet de sa course, la soupape d'admission s'ouvre et un nouveau cycle démarre.

Pour une même capacité du cylindre, plus la quantité de mélange air-carburant admise est importante, plus le volume des gaz brûlés est grand et meilleur est le rendement du moteur.

Ralenti par les frottements qu'il subit sur son trajet, le mélange air-carburant aspiré par la descente du piston (1er temps) remplit incomplètement le cylindre, ce qui pénalise d'autant le rendement.

"terre à terre", par un joueur de pétanque adroit, lorsqu'il effectue un "carreau" : la boule frappante transmet toute son énergie à la boule frappée, qu'elle éjecte en prenant sa place.

Sous le capot, le Comprex, quoiqu'un peu plus volumineux, prend la place du turbo, le plus près possible du collecteur d'échappement. Pour le moment, son implantation est tributaire de l'entraînement de son rotor par une courroie prenant sa force sur une poulie, comme l'alternateur. La vitesse du rotor est cinq fois supérieure à celle du moteur. Sur un plan purement mécanique, il dispose d'un avantage important en matière de lubrification. Sur un turbo il est nécessaire de prévoir une forte circulation d'huile prélevée sur celle du moteur ; cela nécessite une pompe à huile de plus forte puissance, pour à la fois assurer le rôle de paliers (les axes reposent sur un film d'huile, ce sont des paliers fluides) et évacuer les calories indésirables. Sur le Comprex, il n'y a qu'un seul palier, constitué d'un roulement étanche graissé à vie, et situé côté admission (le plus froid). Pas d'entretien, pas de risques de cokéfaction de l'huile comme sur un moteur turbo que l'on arrête après avoir fortement sollicité (il faut le laisser tourner quelques minutes au ralenti pour régulariser les températures, sauf s'il y a un refroissement du turbo par eau ou par turbine à air). A ce moment là, en effet, la circulation d'huile n'étant plus assurée, une élévation brutale de température intervient au niveau des paliers, et d'huile est pratiquement consumée et transformée en résidus solides, lesquels, on s'en doute, abrégeront rapidement la vie du turbo.

Le rotor, en forme de tambour, est constitué de cellules rectilignes de largeurs inégales pour éviter certaines fréquences de bruit, et disposées axialement sur sa circonférence. De part et d'autre, deux carters fixes. Côté échappement, le carter des gaz, en fonte, présente deux lumières. Une relativement étroite, laissant passer les gaz en provenance du moteur, l'autre, plus large, les renvoyant au système d'échappement vers l'atmosphère. Côté admission, le carter d'air est en alliage léger. La lumière large est en relation avec le filtre à air, c'est l'arrivée d'air frais, l'autre, plus petite, débouche dans le collecteur d'admission vers la culasse.

La pression absolue engendrée peut atteindre 3,5 bars, mais dans le cas de la VW Passat Diesel sur laquelle le Comprex est monté par un préparateur allemand (1), la pression de suralimentation retenue est la même que celle produite par le turbo monté d'origine. Le moteur restant de série, il ne pourrait supporter une pression plus élevée que celle pour laquelle il a été conçu, c'est-à-dire 0,7 bar (1,7 bar de pression absolue). A noter qu'un com-

(1) TSH Tuning D-7891 Hohentengen am Hochrhein. Tél : 077 42/ 58 88

presseur volumétrique peut fournir une pression absolue de 1,5 bar et un turbo performant, à plein régime, jusqu'à 4 bars. De même, du fait de la compression, la température de l'air s'élève de 20 à 30°. C'est pourquoi un échangeur air/air a été incorporé dans le circuit pour le refroidir, et donc le recondenser, avant qu'il pénètre dans les cylindres. Ceci dans le but de fournir un meilleur rendement. Les tubes d'échappement sont de plus forte section que ceux d'origine pour ne pas freiner l'évacuation des gaz.

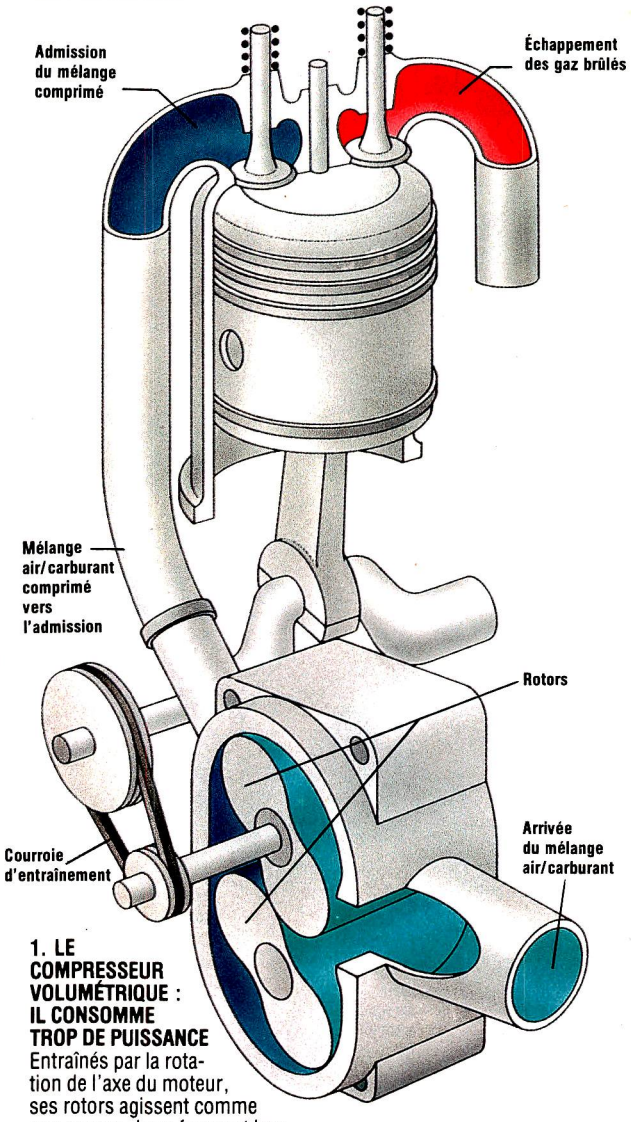
Le bruit du moteur est inchangé, sauf à l'extérieur, à la sortie d'échappement, où l'on remarque une sonorité de sirène inhabituelle mais très supportable, qui intrigue surtout les observateurs extérieurs. Sur le plan de la conduite, il en va tout autrement. Dès le départ on ressent la poussée du Comprex, et l'on s'aperçoit vite qu'il est inutile de monter les régimes du moteur sur les rapports intermédiaires. A 40 km/h si l'on veut, on est déjà en 4e et le moteur reprend vigoureusement sans broncher, alors que dans les mêmes conditions le turbo n'offre qu'une accélération lymphatique. La 5e est conservée la plupart du temps, même dans des conditions difficiles de circulation : fortes rampes, charge, montagne. Le Comprex est idéal pour tracter les caravanes.

Le fait que l'on soit moins obligé de changer de vitesse se traduit par une économie très sensible de consommation car le couple maxi, dans le cas de la VW Passat, passe de 13,5 mkg (à 2 500 tr/min) avec le moteur turbo, à 15,8 mkg (à 2 000 tr/min) avec le Comprex. 2,3 mkg de plus, soit 17 % d'amélioration, à 500 tr/min de moins. En fait on a l'impression que le moteur 1 600 cm^3 fait le double de cylindrée. Son agrément est supérieur à celui d'un moteur à essence de cylindrée équivalente.

Autre avantage, les valeurs de substances nocives relevées, et notamment le NO_x et le CO, sont nettement en-dessous non seulement des limites imposées actuellement, mais aussi de celles qui entreront en vigueur dans les prochaines années. Cette particularité est due au fait que les gaz d'échappement sont en partie recyclés pendant certaines phases de fonctionnement. Dans la charge d'air comprimé envoyée au moteur, jusqu'à 15 % des gaz — qui sont ainsi rebrûlés, et dont les substances nocives sont complètement éliminées — peuvent être entraînés. C'est certainement ce point qui séduira les constructeurs plutôt que les avantages accordés aux clients. Car l'épuration des gaz d'échappement des moteurs Diesel (moins dangereux que ceux émis par les moteurs à essence) est beaucoup plus complexe.

Est-ce à dire que le Comprex supplantera le turbo ? C'est difficile à savoir. Mais c'est une alternative intéressante qui apporte une nette supériorité dans des conditions difficiles de circulation.

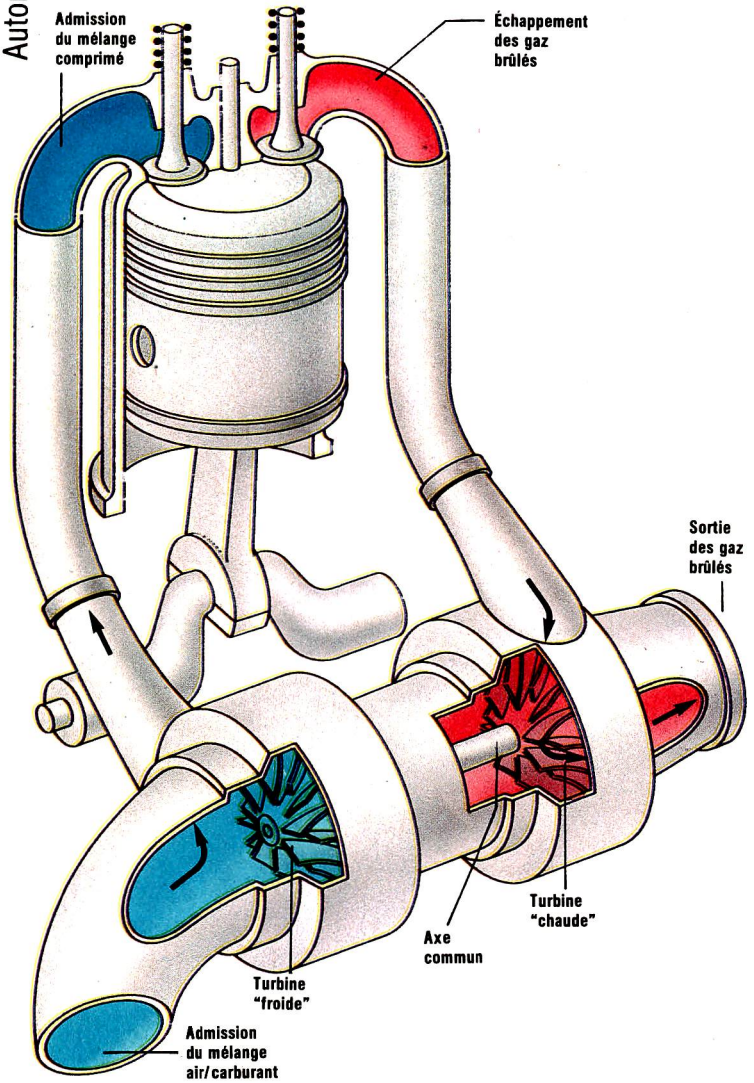
SURALIMENTATION : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES 3 DISPOSITIFS DE GAVAGE



1. LE COMPRESSEUR VOLUMÉTRIQUE : IL CONSOMME TROP DE PUISSANCE
Entraînés par la rotation de l'axe du moteur, ses rotors agissent comme une pompe. Leur forme et leur mouvement synchronisé déterminent les volumes qu'ils brassent : maximal du côté arrivée du mélange (ou de l'air si l'appareil est placé avant le carburateur) ; minimal du côté sortie vers le moteur. La différence entre espace maximal et espace minimal détermine le volume aspiré à chaque tour, c'est-à-dire la cylindrée du compresseur. Il suffit alors de déterminer cette cylindrée et le régime du compresseur par rapport à celui du moteur, pour obtenir dans un temps donné l'introduction d'un volume de mélange supérieur à la cylindrée du moteur. La suralimentation sera d'autant plus forte que ces différences seront grandes. Avec le compresseur volumétrique, la suralimentation est pratiquement constante, quel que soit le régime du moteur. Par contre, une partie de la puissance du moteur (15 % environ) sert à entraîner le système.

Dessin I. Correia

SURALIMENTATION : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES TROIS DISPOSITIFS



2. LE TURBO : INTÉRESSANT SEULEMENT À HAUT RÉGIME
Le turbo-compresseur est constitué de deux turbines solidaires du même axe. La turbine "chaude" est entraînée par les gaz d'échappement. Elle fait donc tourner la turbine "froide", qui constitue ainsi un compresseur centrifuge dont les aubes accélèrent le mélange air-carburant et le force vers l'admission. Il est évident que plus le turbo tourne vite, plus forte sera la pression à l'admission. Mais, du fait que l'entraînement se fait par les gaz et non directement (courroie ou engrenage), il y a un décalage entre les modifications du régime moteur et celles de la turbine. Ce temps de réponse fait notamment que le turbo est peu efficace à bas régime moteur. Par contre, il n'y a pas d'absorption de puissance moteur pour faire tourner le système.

Tous les constructeurs se sont intéressés à ce système de suralimentation qui offre enfin des débouchés prometteurs et qui est loin encore d'être optimisé. Des développements sont en cours. C'est ainsi que l'on pourra s'affranchir de l'entraînement par courroie du rotor. Le mouvement pourra être fourni par un moteur électrique, dont le régime, variable, sera déterminé, grâce à l'appui de l'électronique, par les besoins réels du moteur. Ainsi la rotation du Comprex sera maximale lorsque le moteur tournera à faible vitesse, en début de reprises, ce qui renforcera encore ses possibilités d'accélération. Au contraire, lorsque le moteur tournera à plein régime, celui du Comprex sera ramené à la valeur juste nécessaire pour assurer le processus de suralimentation. Du coup l'implantation du Comprex se fera plus facilement sous le capot, notamment sur des moteurs transversaux.

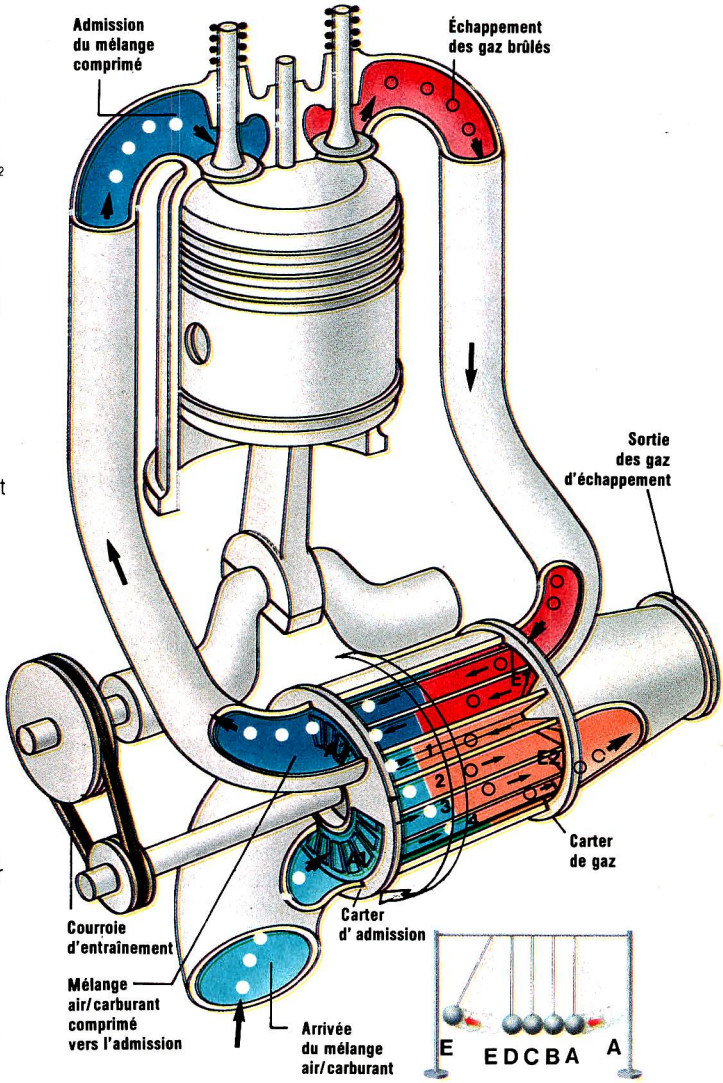
De même, du côté de l'injection de gazole pour le moteur Diesel, les pompes pourront être mieux adaptées, grâce à la régulation électronique, à toutes les phases de richesse souhaitée. La quantité de gazole injectée sera optimisée et contribuera à assurer le juste mélange en prenant en ligne de compte la quantité réelle d'air fournie par le Comprex. Il en ressortira soit davantage de puissance pour une quantité de gazole donnée, soit, à puissance égale, moins de gazole consommé.

Finalement cette invention très ancienne (le premier brevet suisse date de 1911, tandis que les premières expérimentations remontent à 1945), va seulement déboucher au grand jour maintenant, bien que la première évaluation sur moteur Diesel

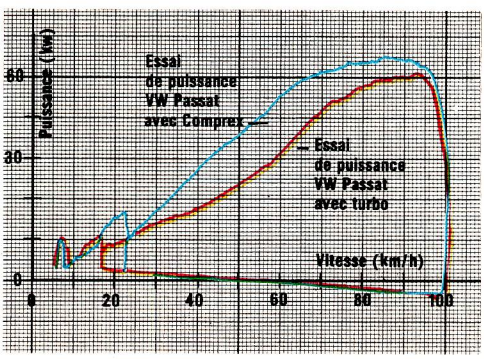
Dessin I. Correia

3. COMPREX : LA PANACÉE ?

Lorsque les pales du rotor arrivent en regard de la lumière A_1 (pales 1, 2, 3, 4 et quelques suivantes), l'air (puces blanches) arrivant à l'admission (bleu clair) est aspiré par la dépression créée pa les gaz brûlés (puces évidées) lors de leur sortie (rouge clair) par la lumière E_2 vers le tuyau d'échappement. Le rotor poursuivant sa rotation, la portion d'air contenue entre ces pales se retrouve en regard de la lumière A_2 ; là, elle est comprimée vers l'admission par l'onde de pression des gaz brûlés arrivant par la lumière E_1. Ces derniers gaz brûlés peuvent-ils passer dans la lumière A_2 et polluer le mélange air-carburant admis ? Non (ou très peu, voir l'article). Car le temps qu'ils arrivent au niveau de cette lumière, le rotor a déjà tourné d'un angle suffisant pour qu'ils se retrouvent à buter sur la paroi solide du carter d'admission, et à rebondir pour sortir dans l'autre sens par la lumière E_2, que la rotation continue du rotor vient de leur ouvrir. Et le cycle recommence : en sortant, les gaz brûlés aspirent l'air arrivant à l'admission, etc. Air et gaz brûlés ne se mélangent pas : l'onde de pression se propage à la vitesse du son et précède la poussée des gaz brûlés. Le phénomène est comparable à ce qui se passe avec le boulier de Newton (**ci-contre, à droite,** au-dessous du schéma du Comprex) : lorsqu'on lâche la boule extrême A après l'avoir écartée quelque peu des autres, elle retombe contre la boule B, mais celle-ci ne bouge pas d'un poil, pas plus que les suivantes ; seule la toute dernière, à l'autre extrémité (E), accuse le coup et se trouve propulsée, alors que la boule responsable du mouvement ne l'a pas touchée. Le Comprex n'a aucun des deux défauts de ses concurrents présentés ci-avant : il est efficace à haut et bas régime, et il n'absorbe pas de puissance-moteur. Nous avons, pour plus de simplicité, appliqué l'explication du principe du Comprex au moteur à essence, alors que, pour l'instant du moins, il est destiné au moteur Diesel.



Les deux courbes ci-dessous ont été réalisées sur un banc de puissance, lors de l'accélération maximale en 3e rapport, avec moteur VW Passat 1,6 litre, équipé dans un cas d'un turbo KKK et dans l'autre, d'un Comprex. La supériorité de ce dernier système de suralimentation est évidente lorsqu'il s'agit d'accélérer à partir d'un bas régime moteur (basse vitesse). A haut régime, on voit que les deux dispositifs se valent à peu près.



débuta chez BBC en 1956 ! En 1974 la firme finlandaise Valmet l'adoptait en série sur ses tracteurs. Chez les constructeurs automobiles, ce fut Opel qui l'adopta en premier, certes pas de façon définitive, mais sur une petite série de 700 Senator 2,3 litres D, proposée à des clients expérimentaux au cours de l'année dernière.

En tous cas, la firme suisse Brown Boveri et Cie est déjà prête à fabriquer 40 000 Comprex par an. C'est relativement peu, mais la réponse appartient aux constructeurs. Le mouvement est cependant amorcé. Le premier modèle de grande série doté d'un Comprex sortira au prochain Salon de Francfort, en septembre 1987. **Robert Séjourné**

DU LAMELLÉ-COLLÉ EN BOIS DES VOSGES

Différents procédés actuellement mis au point pour la constitution de charpentes par collage de planches, le lamellé-collé, donnent naissance à un nouveau matériau peu cher et grand public. L'enjeu économique est de taille : l'utilisation de résineux nationaux en surplus.

La charpente du gymnase de Venissieux. Ses poutres ont été réalisées selon la technique du lamellé-collé.

La Communauté européenne importe plus de 60 % de son bois. Pourtant certains pays, et en premier lieu la France, n'arrivent pas à écouler leur surplus en résineux. Parmi les causes de cette surproduction : plusieurs tempêtes dévastatrices des forêts auxquelles s'ajoute l'exploitation prématurée mais nécessaire des bois touchés par le phénomène toujours inexpliqué du dépérissement des forêts. Même sans tenir compte de ces calamités, un fort accroissement du stock de bois récoltable dans nos forêts apparaîtra à la fin du siècle du fait des reboisements massifs effectués après la dernière guerre. La France pourrait ainsi produire, à partir des années quatre-vingt-dix, 5 millions de mètres cubes de sciages supplémentaires.

Pour redresser la situation, il suffirait de remplacer par des résineux nationaux, ceux que nous importons de Scandinavie, du Canada et des pays de l'Est. On diminuerait du même coup le déficit de notre balance commerciale — 15 milliards de francs en 1984 pour la "filière bois". Mais, comme pour la substitution des feuillus tropicaux par des feuillus nationaux dans la menuiserie industrielle (voir *Science & Vie* n° 809), le remplacement des bois importés pose différents problèmes à l'industrie française : les bois de nos forêts sont très divers et leurs caractéristiques mécaniques mal connues, nos sciages peuvent présenter beaucoup de nœuds et autres défauts. Tout cela fait qu'ils arrivent à être plus chers que ceux qu'on importe. Ces handicaps peuvent aujourd'hui être surmontés grâce à l'informatique et à la productique, mais au prix de gros efforts de recherche — développement et investissements que les petites et moyennes entreprises de ce secteur d'activité très traditionnel ne peuvent pas assurer seules. C'est pourquoi l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (AFME) s'est décidée à apporter aux industriels de la transformation du bois des aides à l'innovation : soit en favorisant, en collaboration avec le Centre technique du bois et de l'ameublement (CTBA), des recherches (notamment sur le classement des résineux et sur le séchage jusqu'ici négligé en France), soit en subventionnant directement des investissements industriels susceptibles d'entraîner des économies de matières premières et de devises. Plus de 80 entreprises du bois ont, au cours de ces cinq dernières années, bénéficié d'aides de l'AFME.

Un exemple d'une fructueuse coopération pour l'innovation technique entre divers organismes publics et une PME est fourni par la société Weisrock à Saulcy-sur-Meurthe, dans les Vosges. Cette entreprise familiale créée en 1871 s'est lancée à partir de 1959 dans la technique de charpentes sur mesure par le collage de planches de dimensions identiques. L'entreprise, qui ne comptait que trois salariés jusqu'en 1963, a pris son envol pendant l'essor du bâtiment au milieu des années soixante. Avec un chiffre d'affaires de 320 millions de francs (dont plus de 90 millions réalisés à l'exportation), 230 salariés et une capacité de production de 20 000 m^3 de lamellé-collé par an (30 % du marché français), Weisrock est aujourd'hui le leader européen de cette technique. Mais quoique située au cœur du massif vosgien, l'entreprise utilisait encore ré-

PAR EDGAR GÄRTNER

cemment, uniquement du bois importé de Suède.

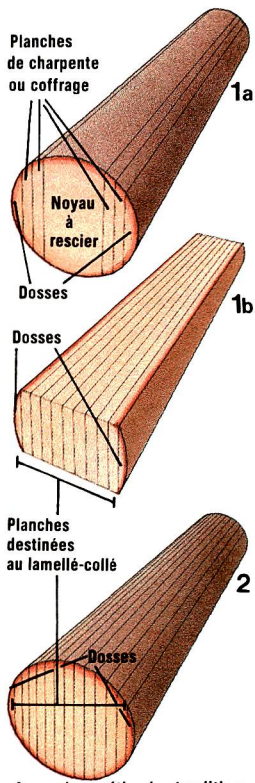
Elle avait bien, depuis les années soixante, effectué des tentatives de collage de bois de pays. Mais toutes s'étaient soldées par des échecs : l'approvisionnement était trop coûteux et irrégulier. Ce fut finalement la crise, à partir des années quatre-vingts, du marché traditionnel du lamellé-collé (stades et piscines couvertes, palais d'exposition et autres bâtiments de prestige) qui a conduit l'entreprise à reconsidérer la question de l'approvisionnement en bois local. Pour survivre et continuer à grandir dans des conditions économiques plus difficiles, il fallait absolument ouvrir le marché du lamellé-collé vers des bâtiments moins prestigieux : super-marchés, entrepôts et même maisons individuelles. Mais l'image d'un produit haut de gamme, relativement cher, employé surtout pour réaliser des prouesses architecturales, était devenue un handicap. Pour le faire entrer dans l'usage courant, il fallait abaisser son coût en augmentant la productivité et le rendement-matière (le coût du bois entre pour plus de 60 % dans le prix du produit fini).

Pour gagner sur la matière, il était indispensable de maîtriser toute la chaîne de l'évolution des planches dès la première transformation du bois, c'est-à-dire le découpage des grumes en plots. Pour réaliser des économies substantielles à ce premier stade, il pouvait être avantageux d'utiliser des grumes vosgiennes au lieu d'importer des planches bien calibrées et sèches, prêtes à l'emploi. C'était possible si l'on abandonnait le vieux principe de couper les billons tronconiques en planches droites dont la plus grande largeur est déterminée par le côté mince de la grume, pour travailler avec des plateaux coniques que l'on peut coller ensuite tête-bèche et bord à bord afin d'obtenir de grands panneaux alors découpés en planches parallèles (***dessin ci-contre et page suivante***). Ce qui assure d'emblée une économie de matière première de l'ordre de 15 %.

Mais une bonne idée ne suffit pas, il était nécessaire d'effectuer de sérieuses études avant de se lancer dans l'aménagement d'une nouvelle chaîne de fabrication. Elles ont été réalisées conjointement avec la société Simonin de Franche-Comté et la société allemande Achberger, sous l'égide du CTBA. La première série d'études avait pour but de montrer, par des essais grandeur nature, que les poutres constituées de planches encollées en bois du pays sont aussi solides que les poutres en bois de Suède. Résultats positifs. La deuxième série concernait directement les méthodes de coupe et de collage à employer dans la nouvelle chaîne de fabrication. Elles ont prouvé qu'il était possible de fabriquer du lamellé-collé en bois vosgien à un coût comparable à celui des poutres en métal ou en béton si l'on utilise toutes les possibilités offertes par l'informatique et l'opto-électronique.

L'ensemble de ces études a coûté plus de 2 millions de francs. En 1984, Weisrock prend la décision de l'investissement. 18 millions de francs sont nécessaires pour construire une chaîne automatique de "panneautage tronconique" d'une capacité annuelle de 24 000 m³ de lamellé-collé brut (pour 48 000 m³ de grumes). Cet investissement a été subventionné pour 3 millions de francs par l'AFME et 2 millions par le FDIB (Financement pour le développement des industries du bois). De plus l'entreprise a bénéficié d'un prêt du Fonds industriel de modernisation (FIM) géré par l'ANVAR, de 6 millions de francs. A terme, cette réalisation permettra d'économiser chaque année 30 millions de francs de devises (l'équivalent des achats de bois que Weisrock a effectués à l'étranger en 1984). En outre, 20 nouveaux emplois seront créés dans la scierie et une douzaine d'emplois induits dans l'exploitation forestière.

LE SCIAGE...



Avec la méthode traditionnelle (**1 a** et **1 b**), seule la partie centrale de la grume sert au lamellé-collé, tandis que chez Weisrock (**2**), c'est la totalité de la grume, une fois débitée, qui sera utilisée.

Schématiquement, la fabrication des poutres en lamellé-collé avec des résineux vosgiens se déroule de la manière suivante. A la sortie de la scierie les plots, empilés par paquets de longueur unique, sont stockés à l'air libre afin de les stabiliser. Après six semaines, ils sont acheminés vers les cellules de séchage. Celles-ci, chauffées par la combustion des écorces et des chutes de bois récupérées dans l'usine, sont commandées par des microprocesseurs, eux-mêmes reliés à des sondes d'humidité placées dans le bois. Une fois séchés, les paquets de plots sont dirigés vers la chaîne entièrement automatisée de "panneautage tronconique" qui fait l'originalité de l'usine Weisrock. Ainsi :

Dessin D. Longavesne - Photo D.R.

LE BOIS FRANÇAIS : UN MALCONNU

Depuis 1984, le Centre technique du bois et de l'ameublement s'applique, avec le concours de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, à faire connaître les caractéristiques techniques des bois français. Trois cahiers ont ainsi été publiés concernant : le peuplier (cahier CTB n° 123), les résineux (n° 124) et le douglas (n° 128). Ces deux ouvrages s'adressent en priorité aux professionnels, mais ils peuvent également être utiles au consommateur averti. On y apprend beaucoup sur le classement visuel des sciages, la résistance mécanique, la protection du bois contre les attaques des parasites, des moisissures ou de l'humidité. Une plaquette *Les résineux et le peuplier français en structure* rassemble les données essentielles des deux premiers cahiers cités. On peut obtenir ces documents au CTBA, 10 av. de Saint-Mandé, 75012 Paris, tél. (1) 43 44 06 20.

Le CTBA diffuse également un guide méthodologique *Automatisation-informatisation des industries du bois et de l'ameublement* (350 F TTC), outil de travail pour les PME de la "filière bois", il traite pratiquement de tous les problèmes qui se posent à ceux qui ont la volonté de se lancer dans l'automatisation de cette vieille industrie.

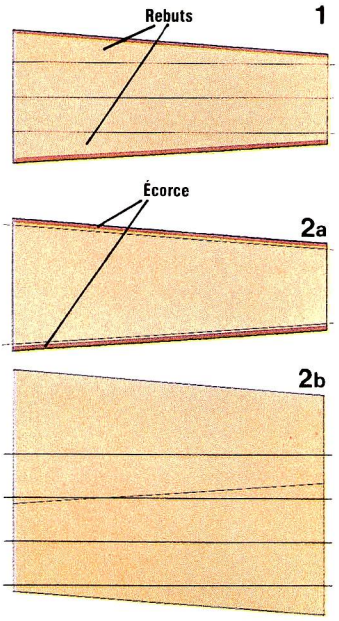
- Les paquets de plots sont dépilés avant de passer un par un devant un contrôleur d'humidité et d'épaisseur qui éjecte automatiquement les plots hors-tolérance.
- Les plots conformes aux normes passent ensuite devant un système de caméras relié à l'ordinateur central qui optimise le débit du délignage (sciage en long) conique.
- La déligneuse automatique à lames mobiles équarrit d'abord une rive du plot. Celui-ci passe à nouveau le circuit des caméras avant d'être déligné sur la deuxième rive.
- Un retourneur inverse automatiquement certains plots pour permettre le panneautage tête-bêche.
- Les planches sont encollées sur une rive avant d'être panneautées sur une presse.
- Ces panneaux sont débités en grande largeur par une déligneuse mobile puis passent dans une déligneuse multiple préréglée pour obtenir les lamelles de la largeur souhaitée qui rejoindront le circuit traditionnel de fabrication du lamellé-collé : aboutage automatique des lamelles de petite longueur en lamelles sans fin, qui seront coupées à la longueur de la poutre à fabriquer, encollage également automatique des lamelles dépilées et enfin transfert sur les moules de serrage, où les poutres sont mises à la forme voulues par serrage et pressage hydraulique pendant le temps nécessaire à la polymérisation de la colle (15 heures au minimum à 30 °C environ). Une table vibrante ramasse les chutes de délignage pour les transformer en plaquettes qui serviront à chauffer les bâtiments et les séchoirs.

Après avoir ainsi réalisé plusieurs centaines d'ouvrages de prestige avec des poutres courbées d'une portée allant jusqu'à 100 mètres sans appui intermédiaire, Weisrock peut ainsi s'attaquer aujourd'hui au marché différent de la poutre droite. Là aussi, le lamellé-collé, seulement désavantagé jusqu'ici par son prix, présente de nombreux avantages par rapport aux matériaux concurrents, béton ou acier : moindre poids (cinq fois moins lourd que le béton) ; temps de montage des éléments de charpente réduit ; possibilité d'obtenir des grandes portées sans pilliers ; confort, le bois participant à l'isolation thermique et phonique (il est à noter, cependant, qu'on ne semble pas tenir suffisamment compte de la toxicité de certains produits employés pour le collage ou la conservation du bois).

Les charpentes en lamellé-collé sont aussi beaucoup plus sûres que les structures métalliques. Ainsi, tandis que les poutres en acier se déforment sous l'effet de la chaleur, provoquant l'effondrement rapide d'un bâtiment en feu, les poutres en lamellé-collé, quoique combustibles, ne sont carbonisées que superficiellement. Leur résistance mécanique se maintient suffisamment longtemps pour permettre l'évacuation des personnes et des biens. Les assureurs le savent bien, qui calcu-

(suite du texte page 152)

... ET LE DÉLIGNAGE



Contrairement au lamellé-collé traditionnel (**1**) qui n'utilise dans les plateaux que les planches débitées parallèlement au cœur, chez Weisrock seule l'écorce est éliminée (**2 a**). Les pièces obtenues sont ensuites collées tête-bêche (**2 b**) pour former un plateau continu qui sera débité en lamelles.

Dessin D. Longavesne

L'ELECTRONIQUE VA VITE PRENEZ LE TEMPS DE L'APPRENDRE AVEC EURELEC

DDRB

La radio-communication, c'est une passion pour certains, cela peut devenir un métier. **L'électronique industrielle,** qui permet de réaliser tous les contrôles et les mesures, **l'électrotechnique,** dont les applications vont de l'éclairage aux centrales électriques, sont aussi des domaines passionnants et surtout pleins d'avenir. Vous que la **TV couleur, l'électronique digitale** et même les **micro-ordinateurs** intéressent au point de vouloir en faire un métier, vous allez en suivant nos cours, confronter en permanence vos connaissances théoriques avec l'utilisation d'un matériel que vous réaliserez vous même, au fur et à mesure de nos envois. Ainsi, si vous choisissez la TV couleur, nous vous fournirons de quoi construire un récepteur couleur PAL-SECAM, un oscilloscope et un voltmètre électronique. Si vous préférez vous orienter vers l'électronique digitale et les micro-ordinateurs, la réalisation d'un ordinateur "Elettra Computer System®" avec son extension de mémoire Eprom, fait partie de notre enseignement. Quel que soit votre niveau de connaissance actuel, nos cours et nos professeurs vous prendront en charge pour vous amener progressivement au stade professionnel, en suivant un rythme choisi par vous. Et pour parfaire encore cet enseignement, avant de vous lancer dans votre nouvelle activité, Eurelec vous offre un **stage gratuit** dans ses laboratoires dès la fin des études. Mettez toutes les chances de votre côté, avec nous, vous avez le temps d'apprendre.

eurelec

institut privé d'enseignement a distance

Rue Fernand-Holweck - 21100 DIJON
Tél. (80) 66.51.34

BON POUR UN EXAMEN GRATUIT

A retourner à EURELEC - Rue Fernand-Holweck - 21100 Dijon

Pour vous permettre d'avoir une idée réelle de la qualité de l'enseignement et du nombreux matériel fourni, EURELEC vous offre de recevoir, CHEZ VOUS, gratuitement et sans engagement, le premier envoi du cours que vous désirez suivre (comprenant un ensemble de leçons théoriques et pratiques et le matériel correspondant). Il vous suffit de compléter ce bon et de le poster aujourd'hui même.

Je soussigné : Nom _____ Prénom _____ DATE ET SIGNATURE : (Pour les enfants signature des parents)

Adresse _____ Tél. _____

Ville _____ Code postal _____

désire recevoir, pendant 15 jours et sans engagement de ma part, le premier envoi de leçons et matériel de :

☐ **ELECTRONIQUE FONDAMENTALE ET RADIO COMMUNICATIONS**
☐ **ELECTROTECHNIQUE**
☐ **ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE**
☐ **INITIATION A L'ELECTRONIQUE POUR DÉBUTANTS**
☐ **ELECTRONIQUE DIGITALE ET MICRO-ORDINATEUR**
☐ **TELEVISION NOIR ET BLANC ET COULEURS**

● Si cet envoi me convient, je le conserverai et vous m'enverrez le solde du cours à raison d'un envoi en début de chaque mois, les modalités étant précisées dans le premier envoi gratuit.

● Si au contraire, je ne suis pas intéressé, je vous le renverrai dans son emballage d'origine et je ne vous devrai rien. Je reste libre, par ailleurs, d'interrompre les envois sur simple demande écrite.

15090

PRIX 2000 SG

ENTREPRISES EQUIPES DE RECHERCHE DONNEZ SUITE A VOS INNOVATIONS

CONCOUREZ POUR 750 000F

Créés par la Société Générale pour encourager la créativité industrielle, les PRIX 2000 SG sont ouverts en 1987 à 3 secteurs :

- électronique et image,
- sport et technologie,
- biotechnologie et industrie.

Si vous avez conçu une innovation technique débouchant sur une réalisation, vous pouvez concourir pour les PRIX 2000 SG.

- 300 000 F récompenseront le meilleur dossier,
- 150 000 F récompenseront chacun des trois autres dossiers primés.

De quoi donner suite à bien des projets.

Demandez immédiatement à votre agence Société Générale le dossier de participation (date limite de retour de votre dossier constitué : 31 mai 1987).
Renseignements complémentaires auprès de : Sabine Bureau Coordination PRIX 2000 SG, 2, square de l'Opéra Louis-Jouvet 75009 Paris.
Tél. : (1) 40.98.43.63.

bélier

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

ECHOS DE L'INDUSTRIE

MÉDECINE

Le stimulateur salivaire enfin disponible

Science & Vie avait été le premier (avril 1982) à informer ses lecteurs sur la valeur d'une invention médicale française, "la dragée électrique qui fait saliver."

A en croire le courrier que nous avait valu notre article, ce stimulateur de sécrétion salivaire, imaginé par un dentiste de l'Isère, M. Jaffréo, était très attendu par tous les malades victimes d'une diminution (hyposialie) ou d'une interruption (asialie) de la production de salive.

Les médecins qui les soignent ne furent pas les derniers intéressés par cette méthode thérapeutique nouvelle, testée et longuement présentée dans notre revue.

Les glandes salivaires sont en effet fragiles, et leur fonction interrompue ou détraquée par des causes très diverses et fréquentes : rayonnements médicaux, médicaments psychotropes, diabète, "syndrome sec" ou maladie de Gougerot-Sojgren.

Or, chaque année, c'est par dizaines de milliers que se signalent en France les nouveaux cas d'asialie ou d'hyposialie. Cette affection, contre laquelle il n'existait aucun traitement, est un véritable martyre pour ses victimes ; mastiquer, déglutir, parler, devient pénible et douloureux.

En outre, les lèvres se fendillent, le goût et l'odorat s'altèrent, les gencives, n'étant plus protégées contre les bactéries, s'infectent, s'enflamment et parfois les dents se déchaussent.

La dragée électrique est une enveloppe de plastique rugueux, contenant une micropile, reliée à deux électrodes en inox dentaire, placées à la surface du dispositif. Celui-ci, mis en bouche, envoie un flux électrique qui d'une part parcourt la muqueuse et va stimuler directement les glandes salivaires annexes dans l'épaisseur de la muqueuse proprement dite.

Et, d'autre part, excite les terminaisons nerveuses sensitives et, par leur intermédiaire, les centres cérébraux, qui commandent alors par des nerfs moteurs la production de salive.

Les premiers prototypes artisanaux avaient démontré leur efficacité dans les services d'oto-rhino-laryngologie et de médecine. Et tous, malades et médecins, attendaient une commercialisation rapide.

Restait à trouver un partenaire industriel pour continuer les essais cliniques entrepris chez des spécialistes hospitaliers, et construire en grande série le dispositif. M. Jaffréo a finalement intéressé et convaincu le laboratoire Mediathera et son projet est devenu produit commercialisé.

Ce dernier distribue désormais la pierre salivaire, rebaptisée "Salive +". Pour tout renseignement : Mediathera, 26, rue de l'Industrie, 92404 Courbevoie Cedex, tél. (1) 43 34 30 90, qui envoie le stimulateur contre remboursement (412,50 F).

Photo L. Poggi

CRÉATION D'ENTREPRISES

L'assurance fiscale, nouvelle arme pour jeunes entrepreneurs

Les créateurs d'entreprises savent qu'il est relativement difficile d'attirer l'intérêt des sociétés de capital-risque ou des banques pour des demandes de quelques dizaines ou centaines de milliers de francs. La "mise" est trop petite pour que ces organismes se rémunèrent et dégagent des bénéfices intéressants.

La loi de finances 1987 instaure une disposition qui répond à ce problème. Il s'agit d'une mesure que nous avons récemment préconisée (*Science & Vie* n° 829 d'octobre 1986, p. 106).

Elle incite les particuliers à investir en fonds propres dans les entreprises créées à dater du 1er janvier 1987, selon un modèle expérimenté aux Etats-Unis, où il a largement fait les preuves de son efficacité.

En effet, outre-Atlantique, ce ne sont pas les institutions, banques, sociétés de capital-risque, administrations, qui financent les débuts d'une entreprise ; mais dans plus de 90 % des cas, des particuliers qui, du fait des avantages fiscaux en place, préfèrent investir dans l'industrie plutôt que dans la pierre ou les tableaux.

Outre leur argent — sous forme de participation presque toujours minoritaire — ils apportent gratuitement leurs conseils et leur expérience industrielle, ce qui est inestimable.

L'assurance fiscale qui vient d'être introduite met enfin, à cet égard la France à parité avec les Etats-Unis. Dorénavant, le risque de l'investisseur est considérablement réduit : en cas d'échec, total ou partiel, de la nouvelle société, il pourra déduire de son revenu la perte en capital subie, jusqu'à 100 000 F par année fiscale pour une personne seule, ou 200 000 F pour un couple.

Cette réduction portera sur le revenu net global de l'année au cours de laquelle est intervenue, soit la réduction de capital de la société, soit la cession de l'entreprise ordonnée par le tribunal, soit le jugement de clôture de la liquidation judiciaire.

Cette mesure intéresse essentiellement les petites entreprises, puisqu'elle ne concerne que les firmes industrielles ou commerciales soumises à l'impôt sur les sociétés et dont plus de 50 % des actions ou parts sont détenues directement par des particuliers.

Les plus-values effectuées par un particulier qui dispose de moins de 25 % des droits de vote lors de la vente de titres d'une société non cotée, sont en outre exemptées d'impôt. L'investissement dans des entreprises en création ou à leurs débuts devient ainsi un placement extrêmement rentable et peu risqué.

Ceux dont les revenus sont les plus élevés seront les plus intéressés par ces nouvelles dispositions, puisque ce sont ceux pour lesquels l'assurance fiscale peut jouer à plein. Or ce sont bien souvent les mêmes qui ont le mieux réussi et sont donc les plus aptes à aider les aspirants entrepreneurs à trouver leur voie.

A contrario, l'exonération d'impôt sur les bénéfices des entreprises nouvelles, qui existe depuis quelques années, est désormais supprimée. La situation quasi-généralement déficitaire des premiers exercices rendait cette mesure fort peu incitative. Elle poussait par contre à la création de "fausses" entreprises "nouvelles" qui permettaient à des firmes existantes de transférer leurs profits et de se libérer ainsi de l'impôt sur les bénéfices.

Armés de la connaissance de ces deux dispositions nouvelles — assurance fiscale, non taxation des plus-values —, les créateurs qui cherchent à trouver des partenaires, les jeunes entrepreneurs qui ont besoin d'argent pour leur développement, devraient pouvoir s'adresser à leurs banques locales, leurs notaires etc., et leur demander de faire connaître à leurs clients à hauts revenus ces possibilités de prises de participation minoritaire dans leurs entreprises, rentables pour chacun et sans risque pour les investisseurs. Ils ont maintenant une chance — avec un bon "business plan"– d'être entendus.

Précision. Devant les nombreux appels de nos lecteurs concernant la trousse d'outillage mains libres, que l'on passe dans la ceinture, présentée dans ces colonnes dans notre numéro 831 de décembre 1986, p. 123, nous précisons que le distributeur en est la firme Ferruvor, 143 rue Saint-Charles, 75015 Paris, tél. (1) 45 77 54 81.

France et Grande-Bretagne vont pouvoir échanger 2 000 mégawatts. Les travaux (5 ans et 760 millions de livres) reliant le réseau britannique de distribution d'électricité à celui de l'Europe continentale se sont achevés dans les délais prévus. Les quatre paires de câbles sont posées au fond de la Manche sur 45 km. Après quelques "inconvénients", comme la découverte de bombes non explosées... Malgré son importance, le coût de cette nouvelle liaison, qui pourra répondre aux besoins de 3 millions d'usagers, n'atteint que la moitié de celui de la construction d'une nouvelle centrale produisant la même quantité d'électricité. Les câbles ont été enfouis : c'est la leçon de l'ancienne liaison électrique trans-Manche de 160 MW. Celle-ci, simplement posée sur le fond marin était constamment endommagée par les ancres de navires et les chaluts des bateaux de pêche.

Photo S. Pecolatto

CHIMIE

Et voici l'eau de mer artificielle

Fabriquer et commercialiser des sels marins synthétiques destinés à la reconstitution d'eau de mer artificielle, à partir de sels et de nombreux produits chimiques, voilà qui, à première vue, peut paraître relever de la galéjade, ou du farfelu le plus total, et pourtant...

...Aquarium Systems, une entreprise française artisanale, créée par Alain Bertschy, un Sarrebourgeois de 37 ans, s'est, il y a quelques années, lancée dans cette activité qui prospère fort bien. Grâce à son produit, l'"Instant Océan", on fabrique de l'eau de mer pour les aquariophiles, l'aquaculture, les viviers, les laboratoires.

Aux particuliers, cela permet le maintien en vie et la reproduction en aquarium des poissons, invertébrés et coraux vivants des mers tropicales. Les aquariums publics sont aussi nombreux à utiliser l'Instant Océan. Pour ne citer que les plus importants en France : l'Aquarium tropical du Musée de zoologie de Nancy, l'Aquarium du musée national des arts africains et océaniens de Paris, le Centre de la mer et des eaux, l'Institut océanographique de Paris, l'Aquarium de La Rochelle, l'Aquarium du musée Guinet d'histoire naturelle de Lyon, l'Aquarium de Saint-Martin, l'Aquarium de Sarlat, le Muséum d'histoire naturelle de Grenoble, l'Aquarium de Trouville, celui de Kingersheim, etc.

En aquaculture, les laboratoires d'océanographie biologique ont recours à lui pour des essais de reproduction en milieu artificiel de bars, dorades, etc. Des professionnels l'utilisent également pour leurs viviers. Enfin, le sel synthétique trouve même des applications liées à l'industrie : il est utilisé par des laboratoires pour tester les effets de corrosion et d'agressivité de l'eau de mer sur différents matériaux.

Aquarium Systems exportait déjà l'Instant Océan à concurrence de 57 % en 1984, un an à peine après la création de la société, pourcentage qui atteint aujourd'hui 63 %.

Cette politique résolument exportatrice lui a valu d'être l'un des lauréats (Prix "Idées") du Grand Prix de l'exportation artisanale organisé par la Fondexpa (Fondation à l'exportation artisanale). Ce concours, auquel *Science & Vie* apporte son appui et dont nous avons été juré (voir notre dernier numéro), récompense chaque année des chefs d'entreprises artisanales innovateurs et performants.

L'ambition d'Alain Bertschy : promouvoir l'aquariophilie d'eau de mer auprès des aquariophiles d'eau douce, alors qu'elle ne représente actuellement que 5 % du marché global de l'aquariophilie.

L'Instant Océan est distribué sur toute la France par le réseau des grossistes en aquariophilie, en conditionnements de 2 kg (permettant de fabriquer 60 l d'eau de mer), 4 kg, 6 kg, 8 kg et 20 kg.

On sait qu'il comporte notamment du chlorure de sodium, du sulfate de magnésium, du calcium, du potassium, du bicarbonate, du borate, du phosphate. Plus quelques éléments secrets — guerre industrielle oblige — dont le "tour de main", le dosage et les proportions de ces différents composants. Il coûte, selon les conditionnements, de 40 à 45 F (2 kg) à environ 300 F (20 kg).

Pour tout renseignement : Aquarium Systems, 43 rue Gambetta, 57400 Sarrebourg, tél. 87 03 67 30.

Banque de données juridiques pour industries chimiques Elle fournit à ces industries comme à celles de la cosmétique et de la pharmacie, l'ensemble des données juridiques, notamment en matière de réglementations chimiques. Le mode d'accès est simplifié à l'extrême : les demandes peuvent être adressées par téléphone, télex ou courrier, les réponses parviennent sous la forme d'un dossier rassemblant l'ensemble des documents concernant les questions posées. Le sérieux est garanti par la participation à cette nouvelle banque de données du Centre national de l'information chimique (CNIC), qui réunit ingénieurs chimistes, toxicologues, juristes. Ce qui permet de se retrouver dans le labyrinthe de l'information chimique : veille technologique, recherches documentaires personnalisées, expertises, parfums et arômes, sécurité/toxicité des produits, brevets (CNIC, 28 ter rue Saint-Dominique, 75007 Paris, tél. (1) 45 51 37 40).

LUBRIFIANTS

Fini le gazole figé

On a trop présent à l'esprit les inconvénients — pour ne pas dire plus — intervenus sur les moteurs diesel lors des grands froids que nous connaissons depuis plusieurs hivers.

Moteurs arrêtés, poids-lourds soudainement paralysés, routes et autoroutes bloquées : tout cela peut désormais disparaître grâce à l'antifigeant de gazole "Actane", mis au point par le Centre de recherche et de développement du groupe français de lubrification Cofran.

Actane est un produit de synthèse qui fluidifie le gazole et évite ainsi le colmatage des filtres dû à la formation, par grands froids, de micro-cristaux de paraffine provenant du carburant. Il est utilisable sur tous les véhicules diesel même suralimentés, comme sur tous les matériels utilisant le gazole comme combustible, qu'ils soient d'utilisation privée ou industrielle.

Autre avantage du nouveau produit : il facilite le démarrage à froid. Pour atteindre ses meilleures performances, le gazole doit être traité avant son point de trouble, qui se situe aux alentours de + 5° C.

Actane agit dès cette température, tout en combattant encore efficacement le froid à – 15, – 20° C.

Il permet au gazole de circuler librement à froid dans les canalisations. Son intérêt dépasse ainsi celui des véhicules diesel : il est tout aussi valable pour les chaudières particulières (chauffage central).

Utile l'hiver, l'Actane l'est aussi l'été dans la mesure où il améliore la combustion du gazole. Il remonte en effet l'indice de cétane de 3 à 5 points. Or la qualité du gazole pour moteurs diesel se mesure à cet indice. Avec un indice de cétane supérieur, le délai d'inflammation diminue le nombre de particules de gazole injectées, d'où un rendement accru du moteur diesel, et une combustion plus complète qui limite les émissions de gaz polluants et réduit le bruit du moteur.

Des additifs anti-corrosifs et anti-rouille lui sont en outre incorporés, qui protègent canalisations et réservoirs, ainsi que des additifs détergents qui favorisent la dispersion des dépôts et de l'eau issus de la condensation. En diminuant l'encrassement des parties métalliques, ces derniers entretiennent la propreté générale des circuits d'injection des moteurs.

Dernier point : Actane, grâce à l'ensemble des qualités qu'il réunit, entraîne une diminution de consommation de gazole de 1,6 %. Il permet donc de réaliser des économies d'énergie non négligeables.

Certes des produits similaires étrangers existent déjà, mais Actane est le premier à réunir l'ensemble des performances que nous avons évoquées, alors que les autres produits ne fonctionnent que soit l'été, soit l'hiver, ou nécessitent, pour obtenir les mêmes qualités, l'adjonction de 2 à 4 additifs supplémentaires, ou encore sont valables soit pour les moteurs automobiles, soit pour le fuel domestique, etc.

Le produit est présenté en bidons transparents munis de doseurs incorporés (34 F le demi-litre ; 57,50 F le litre) et en conditionnements de 20, 60 et 210 litres. Dosage maximum : 2 pour 100, soit 10 ml pour 5 litres de gazole. Pour tout renseignement : Cofran Lubrifiants, ZI de Chef de Baie, BP 386, 17001 La Rochelle cedex, tél. (1) 46 42 60 62.

CONCOURS

Technologies de pointe pour entreprises artisanales

Inciter les jeunes universitaires à apporter leur connaissance et leur approche de la "high tech" à un secteur qu'ils connaissent mal, celui de l'artisanat (480 milliards de chiffre d'affaires, soit 5 fois plus que l'industrie aéronautique et 2 fois plus que l'industrie automobile) : c'est l'objet du concours lancé par le ministère du Commerce, de l'Artisanat et des Services, sur le thème "Votre idée nous intéresse".

Ce concours, qui s'adresse aux étudiants des IUT, doit permettre des meilleurs projets de création de petites entreprises. "Meilleurs" signifie que chaque dossier devra être précis tant sur le plan juridique que technique, marketing, financier et d'organisation. Pour les aider dans le montage et la coordination de ces différents éléments, disparates mais complémentaires et indispensables au succès, les créateurs devant pouvoir maîtriser toutes les données de leurs entreprises, les candidats pourront se regrouper autour d'un même projet et trouver une aide auprès d'organismes associés au concours (le ministère, les chambres de métiers, l'Agence nationale pour la création d'entreprises, les banques populaires, etc.).

Attention, il n'y a pas de temps à perdre : la date limite d'inscription est fixée au 15 mars, mais la remise des projets pourra attendre jusqu'au début novembre. La décision du jury national sera proclamée le 20 décembre. Les projets récompensés recevront l'apport en capital nécessaire à la création de l'entreprise, soit 50 000 F.

Pour tout renseignement : Secrétariat du concours "Votre idée nous intéresse", ministère du Commerce, de l'Artisanat et des Services, Direction de l'artisanat, 24 rue de l'université, 75007 Paris. Tél. (1) 42 60 79 07.

Maya interdit le "rose"

Parmi les innombrables utilisations du Minitel, il en est d'indésirables, tels les fameux numéros "roses", cauchemar de certains employeurs dont ils allongent démesurément les factures de téléphone.

Pour "moraliser" l'outil et le faire ressortir des placards où, leur première facture reçue, environ 50 % d'utilisateurs l'ont relégué, il fallait trouver le "sésame" qui au lieu d'ouvrir, fermerait et, éventuellement, entr'ouvrirait les portes aux différents services (autour de 3 000) proposés sur Minitel. C'est ce qu'a réalisé une équipe de jeunes électroniciens de Montpellier, avec la mise au point du périphérique "MAYA", au coût modeste de 1 450 F T.T.C.

Grâce à son code confidentiel inviolable, MAYA permet de restreindre non seulement l'accès aux services Télétel que l'on sélectionne (on peut aller jusqu'à 40), mais aussi la durée des consultations. Le temps de chaque connexion s'affiche automatiquement sur l'écran et, prochainement, le coût lui-même de la communication sera visualisé.

L'enregistrement des pages d'informations fournies par le Minitel constitue une des fonctions complémentaires de MAYA. Elle ne lui est certes pas particulière, mais elle ajoute à ce nouveau périphérique un intérêt économique, en limitant le temps d'utilisation de l'appareil.

On peut ainsi mémoriser onze pages d'annuaire électronique en moins de trois minutes, c'est-à-dire gratuitement, puis les revisualiser à volonté sur son Minitel, toujours sans bourse délier. MAYA peut même être connecté à une imprimante compatible IBM PC.

Ce limitateur électronique — facile à brancher — n'est pas uniquement un garde-fou. Il sert aussi d'agenda électronique : on peut enregistrer plus de 120 noms avec leurs numéros de téléphone et classer à part, pour un accès plus rapide, les numéros d'urgence.

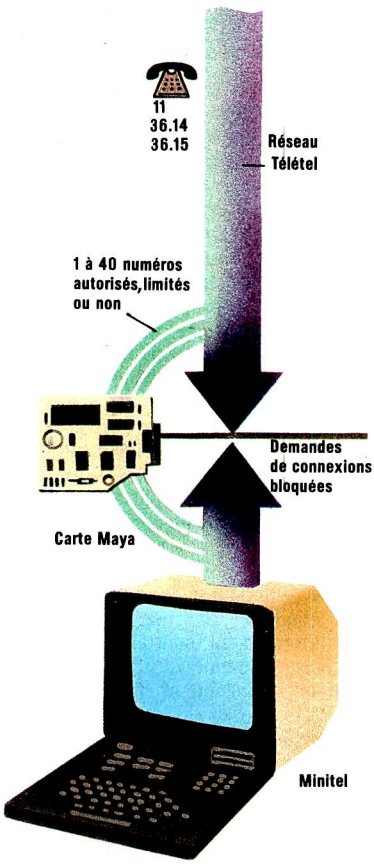
La mise en ordre alphabétique se fait automatiquement. Un bloc-note permet d'autre part, d'inscrire des messages (pas plus de 15 lignes, ce qui est un peu juste) qui, dans l'avenir, seront transmis directement à l'interlocuteur. MAYA comporte encore une calculatrice hexadécimale, et une horloge-calendrier permanente.

Seuls inconvénients actuels, qui devraient bientôt être corrigés, l'autonomie de MAYA, qui ne peut rester plus de 15 jours sans être réactivé, et l'effacement de la mémoire à la moindre interruption de courant.

A la demande de banques, une nouvelle génération de MAYA est actuellement à l'étude. Celle-ci encouragera les commerçants réfractaires aux TPE (terminaux points électroniques) ou aux TPV (terminaux points de vente), actuellement trop onéreux (15 à 20 000 F), à se servir du Minitel.

Elle les branchera en effet directement sur les terminaux de paiement, qui vérifient validité et solvabilité de la carte, tout en conservant les mêmes propriétés que sa sœur aînée, c'est-à-dire que, à l'extrême, le Minitel pourra être bloqué sur ce seul service.

Pour tout renseignement : MAYA-ALINTEL, 4, Place du Marché aux Fleurs, 34 000 Montpellier, tél. 67 52 75 59. Prix : 1 450 F TTC.



Dessin P. L. Delplanque

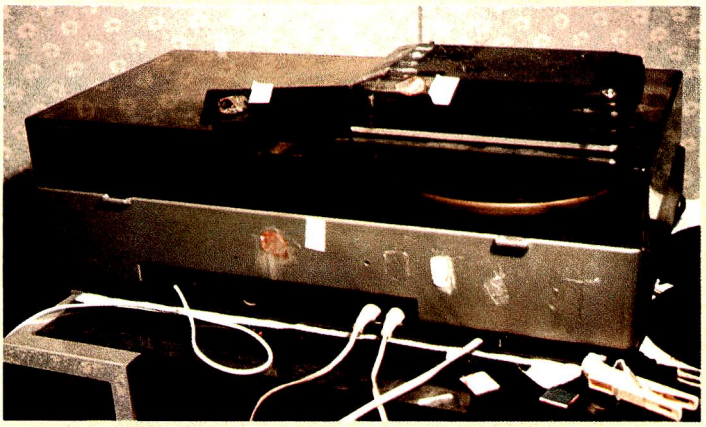
Polymère conducteur transparent. Réalisé, sous contrat du Naval Research Laboratory, par Honeywell et l'université du Minnesota, le "PDICZ" (polymère conducteur polydiocarbazote dopé au brome) se présente sous la forme de films de 1 à 30 micromètres d'épaisseur. Son pouvoir de transmission de la lumière se situe entre 60 et 90 % et sa conductivité électrique atteint de 0,1 à 1 ohm, selon l'épaisseur du film et le taux de dopage. Principales applications envisagées : cellules solaires, vitres dégivrantes d'automobiles, électronique, bâtiment (revêtements thermorégulés)...

Congrès international d'optique et optoélectronique industrielles et appliquées, à La Haye, du 30 mars au 3 avril. 15 thèmes techniques seront traités et 480 communications présenteront les derniers développements en matière de traitement d'images et d'holographie, de composants et systèmes optiques, de micro-lithographie optique, de lasers de puissance, de communications spatiales et de télédétection, de systèmes en infrarouge, et d'imageurs à balayage optique. Une exposition de matériel accompagnera la manifestation. (Béatrice Denoyel, ANRT, 16 av. Bugeaud, 75116 Paris, tél. (1) 45 53 26 67).

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations, 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.*

AUDIOVISUEL : UNE ÉTIQUETTE CONTRE LA PERTE ET LE VOL



Quoi

Ce marquage est un nouveau type d'étiquette, facile à poser mais impossible à éliminer. Il protège caméras, magnétoscopes, magnétophones, camescopes, autoradios ou micro-ordinateurs contre le vol. Ces appareils, clairement identifiés, ne pourront être revendus. En même temps que l'étiquette, qui porte un numéro de série, l'acheteur recevra une carte-réponse portant ce même numéro qu'il retournera au fournisseur après avoir mentionné ses coordonnées : il sera donc également protégé contre la perte.

Comment

Plutôt que le tatouage des appareils, solution coûteuse et exigeant le transport de l'équipement ou le déplacement d'un spécialiste, l'inventeur a mis au point une solution infiniment plus simple : une nouvelle étiquette dont la surface, réalisée en matière plastique, porte le logo du fournisseur et est marquée, par gravure, d'un numéro d'identification.

L'emploi d'un composite à deux couches, dont la couche supérieure, de couleur différente, est traversée par la gravure, rend l'inscription particulièrement visible et ineffaçable. En cas de tentative d'arrachage, ce composite se fragmente ; l'élimination est donc pratiquement impossible.

L'adhésif spécial dont est munie l'étiquette, qui agit par dissolution superficielle de la matière sur laquelle on l'appose, plastique ou aluminium, contient aussi un colorant puissant. Même dans le cas où l'on parviendrait à détruire totalement l'étiquette par la manière forte (marteau, ciseaux à bois, meule, etc.), il resterait ainsi sur l'appareil une marque en creux, due à la pénétration du solvant et fortement colorée, dénonçant l'arrachage. Notre photographie montre les résultats d'essais réalisés avec différents plastiques, polystyrènes, polypropylènes, polyéthylènes, matières les plus utilisées pour la fabrication des appareils concernés, car peu coûteuses, faciles à mouler, résistantes aux chocs et aptes aux colorations. Après tentative d'arrachage brutal, le nouvel adhésif laisse des marques de couleur rose parfaitement révélatrices et éloquentes.

Pour qui

Les techniques de production des étiquettes, de marquage, de conditionnement, sont au point et ne posent aucune difficulté. L'inventeur, un ingénieur, cherche des licenciés et des distributeurs capables de diffuser ces étiquettes par correspondance ou dans les grandes surfaces.

Il envisage le conditionnement de son produit sous la forme d'un sachet contenant une dizaine d'étiquettes portant le même numéro de série, l'adhésif nécessaire et la carte-réponse à retourner au fournisseur.

Certains points de vente pourraient, en plus, apposer, par gravure à la demande, le nom de l'acheteur sur les étiquettes.

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.

INVENTIONS

L'ampoule magnétique au salon de Genève

Le tirage au sort, parmi les inventions françaises publiées au cours des 12 derniers mois dans notre rubrique "Des marchés à saisir", a désigné l'invité de *Science & Vie* au prochain Salon international des inventions et des techniques nouvelles de Genève (3-12 avril) : c'est l'ampoule "M. Lux".

Création toute récente, elle vient juste d'être brevetée et son inventeur joue d'une chance peu commune : elle vient d'être présentée dans notre numéro de janvier 1987. Rappelons qu'il s'agit d'une ampoule magnétique qui supprime tout montage et démontage sur les douilles — qui remplace même ces dernières en première monte. La nouvelle douille, si on peut encore l'appeler ainsi, ne comporte plus aucune partie mécanique. Elle est seulement constituée d'un morceau de fer noyé dans un plastique injecté.

Ces types d'inventions ont les plus grandes difficultés à "percer" dans la mesure où, du jour au lendemain, elles remettent en question toute une industrie et ses installations de fabrication traditionnelles. Nos lecteurs savent que, presque toujours, ces inventions sont "enterrées" par les grands fabricants "assis" sur leurs positions, marchés et monopoles. Mais la "M. Lux" présente un avantage capital, qui devrait lui permettre d'échapper à cette "fatalité" : un système intermédiaire a été conçu, qui lui permet de fonctionner avec des douilles qui sont déjà en place partout, à baïonnette ou à vis, sans rien changer aux luminaires. Il s'agit d'une simple bague aimantée venant s'emboîter sur le culot de l'ampoule.

L'inventeur, Jean Fritsch, est un Alsacien habitant Mulhouse, et comme pour toute grande invention c'est l'idée — un "bon" inventeur est d'abord quelqu'un qui sait se poser des problèmes — qui a été déterminante : la réalisation technique est d'une parfaite simplicité et d'un coût dérisoire.

Le hasard fait bien les choses : cette invention, totalement originale dans un secteur qui n'avait jusqu'ici jamais évolué, nous avait paru si fondamentale que nous n'avons pas hésité à lui consacrer l'intégralité de la rubrique. "Des marchés à saisir" de notre dernier numéro.

Science & Vie souhaite à Jean Fritsch tout le succès qu'il mérite au prochain Salon de Genève. Pour tout renseignement sur le Salon : Innova Diffusion, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, tél (1) 45 63 01 02, poste 43 13).

INFORMATIQUE

Filtres antiparasites pour prises de courant

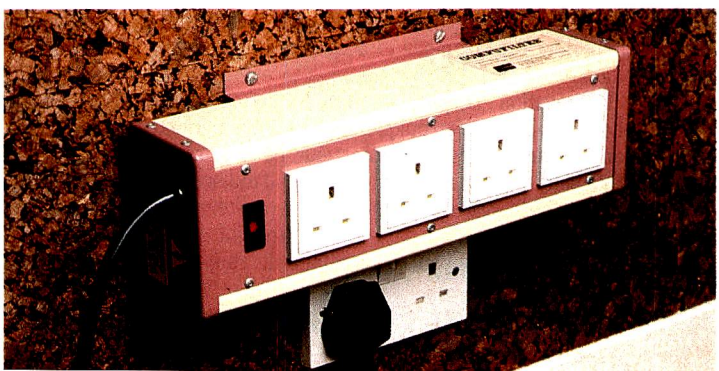
Commercialisé en Grande-Bretagne mais pas encore en France — avis aux importateurs — Compufilter est une prise de courant multiple pour micro-ordinateurs, de bureau et personnels, qu'elle met à l'abri des parasites provenant du secteur et des autres équipements que l'on peut brancher sur chacune des prises qu'il comporte.

La prise multiple elle-même possède toute une série de filtres, alors que les dispositifs analogues n'en possèdent qu'un. Si bien que le facteur d'atténuation des parasites asymétriques dépasse 40 dB à 150 kHz et 30 en mode longitudinal, montant à plus de 70 dB dans des fréquences moyennes. En outre, une résistance spéciale, d'une puissance de 100 joules, supprime les phénomènes transitoires.

Chaque prise indépendante raccordée à la prise multiple est d'autre part munie d'un filtre symétrique protégeant l'équipement branché des parasites de ce dernier type, qu'ils proviennent du secteur ou des appareils connectés sur les autres prises. A ce niveau, l'atténuation dépasse 25 dB à 150 kHz pour s'élever à plus de 70 dB dans la bande des fréquences moyennes, celle du secteur.

Le Compufilter est équipé, selon la demande, de 2 ou 4 prises (***notre photo***) et disponible dans des versions adaptées aux systèmes britannique, européen et américain (d'autres modèles peuvent être fournis sur demande). L'intensité acceptée par chaque prise est de 3A. Le système peut être posé au sol ou fixé sur un mur.

Encombrement et poids restent peu importants : 35 × 10,5 × 8 cm et 210 g pour le modèle à 4 prises, 22 × 10,5 × 8 cm et 1 650 g pour celui à 2 prises. (Cetronic Power Products, Hoddesdon Road Stanstead Abbots, Ware, Hertfordshire SG 12 8EJ, Grande-Bretagne.) ■



R5 : LA ROLLS DES LEICA

La naissance d'un Leica est toujours un événement pour les photographes. Voici le R5, premier Leica mesurant la lumière d'un flash électronique à travers l'objectif. Il sera bientôt suivi d'autres modèles.

La maison Ernst Leitz Wetzlar lance ce mois-ci le Leica R5, un appareil reflex 24 × 36 à automatismes multiples. En l'espace de onze années, c'est ainsi le troisième Leica R que commercialise la célèbre firme allemande. C'est finalement peu si l'on compare ce rythme à celui des industriels japonais qui réalisent couramment un, ou même plusieurs reflex nouveaux par an. Au surplus, le Leica R5 n'est pas un appareil révolutionnaire. Il s'inscrit au contraire directement dans la ligne des précédents modèles. Leitz confirme de la sorte une politique suivie depuis plus de 60 ans : elle préfère une évolution lente de ses produits à leurs transformations radicales.

Cette continuité des productions permet de garantir aux photographes amateurs et professionnels, un suivi de la gamme d'accessoires et du service après vente. Il n'y a pratiquement pas de péremption et les appareils peuvent être réparés durant des dizaines d'années. L'atelier de Wetzlar, par exemple, répare pratiquement tous les Leica d'après guerre, en refaisant des pièces si nécessaire.

A la fabrication, la continuité permet de réaliser un appareil nouveau en ne changeant qu'une partie des sous-ensembles. Avec le Leica R5, le boîtier et les objectifs sont les mêmes que pour le précédent, le R4. Il en est de même de l'obturateur électronique à lamelles métalliques : seul l'éventail de ses vitesses a été un peu élargi (15 s à 1/2000 s au lieu de 8 s à 1/1000 s sur le R4). L'électronique du système photométrique, par contre, a été changée. Certes les deux types de mesure de la lumière, sélective (dans un angle étroit) ou intégrale (dans tout le champ), et plusieurs programmes d'exposition restent les mêmes, mais les circuits intégrés simplifient l'électronique et augmentent ses possibilités.

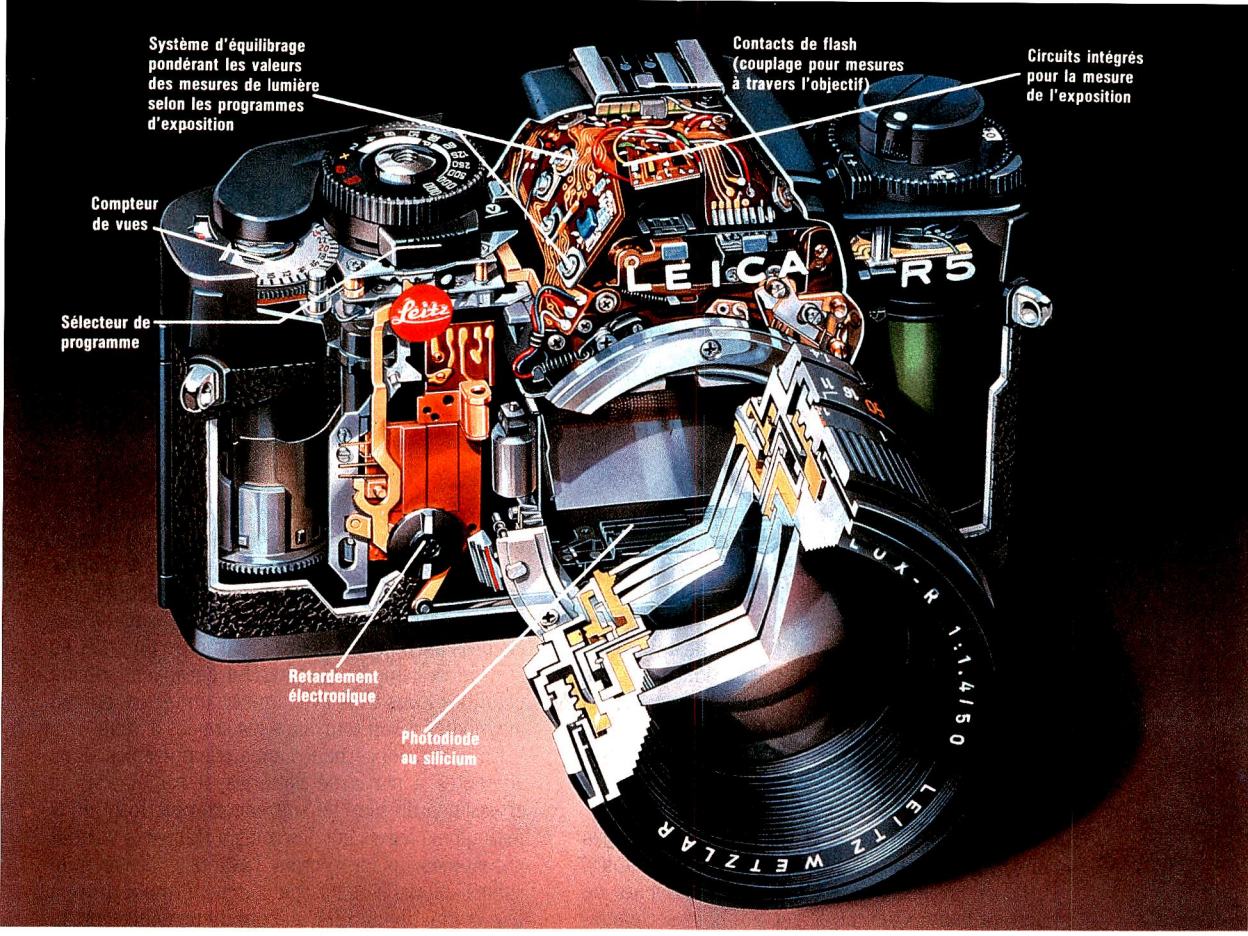
L'innovation la plus importante concerne la photo au flash électronique. Le Leica R5 permet dans ce cas la mesure automatique de la lumière traversant l'objectif, à la condition d'utiliser un flash doté du système allemand SCA (*System Camera Adaptation*) qui possède le dispositif et les connections le couplant à la cellule de l'appareil. Plusieurs flashes Metz, par exemple, sont dotés de ce couplage SCA. Le R5 ne mesure alors que la lumière traversant l'objectif, ce qui est important au moins dans deux cas :

- lorsqu'on change l'objectif (grand angulaire, téléobjectif, objectif de type macro), car le champ photographié change aussi, et parfois les pertes de lumière dans la monture de l'objectif augmentent ;
- lorsqu'on utilise un accessoire entraînant de grosses pertes de lumière : bague allonge ou soufflet pour la photo rapprochée, doubleur de focale, microscope,...

Les circuits intégrés de cet appareil donnent aux photographes 5 modes de mesures de la lumière et d'exposition du film. Un mode manuel, tout d'abord, semblable à celui du Leica R4, qui laisse l'utilisateur régler le diaphragme et la vitesse en mesure sélective (une plage de mesure de 7 mm au centre du viseur). Quatre modes automatiques, ensuite, parfois différents de ceux du précédent modèle :

- réglage automatique de la vitesse de 15 s à 1/2000 s (après choix du diaphragme par le photographe), en mesure sélective. Cette mesure, qui se fait sur une plage déterminée du sujet (par exemple le visage dans le cas d'un portrait), peut être mémorisée pour permettre le cadrage avant de déclencher ;
- même automatisme, mais en mesure intégrale (c'est-à-dire dans tout le champ photographié). Aucune mémorisation n'est prévue car le cadrage se fait alors directement ;
- réglage automatique du diaphragme (après choix de la vitesse par le photographe), en mesure intégrale sans mémorisation puisque ce type de mesure permet le cadrage direct ;
- automatisme en programmation totale (vitesse et diaphragme), en mesure intégrale et sans mémorisation. Cet automatisme reste toutefois sous le contrôle du photographe qui peut favoriser les vitesses lentes, les vitesses rapides ou encore les petites ou les grandes ouvertures de diaphragme. Une correction automatique du programme d'exposition, dans la limite de +/−2 diaphragmes est également possible.

PAR ROGER BELLONE



La clarté et la précision du viseur du Leica R4 ont toujours été particulièrement appréciées des photographes. Ils seront comblés avec le nouveau modèle car son viseur est encore plus grand et plus lumineux. En outre, ce viseur comporte maintenant un dispositif rare en 24 × 36, un oculaire avec correction dioptrique (réglage par molette de +2 à −2 dioptries). Les porteurs de lunettes pourront donc adapter le viseur à leur vision sans lentille correctrice.

Pour le reste, le Leica R5 possède les caractéristiques des modèles antérieures : cellule au silicium dans le fond du boîtier, sensibilités de 12 à 3200 ISO, verres de mise au point interchangeables, affichage dans le viseur par diodes lumineuses, vitesse mécanique au 1/100 s, possibilité de relever le miroir, surimpressions et possibilité de motorisation de l'entraînement du film (2 ou 4 im/s selon les moteurs).

L'appareil mesure environ 14 × 9 × 6 cm et pèse 625 g. Il sera vendu au même prix que le Leica R4, soit environ 9 900 F nu et 12 400 F avec objectif Summicron 2/50 mm.

La sortie du Leica R5 sera suivie plus tard, à une date encore indéterminée, de celle de deux autres modèles, les R5-S et R5-M.

Le Leica R5-S, comme l'est actuellment le R4-S par rapport au R4, sera un reflex simplifié, notamment sans automatisme programmé. Il possédera par ailleurs les caractéristiques du R5.

Le Leica R5-M sera une version mécanique et semi-automatique du R5. Il s'agira donc d'un boîtier fort utile pour les grands voyageurs (reporters notamment) qui pourront partir dans des régions déshéritées sans être obligés de se munir d'un stock de piles d'alimentation. Il est probable que ce boîtier plus rustique sera aussi moins sensible aux mauvais traitements qu'un appareil électronique (chaleur, froid et forte humidité).

Enfin, au printemps, un nouvel objectif sera lancé pour les Leica reflex, l'Apo-Elmarit R 2,8/100 mm hautement corrigé (absence des aberrations de coma, de courbure de champ, d'astigmatisme et correction pour l'infrarouge). Ces performances reposent sur l'emploi d'un nouveau verre Leitz a dispersion faible et à indice de réfraction élevé. Dans cet objectif à 8 lentilles, les lentilles 2 et 5 sont constituées de ce verre qui n'existe que chez Leitz, et la lentille 3 est d'un verre spécial de Corning-France. Les performances élevées, précise Leitz, sont maintenues sur tout le champ et pour des distances de prise de vue de l'infini à 0,45 m ; dans ce dernier cas, on est en photomacrographie au rapport de reproduction 1 : 2.

Roger Bellone

MICRO-ORDINATEURS DE VOYAGE

Entre la plaquette et les micro-ordinateurs personnels domestiques ou de bureau, voici les modèles portables, utilisables en avion ou dans le train.

Dès 1970, l'idée d'ordinateurs portables était dans l'air. A cette époque, Alan C. Cay, membre du centre de recherche Xerox de Palo Alto, avait déjà une vision très futuriste de l'informatique des années 80. Son "Dynabook", comme il l'appelait, serait un ordinateur de la taille d'un livre de poche dont personne ne pourrait se passer. Nous n'en sommes certes pas encore là. Mais il n'en reste pas moins que les constructeurs se sont tous tournés vers la réalisation d'ordinateurs portables aux performances élevées et de prix abordable.

Les premiers à attaquer ce marché furent les constructeurs de calculettes programmables. Celles-ci furent en effet le point de départ de micro-ordinateurs compacts et autonomes. Généralement l'affichage ne comportait qu'une seule ligne de quelques caractères et le seul langage utilisable était le Basic, logé en mémoire morte. De même, la capacité de la mémoire vive (nécessaire à l'utilisateur pour ses calculs ou son programme) était très faible. Ces machines ne pouvaient avoir que des applications simples, et il était impossible de les utiliser avec un programme standard, encore moins pour dialoguer avec un centre informatique.

Nous étions donc encore loin des ordinateurs portables, dont l'un des véritables pionniers fut la firme Osborne. Son idée : intégrer dans un boîtier unique tous les éléments d'un micro-ordinateur classique : écran de visualisation, clavier, unité centrale, lecteur de disquettes, disque dur, etc. Ce premier appareil fut construit mais, pesant près de 20 kg et nécessitant une prise secteur pour son fonctionnement, il n'avait plus rien d'un "portable". Il fut donc qualifié de "transportable", terme qui sera également utilisé pour différencier les machines totalement autonomes, fonctionnant à partir de batteries rechargeables, des appareils nécessitant le secteur pour leur utilisation.

Actuellement, la plupart des machines portables ou transportables sont compatibles IBM PC, standard qui tend maintenant à se normaliser tant aux Etats-Unis que dans les pays européens, à cause de l'entrée d'IBM sur le marché de l'informatique personnelle depuis 1981.

Aux Etats-Unis, le marché des ordinateurs transportables est en plein essor avec un accroissement de 28 % par an prévu jusqu'en 1989. Ce type d'appareil entre dans de nombreux secteurs d'activité. Par exemple, le gouvernement américain a passé des accords avec Zenith pour la fourniture de Z-171 au service des impôts. Le marché européen, suivant celui des Etats-Unis avec un certain retard, devrait augmenter à son tour dans les années à venir.

En ce qui concerne les appareils portables, donc alimentés à partir de batteries, il semble que la croissance du marché soit encore plus forte. Plus petits, plus légers que les transportables et surtout autonomes, ils présentent l'avantage d'être utilisables soit dans un bureau comme terminal grâce à leur compatibilité IBM, soit durant un déplacement. Dans le monde des affaires, on l'emporte ainsi chez le client pour programmer les commandes, on l'utilise dans le train ou dans l'avion pour travailler durant le voyage, on le transporte dans le magasin pour gérer un stock. Le médecin peut l'emporter chez ses malades pour mémoriser ses ordonnances et autres données. Le conférencier peut l'utiliser en tournée comme programmateur audiovisuel pour commander ses projections. Les applications sont innombrables et certains constructeurs américains n'hésitent pas à prévoir une croissance annuelle du parc de ce type d'ordinateurs de 53 % par an jusqu'en 1989.

Au début des années 1980, l'un des premiers succès, sur le marché des portables fut celui de Tandy, avec son model 100. Certes cette machine, de la taille d'un livre de poche, n'était pas compatible IMB et seul un Basic intégré permettait sa programmation. Elle fut néanmoins choisie par bon nombre d'utilisateurs car elle répondait parfaitement à leurs besoins. D'autres fabricants, tel Epson, étaient également présents sur le marché mais avec des écrans de capacité plus réduites que le Tandy 100, qui ne présentait pourtant que 4 lignes de 40

Photo T. Morin

1 - Zenith ZFL 181-92. 2 - Tandy 200. 3 - Data General DG One mod. 2. 4 - Sharp PC 7000. 5 - Toshiba Compact PC 2100. 6 - Sord IS-11 C. 7 - Zenith ZF 141-42. 8 - Panasonic JB 3301. 9 - Goupil Club.

PAR HENRI-PIERRE PENEL

1
2
3
4
5
6
7
8
9

12 MICRO-ORDINATEURS PORTABLES OU TRANSPORTABLES

MARQUE	DATA GENERAL	DATA GENERAL	PANASONIC	PANASONIC	SHARP	SMT - GOUPIL
MODELE	DG One Model 2	DG One Model 2 EL	JB 3301	JB 3307	PC 7000	Goupil Club
MICROPROCESSEUR UTILISÉ	Intel 80 C 88 16 bits à 4.77 MHz	Intel 80 C 88 16 bits à 4 MHz	8088 16 bits à 4,77 MHz	8088 16 bits à 4,77 MHz	Intel 8086 - 2 à 7,37 MHz	Intel 80 C 88 16 bits à 4,77 MHz
CAPACITÉ RAM (mémoire vive)	256 K.octets	256 K.octets	512 K.octets	512 K.octets	384 K.octets	768 K.octets
EXTENTION RAM	Jusqu'à 640 K.octets	Jusqu'à 640 K.octets	Jusqu'à 640 K.octets	Jusqu'à 640 K.octets	Jusqu'à 768 K.octets	—
ROM (mémoire morte)	32 K.octets	32 K.octets	16 K.octets	16 K.octets	32 K.octets	32 K.octets
SYSTÈME D'EXPLOITATION	MS - DOS	MS - DOS	MS - DOS 2.11 MS - DOS 3.2	MS - DOS 2.11 MS - DOS 3.2	MS - DOS 2.11 compatible IBM PC et IBM XT	MS - DOS 3.2 Langage GW Basic Langage Sidekick
LECTEUR DE DISQUETTES	• 1 ou 2 unités • Capacité de 720 K.octets par unité en 3''1/2 • Lecteur 5''1/4 externe en option	• 1 ou 2 d'une capacité de 720 K.octets par unité en 3''1/2 • Lecteur 5''1/4 externe en option	• 2 unités internes 5''1/4 360 K.octets	• 1 unité interne 5''1/4 360 K.octets	• 2 unités 5''1/4 d'une capacité de 360 K.octets par unité	• 2 disquettes 3''1/2 d'une capacité de 720 K.octets par unité • Connecteur pour unité 5''1/4
DISQUE DUR	Winchester 10 M.octets	Winchester 10 M.octets	Non	Winchester 10 ou 20 M.octets	Par adaptateur 10 M.octets Winchester	Non
AFFICHAGE	• Ecran cristaux liquides • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran électro-luminescent haute luminosité • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran à plasma • 25 lignes de 80 ou 40 caractères	• Ecran à plasma • 25 lignes de 80 ou 40 caractères	• Ecran à cristaux liquides avec éclairage arrière • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran cristaux liquides • 25 lignes de 80 caractères
RÉSOLUTION EN MODE GRAPHIQUE	640×200 points	640×200 points	640×400 points	640×400 points	640×200 points	640×200 points
SORTIE VIDÉO	En option	En option	Oui couleur RVB composite	Oui couleur RVB composite	En option par adaptateur	RVB couleur ou NTSC
ENTRÉES/ SORTIES	• Deux ports série/ parallèle	• Deux ports série/ parallèle	• 1 port RS 232 C • 1 port parallèle • 2 emplacements pour extensions	• 1 port RS 232 C • 1 port parallèle • 2 emplacements pour extensions	• 1 port RS 232 C • 1 parallèle Centronics	• Une interface RS 232 C • Une interface Centronics
CLAVIER	• QWERTY • 10 touches de fonction	• QWERTY • 10 touches de fonction	• QWERTY détachable • 10 touches de fonction	• QWERTY détachable • 10 touches de fonction	• AZERTY détachable	• QWERTY • 10 touches de fonction
TAILLE (en cm)	35×30×7	35×30×7	15,5×31,2×43	15,5×31,2×43	41×16×25	33×29×6,5
POIDS (en kg)	3,63	3,63	11,5	11,5	8,5	6,5
ALIMENTATION	Secteur ou batterie de 7 heures d'autonomie	Secteur ou batterie de 3 heures d'autonomie	Secteur	Secteur	Secteur	Secteur ou batterie
PRIX modèle de base	17 000 F	26 600 F	20 500 F	21 300 F	20 200 F	25 900 F

caractères. C'est qu'à l'époque, il était très difficile de réaliser des écrans à cristaux liquides de grandes dimensions et, surtout, possédant une définition suffisante pour l'affichage des caractères ou de graphiques.

C'est donc sur l'amélioration de la visualisation des résultats que portèrent les plus gros efforts des constructeurs ces dernières années.

Le procédé le plus simple et le plus efficace pour créer un écran de visualisation fut tout d'abord l'utilisation d'un tube cathodique comparable à celui d'un téléviseur. Certes l'on tenta de réaliser des tubes de petites dimensions, mais aucun résultat vraiment satisfaisant ne fut obtenu. En effet pour que l'écran reste lisible, et donc agréable d'emploi, une certaine surface d'écran est indispensable. Avec un tube, augmentation de surface signifie aussi augmentation de la profondeur et du poids. De plus, pour pouvoir fonctionner, les tubes cathodiques demandent des hautes tensions et un courant de chauffage élevé qui s'accomode mal d'un fonctionnement sur batterie.

Les récents progrès technologiques réalisés sur les écrans plats ont enfin permis la fabrication d'écrans de dimensions confortables pourvus d'une bonne résolution, donc particulièrement bien adaptés aux besoins de l'informatique.

Les cristaux liquides sont particulièrement employés. Leur principal avantage réside dans leur très faible consommation d'énergie. De plus, la

SORD	TANDY	TOSHIBA	TOSHIBA	ZENITH	ZENITH
IS - 11 C	Tandy 200	PC 2100	AT 3100	ZF 171 - 42	ZFL 181 - 92
Z 80 - C.MOS 8 bits à 3,7 MHz	80 C 85 8 bits à 2,4 MHz	Intel 8086 - 2 à 7,16 MHz	80286-2 16 bits à 8 MHz	Intel 80 C 88 16 bits a 4,77 MHz	Intel 80 C 88 16 bits a 4,77 MHz
80 K.octets	24 K.octets	256 K.octets	640 K.octets	256 K.octets	640 K.octets
—	Jusqu'à 72 K.octets	Jusqu'à 640 K.octets	Jusqu'à 2,64 M.octects	Jusqu'a 1 M.octets	—
72 K.octets extensible à 128	72 K.octets extensible à 104	32 K.octets	Non communiqué	32 K.octets	32 K.octets
Langage Basic	Langage Basic et Multiplan	MS - DOS 2.11 compatible PC et AT	MS - DOS 2.11	MS - DOS 2.11 MS - DOS 1.25 MS - DOS 3.1	MS - DOS
• En option unité 3"1/2 d'une capacité de 640 K.octets	• En option 1 unité 3"1/ 2 d'une capacité 100 K.octets	• 1 ou 2 unités 3"1/2 d'une capacité de 720 K.octets • ou 1 unité ext. 5"1/4 et 3"1/2 intégrée	• 1 unité interne 3"1/2 720 K.octets • 1 unité externe 5"1/4 K.octets en option	• 1 ou 2 unités 5"1/4 compatibles avec le système d'exploitation PC-DOS d'IBM • Capacité 360 K.octets par unité	• 2 unités 3"1/2 double face, double densité. double piste • Capacité 720 K.octets par unité
Non	Non	Par adaptateur 10 M.octets Winchester	Winchester 10 M.octets	Non	Non
• Ecran cristaux liquides • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran à cristaux liquides • 16 lignes de 40 caractères	• Ecran à plasma • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran à plasma • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran cristaux liquides avec éclairage arrière • 25 lignes de 80 caractères	• Ecran cristaux liquides avec éclairage arrière • 25 lignes de 80 caractères
640×200 points	240×128 points	640×400 points	640×400 points	640×200 points	640×200 points
Non	Non	Oui sortie RVB couleur	Oui couleur RVB composite	Oui composite RVB couleur	Oui composite RVB couleur
• RS 232 C • Parallèle Centronics • et code barre	• 1 port RS 232 C • 1 parallèle Centronics • 1 mini-cassette	• 1 port RS 232 C • 1 parallèle Centronics • Bus d'extension	• 1 port RS 232 C • 1 port parallèle • Bus d'extension	• RS 232 C 110 à 19 200 bauds • DB 25 parallèle Centronics	• RS 232 C 110 à 9 600 bauds • DB 25 parallèle Centronics
• AZERTY • 6 touches de fonction	• QWERTY	• AZERTY ou QWERTY	• AZERTY ou QWERTY • 10 touches de fonction	• AZERTY ou QWERTY • 10 touches de fonction	• AZERTY ou QWERTY • 10 touches de fonction
30×21,5×8,5	30×29,5×5	31,1×8×36	31,1×8×36	24,1×33×16.8	8×34×29,5
3	2,2	5,9	6,9	6.5	6
Secteur ou batterie de 3 heures d'autonomie	Secteur ou piles	Secteur	Secteur	Secteur ou batterie	Secteur ou batterie de 5 heures d'autonomie
13 500 F	7 100 F	29 500 F	46 100 F	22 500 F	22 500 F

technologie étant maintenant bien maîtrisée, il est possible de produire des écrans pour un coût relativement faible. De tels écrans ont, par contre, comme défaut majeur, de présenter un faible rapport de contraste. De plus, les cristaux liquides n'émettant pas de lumière, il est difficile, voire impossible, de les utiliser avec un faible éclairement. Enfin, les constrastes étant obtenus avec des verres polarisants, la qualité de l'image diminue dès que l'utilisateur s'écarte de l'axe de l'écran.

Pour pallier ces inconvénients, on réalise des écrans à cristaux liquides éclairés par l'arrière à l'aide d'une plaque électroluminescente,ce qui améliore considérablement la qualité de l'image. On emploie aussi des cristaux dits *twintwist*, dont la structure torsadée améliore le contraste. Mais, à cause précisément de l'éclairage nécessaire à l'écran, la consommation de l'ensemble est élevée et réduit l'autonomie des batteries.

Il existe également des écrans à plasma et des écrans à diodes électroluminescentes. Mais ils sont rarement utilisés car ils restent chers et, surtout, demandent beaucoup d'énergie.

Sur le marché français, on trouve une douzaine de micro-ordinateurs portables ou transportables (***tableau ci-dessus***). Les capacités des portables sont souvent proches de celles des modèles personnels transportables, surtout avec leurs possibilités d'extension de mémoire. Tous sont utilisables en mode graphique.

Henri-Pierre Penel

SCIENCE JEUX

La vis d'Archimède

PHYSIQUE AMUSANTE

Si, comme on l'entend souvent répéter, 99 % des savants ayant existé depuis les temps préhistoriques sont vivants aujourd'hui, on serait tenté d'en conclure que le génie créatif a décru dans les mêmes proportions : un chercheur de l'Antiquité faisait, dans sa courte vie, 99 découvertes majeures, quand celui du XX^e^ termine une longue vieillesse en ayant tout juste une invention à son actif (et encore...).

Sans être dur pour nos scientifiques actuels auxquels on doit tout de même les centrales atomiques, le transistor et le laser, il faut reconnaître que le sujet qui nous intéresse aujourd'hui, la vis d'Archimède, nous a amené à regarder d'un peu près la vie de ce grand ancêtre, et qu'on reste saisi par tous les domaines où il a exercé un véritable génie de la découverte.

Tout bachelier normalement constitué connaît déjà le principe d'Archimède, le levier d'Archimède, la spirale d'Archimède et la vis d'Archimède. Or il faudrait ajouter deux livres de mécanique fondamentale traitant des centres de gravité, deux livres sur l'hydrostatique, trois livres sur la géométrie des corps ronds, un ouvrage complet sur les coniques, un autre sur les miroirs sphériques, un autre encore sur la quadrature de la parabole, celui sur les spirales, un traité de cosmologie et enfin un véritable traité de la méthode, rédigé pour Eratosthène et concernant les procédés logiques et mécaniques qui mènent à la découverte.

Bien entendu, cette liste n'est pas limitative car il faudrait y ajouter les titres qui nous sont inconnus et ceux qui ont été perdus il y maintenant 2 000 ans. Cela fait un beau total pour un seul homme, mais il faut ajouter qu'il bénéficia d'une longue vie pour son époque : de 287 à 212 avant J.-C., soit 75 ans.

Pour commencer, il était né de parents grecs, mais à Syracuse en Sicile, cette île faisant alors partie de l'Empire carthaginois. Son père était Phidias l'astronome, qui lui transmit déjà une bonne part du savoir scientifique de l'époque et l'envoya ensuite étudier à Alexandrie. C'est là qu'il rencontra Conon de Samos avec qui il perfectionna ses connaissances mathématiques.

Revenu dans sa ville natale, on doit reconnaître qu'il mit remarquablement à profit tout l'enseignement qu'il avait reçu. Chose curieuse, lui-même n'accordait aucune importance à toutes les inventions mécaniques qui le rendirent célèbre de son vivant ; pourtant, le levier, le palan, la roue dentée ou la vis sans fin avaient réellement fait progresser le travail humain. Mais Archimède considérait que seule était digne d'estime la science pure, c'est-à-dire les grandes lois de la physique et les mathématiques.

Par chance il était bien vu, et même protégé par le roi de Syracuse, Hiéron II. C'est même grâce à lui qu'il découvrit le célèbre principe d'hydrostatique qui porte son nom. L'orfèvre local avait fabriqué pour le roi — ou le tyran, cela dépend des historiens — une superbe couronne garantie or massif, mais Hiéron II avait quelques doutes sur l'honnêteté de cet artisan, et il craignait qu'elle ne soit en réalité faite d'un alliage or et argent ; bien entendu, l'argent était beaucoup moins précieux. A l'époque il n'existait pas de Bureau de la garantie (celui qui poinçonne d'une tête d'aigle les alliages à trois quarts d'or, dit "or 18 carats") ni de laboratoire d'analyse avec spectographe de masse, ni même de métallographie.

Autrement dit, il n'existait aucune méthode d'essai non destructif permettant de savoir si la couronne ne contenait pas un bon pourcentage d'argent. Bien sûr, il aurait suffi de la fondre et de la peser pour voir si le volume obtenu faisait bien son poids d'or — à l'époque on ne connaissait ni le platine, ni le tungstène, et encore moins le rhénium ou l'osmium dont la haute densité aurait permis très facilement de tricher sur le poids. Comme le roi ne voulait pas détruire sa belle couronne, il demanda à Archimède de découvrir un moyen permettant de savoir si c'était bien de l'or massif sans en retirer un seul morceau.

Archimède resta bien ennuyé — faillir à la demande du tyran pouvait se payer cher — jusqu'au jour où il fit déborder sa baignoire trop remplie en entrant dedans. L'illumination se fit quand il vit l'eau se répandre en un volume égal à celui qu'il avait déplacé avec son corps. Dans cet instant lui vint l'idée qu'il suffisait de plonger successive-

ment la couronne, puis des poids égaux d'or et d'argent dans un récipient et de mesurer à chaque fois la quantité d'eau qui débordait (pour une même masse, c'est l'or qui occupe le plus petit volume, l'argent le plus grand et les alliages des deux les volumes intermédiaires). Dans le même temps il comprit qu'un corps flottait quand son poids était inférieur à celui du volume d'eau qu'il faisait déborder, donc à celui qu'il déplaçait.

Sautant en l'air devant l'importance majeure de cette découverte, il rentra tout nu chez lui à travers les rues en criant : « J'ai trouvé ! J'ai trouvé ! » — en grec : *eurêka !* Plus tard, les Romains mirent le siège devant Syracuse, et le génie inventif du physicien fut tourné vers le matériel militaire. Il perfectionna nombre de machines de guerre en les rendant plus performantes et surtout plus pratiques à utiliser grâce à ses prodigieux talents pour la mécanique. Une pieuse légende voudrait même qu'il ait construit des miroirs paraboliques concaves grâce auxquels il incendiait les bateaux romains à distance, de la même manière qu'on mettrait le feu à un bateau en papier avec une loupe.

En réalité, il est probable qu'il a découvert qu'un miroir concave concentrait la lumière solaire à son foyer et qu'on pouvait ainsi enflammer des poussières végétales ou des feuilles séchées ; cela nous paraît très simple à faire aujourd'hui avec une loupe, mais il faut rappeler qu'à cette époque les lentilles en verre n'existaient pas. Il fallait donc déjà une dose de génie pour découvrir les propriétés des miroirs concaves, mais de là à les utiliser comme rayon incendiaire, il y a une telle marge que même la technologie actuelle ne le permettrait pas. A supposer que les navires romains soient quasiment dans le port, disons à 30 mètres des défenses adverses, il aurait déjà fallu construire un miroir de 30 m de focale, ce qui est délicat.

Mais pour que la lumière ainsi concentrée ait eu une densité d'énergie suffisante pour amener l'inflammation du bois, il aurait fallu que le miroir ait une ouverture relative de l'ordre de 1 à 1,4 ; pour atteindre cette valeur, le miroir aurait dû avoir un diamètre de 20 à 30 mètres, chose tout à fait impossible à l'époque et pratiquement irréalisable, même aujourd'hui, si l'on ajoute qu'en plus ce miroir devrait être orientable. La seule possibilité un peu réaliste aurait été d'utiliser des miroirs plans de grande dimension pour envoyer le Soleil en direction des navires : on sait qu'il est difficile de combattre avec le Soleil dans les yeux.

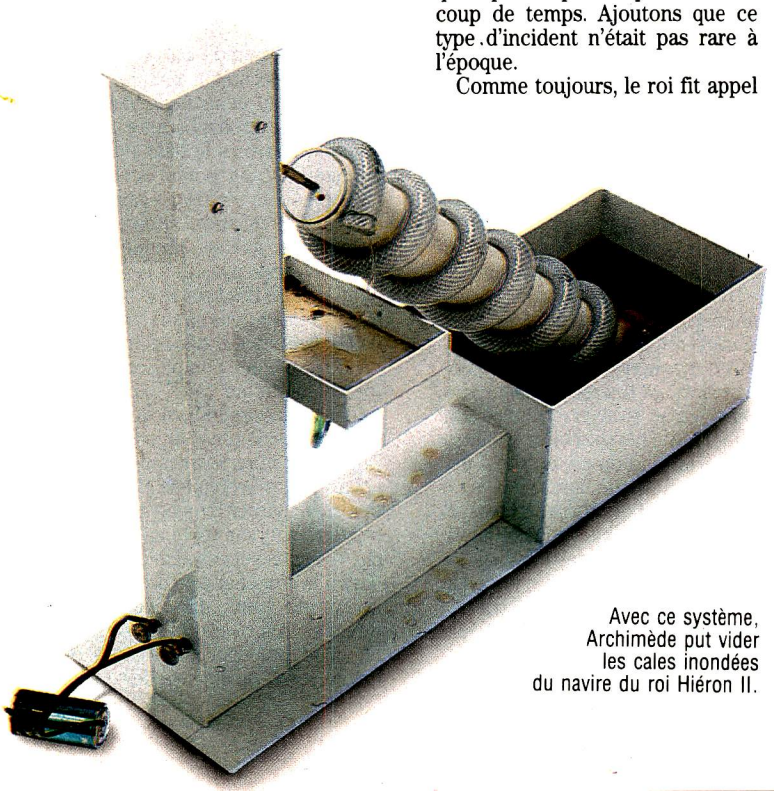
De toute manière, cela n'empêcha pas les Romains de gagner, en 212 av. J.-C. Le général Marcellus avait donné l'ordre à ses soldats d'épargner le célèbre sage et sa maison, mais il était dehors quand les troupes chargèrent dans son secteur. En train de dessiner des figures géométriques sur le sable, il trouva tout à fait inopportunes les questions du fantassin qui venait de lui mettre son glaive sous le nez et il se dispensa de répondre. Ce silence lui fut fatal, car le soldat en conclut qu'il s'agissait d'un vieux rancunneux, peu enclin à goûter la civilisation romaine, et il donna à son glaive une impulsion brève et puissante qui fit passer le grand savant dans un monde meilleur.

On pourra en conclure que le silence, surtout accompagné d'un geste d'agacement, n'est pas fatalement la meilleure formule en temps de guerre. Par chance, il avait eu le temps de découvrir les propriétés de la spirale et celles aussi de la vis sans fin.

C'est vers 250 av. J.-C. qu'il mit ces découvertes au service d'un problème simple en théorie et souvent très difficile à grande échelle dans la pratique : comment monter de l'eau d'un point à un autre. S'il s'agit d'un petit volume, on prend une carafe, ou un seau, on l'accroche à une corde et on tire d'en haut sur cette corde. Quand le volume commence à se compter en mètres cubes, à défaut des pompes qui n'existaient pas il y a 2000 ans, il ne reste plus qu'à établir une chaine d'esclaves, avec autant de seaux que nécessaire, procédé long et coûteux.

Cette méthode était d'autant moins facile à appliquer que l'endroit où se trouvait l'eau à enlever était d'accès moins commode. Or, en 250 av. J.-C. une voie d'eau s'était déclarée dans le plus beau navire du roi Hiéron II et les soutes se trouvaient lentement inondées. Bien sûr, les matelots se relayaient sans cesse pour écoper mais comme le navire était spécialement grand et profond, avec de nombreux ponts intermédiaires, monter l'eau depuis les cales jusqu'au pont supérieur prenait beaucoup de temps. Ajoutons que ce type d'incident n'était pas rare à l'époque.

Comme toujours, le roi fit appel



Photos M. Toscas/Galerie 27

Avec ce système, Archimède put vider les cales inondées du navire du roi Hiéron II.

à Archimède pour trouver une solution plus pratique que de faire la chaîne avec des seaux, et bien entendu celui-ci vint à bout du problème : avec une vis sans fin enfermée dans un tuyau ; le trait de génie, c'était d'y avoir pensé. Archimède avait beaucoup travaillé sur les spirales planes, et sur celles à trois dimensions qu'on appelle des hélices et dont le ressort à boudin donne une juste idée. Selon toute vraisemblance il avait un jour enfilé un anneau sur la première spire d'un ressort et découvert que si l'on faisait tourner ce ressort, ou plutôt cette hélice, autour de son axe après l'avoir incliné, l'anneau glisse le long des spires et se trouve ainsi monté depuis le bas jusqu'en haut de la dernière spire.

Pour que ce processus aille dans le bon sens, il faut que l'axe de l'hélice soit incliné de telle manière qu'une moitié des spires soit relevée par rapport à l'horizontale, tandis que l'autre moitié est évidemment inclinée en sens contraire. On saisira mieux le principe en imaginant un gros ressort à boudin à spires très espacées, genre ressort à matelas, posé verticalement sur une table. Si on enfile un anneau en haut dans l'extrémité de la première spire, il va glisser le long du fil en tournant autour de l'axe vertical du ressort ; par rapport à cet axe, toutes les spires sont descendantes, de quelque côté qu'on se place.

Mais si on bascule notre ressort sur le côté, il vient un moment où toutes les spires d'un côté sont horizontales, tandis que de l'autre elles se rapprochent de la verticale — nous supposons qu'on regarde le ressort par la tranche. A ce moment, un anneau glissé en haut va s'arrêter dès qu'il atteint la portion horizontale. Inclinons encore le ressort, et toute une partie des spires va se trouver basculée par rapport à l'horizontale : l'anneau tombe au fond du creux formé par cette fraction de spire. Si, à ce moment, on fait tourner le ressort autour de son axe, l'anneau glisse sans cesse pour rester dans le creux mais dans le même temps la rotation l'emporte vers le haut.

Pour être juste, il faut dire que ce processus se comprend beaucoup mieux en faisant l'expérience, ce qu'avait fait Archimède. Il avait donc découvert qu'un long ressort incliné et mis en rotation pouvait monter une charge accrochée par un anneau au premier creux formé par la sprire la plus basse — on suppose que le fil est lisse et bien huilé, faute de quoi le frottement arrête le mouvement — ; restait à remplacer l'anneau par un fluide, ce qui là encore nécessite un deuxième trait de génie.

Un liquide n'est pas retenu par un fil, mais il reste dans un tuyau et y circule encore plus aisément qu'un anneau sur un fil. Il suffit donc de mettre un tuyau en spirale autour d'un manchon pour retrouver le même processus : l'eau entre dans la portion inclinée du tube, puis se trouve mécaniquement montée en l'air quand la spirale tourne autour de son axe. Identique dans son principe, la version inventée par Archimède comportait une hélice enfermée dans un cylindre étanche, à la manière d'un escargot étiré en hauteur et qui garderait un diamètre constant. La vis d'Archimède ainsi faite a le gros avantage sur les pompes que l'eau étant élevée mécaniquement, comme par un godet qui remonterait le long des spires, il ne se produit aucun problème de tension de vapeur ou de pression atmosphérique.

Dans une pompe aspirante classique, qu'elle soit à piston, à engrenages ou centrifuge, c'est la pression atmosphérique qui pousse l'eau vers le haut jusqu'au moment où son poids est égal à cette pression ; or il y a égalité dès que la dénivellation atteint 10 m, c'est-à-dire qu'une pompe aspirante ne peut pas tirer l'eau d'un puits dont le fond serait à 12 m, ou au-delà. C'est pour cette raison que dans les puits qui dépassent 10 m, on dispose une pompe aspirante-foulante tout au fond, qui va refouler l'eau vers le haut au lieu de compter sur la pression atmosphérique pour faire le travail.

La vis d'Archimède peut en théorie dépasser largement 10 m et monter l'eau sur toute sa hauteur, par volumes successifs correspondant à la contenance d'une anse de la spirale pour une inclinaison donnée. Avec ce système, Archimède put vider les cales du navire royal, puis celles des autres bateaux, les bassins, les puits et autres réservoirs. Plus tard, le même procédé servit pour le grain et il est toujours utilisé aujourd'hui. Notons que l'idée de construire un volume hélicoïdal contenu dans un cylcindre et de s'en servir pour élever de l'eau en le faisant tourner sur son axe n'a rien de commode.

La nature n'offrait à Archimède que des escargots ou des coquillages qui n'ont rien de rotatifs, et pourtant c'est là qu'était le modèle. Comme nous l'avons dit, son fonctionnement est beaucoup plus simple à comprendre à partir d'un modèle qu'il est d'ailleurs relativement simple de construire. Celui qu'a dessiné P. Courbier diffère légèrement du modèle syracusain.

Nous utiliserons un tuyau en plastique, qui n'était pas disponible il y a 2000 ans, mais le principe de fonctionnement reste le même. Cette vis d'Archimède est en dehors des pièces mobiles, entièrement construite en polystyrène de 2 mm d'épaisseur.

Le matériel à réunir est donc le suivant :

— polystyrène-choc de 2 mm d'épaisseur ;
— 1 tube PVC de canalisation, diamètre extérieur 40 mm, intérieur 36 mm, longueur 365 mm ;
— 1 tuyau plastique armé type Tricoclair Nobel C14, longueur 1 m ;
— 1 tube plastique diamètre 6 mm, longueur 200 mm type aquarium ;

Les deux premiers tuyaux sont en vente dans les magasins de bricolage, le troisième dans les magasins spécialisés en aquariophilie.

— 1 tige laiton ou acier, diamètre 4,5 mm, longueur 700 mm ;
— 2 tubes laiton diamètre extérieur 5 mm, intérieur 4,5 mm, longueurs 15 et 24 mm ;
— 1 tube laiton diamètre extérieur 4 mm, intérieur 3 mm ;
— 2 rondelles de diamètre intérieur 4,5 mm.

Ces éléments se trouvent facilement chez certains quincaillers et à coup sûr chez les détaillants spécialisés dans le modélisme.

On trouvera chez ces mêmes détaillants, si on le désire, un kit moteur Como avec réducteur modulaire intégré. On ajoutera 50 cm de fil électrique type lumière, deux bornes à vis et du fil de fer. Ajoutons le matériel habituel du hob-

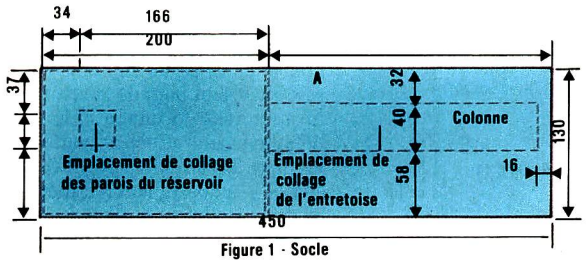


Figure 1 - Socle

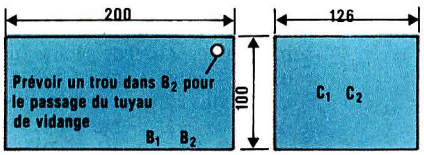


Figure 2. Parois du réservoir

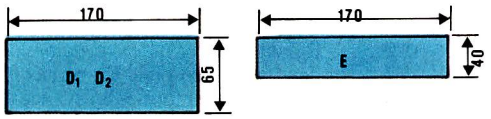


Figure 3. Entretoise

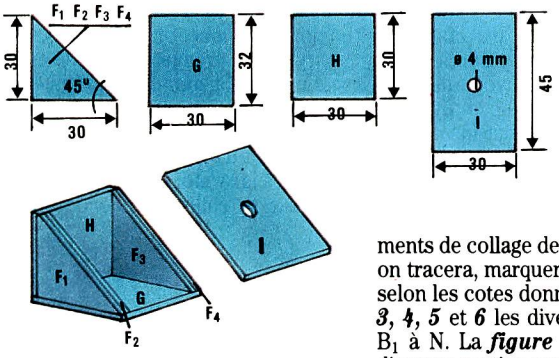


Figure 4. Palier inférieur

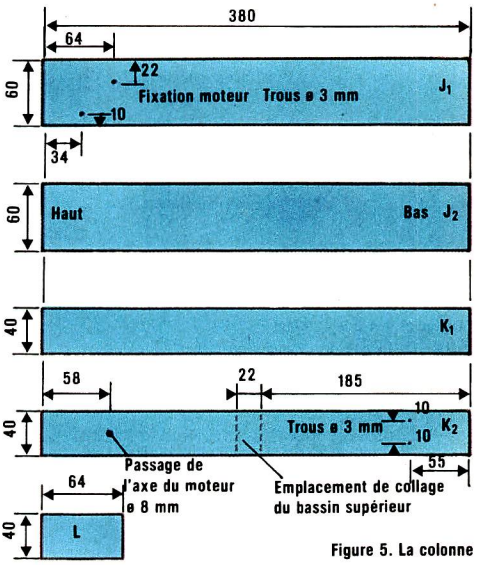
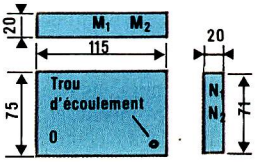


Figure 5. La colonne



Figurer 6. Bassin supérieur

bystyrène : cutter X-Acto, règle métallique, colle Uhu-Plast et trichloréthylène, crayon, gomme, clous de crochet X et colle cyanocrylate.

Ceux qui n'ont pas très envie de courir les magasins trouveront les éléments nécessaires pour construire notre vis d'Archimède en écrivant à : Pierron Entreprise, BP 609, 57206 Sarreguemines cedex. Cette société assure l'expédition franco de port à tout lecteur qui en fera la demande en joignant un chèque de 171,20 F.

On commencera par la construction du bâti et de ses annexes. Après avoir découpé aux côtés de la ***figure 1*** la prise A qui constitue le socle et dessiné les emplacements de collage des autres pièces, on tracera, marquera et découpera selon les cotes données ***figures 2, 3, 4, 5*** et ***6*** les diverses pièces de B_1 à N. La ***figure 10*** montre les diverses parties assemblées.

On mettra d'abord le réservoir inférieur, le palier à 45° (***figure 4***), l'entretoise (***figure 3***) et le réservoir supérieur (***figure 6***). On notera que le réservoir inférieur et le bassin supérieur étant destinés à contenir de l'eau devront être parfaitement étanches. Pour cela on les assemblera avec une colle spéciale type Uhu-Plast ; seuls les habitués passés maîtres dans l'art du collage pourront utiliser directement du trichloréthylène, ou une solution de quelques chutes de polystyrène dans ce même solvant. Pour éviter les fuites, on enduira l'angle interne des volumes avec un filet de colle. Après séchage, on les remplira d'eau afin de repérer d'éventuelles fuites. S'il s'en produit, il suffira après un nouveau séchage, de les colmater avec une goutte de colle supplémentaire.

La colonne est destinée à supporter l'extrémité haute de la vis qui sera, par construction, inclinée à 45°. Nous avons utilisé, pour faire tourner l'axe de la vis, un moteur électrique Como MR 1 alimenté sous 1,5 volt et associé à un réducteur ; cet ensemble est vendu en kit dans les magasins spécialisés dans les maquettes à construire. Ce moteur n'est pas indispensable, et on peut se contenter d'une simple manivelle terminant l'extrémité supérieure de l'axe de la vis. Si on choisit de motoriser le modèle, on montera 3 pignons sur le réducteur Como en respectant les indications qui l'accompagnent, notamment en ce qui concerne l'empilement des rondelles qui jouent le rôle d'écarteur.

Après quoi on fixera le bâti au moteur sur J_1 (***figure 5***) avec deux boulons de 3 mm en inclinant l'axe utile de 45°. Pour cela, on percera

Dessins L.P. Delplanque

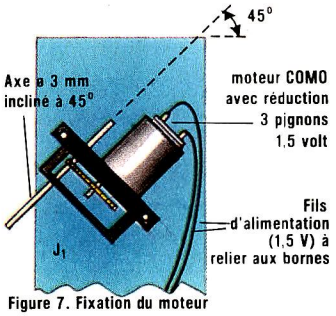


Figure 7. Fixation du moteur

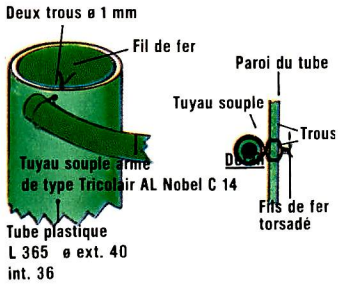


Figure 8. Fixation du tuyau souple (idem à l'autre extrémité)

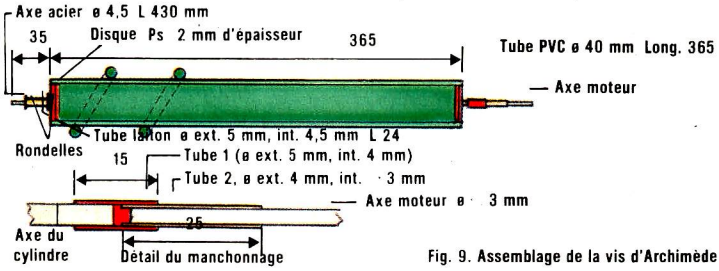


Fig. 9. Assemblage de la vis d'Archimède

deux trous de 3 mm dans la pièce J_1 aux cotes indiquées sur cette figure. On percera également un trou de 8 mm dans K_1 pour laisser passer l'axe incliné et deux trous de 3 mm dans K_2 pour recevoir les deux bornes à vis. Ces bornes seront reliées par deux fils de bonne section — fil à usage domestique — qui seront soudés aux cosses du moteur.

Il restera à assembler les pièces J_1, J_2, K_1 et K_2 ; le couvercle L ne sera installé qu'au dernier moment, après les essais. La colonne elle-même ne sera pas encore collée sur 1 car il reste à construire la vis proprement dite, et il ne serait pas possible de la mettre en place si la colonne était fixée.

La vis, ***figures 8*** et ***9***, est constituée par un tuyau souple enroulé autour d'un tube en PVC. Il faut préciser que seuls conviennent certains tuyaux pour des raisons pratiques immédiates : les essais ont prouvé que si le diamètre intérieur est trop petit, la matière qui le constitue (en général polypropylène) a un effet hydrofuge qui empêche l'eau de circuler à faible pression. A l'opposé, si le diamètre est trop gros, les parois sont en général minces et le tuyau s'aplatit quand on l'enroule sur le tube.

En conséquence, nous avons retenu un tuyau souple armé (référence Tricoclair AL Nobel C14) d'un diamètre extérieur de 16 mm et d'une longueur de 1 m. Le cylindre sur lequel on l'enroule est un tube en PVC servant à diverses canalisations ayant un diamètre extérieur de 40 mm et intérieur de 36 mm. On en coupera une longueur de 365 mm. Tube et tuyau se trouvent dans les magasins de bricolage. On commencera par percer deux trous de 1 mm de diamètre à l'extrémité du tube comme indiqué ***figure 8***. Ensuite on enserrera l'extrémité du tuyau dans une boucle en fil de fer de faible section et on la torsadera afin de maintenir solidement le tuyau. Les deux extrémités du fil de fer seront passées dans les deux trous et retenues par une seconde torsade. Il restera à enrouler régulièrement le tuyau sur le cylindre en serrant au maximum — la longueur indiquée donne 6 spires.

On repèrera d'un trait de crayon l'endroit où arrive cette extrémité, et à cet endroit on percera deux trous destinés à la fixer. Elle sera équipée comme la première, d'une boucle en fil de fer fin torsadée. Il restera à enrouler de nouveau le tuyau autour du tube et à le fixer définitivement. Ceci terminé, on vérifiera l'écartement régulier des spires — au besoin on rectifiera — et on installera un filet de colle cyanocrylate entre le tuyau et le tube. On laissera sécher avant de poursuivre.

On découpera quatre disques dans du polystyrène de 2 mm ; ils seront percés en leur centre de trous de 4,5 mm, comme indiqué ***figure 9***, puis superposés et collés deux à deux. L'axe, en acier ou en laiton, a un diamètre de 4,5 mm et une longueur de 430 mm dans le cas où l'on prévoit d'utiliser un moteur électrique ; pour animer le modèle avec une simple manivelle, il faut prévoir une vingtaine de centimètres en plus. En ce cas, la manivelle sera formée à l'avance et l'axe sera introduit dans ses paliers, percés dans la colonne avant le collage des disques.

Mais si on retient la motorisation électrique, on collera (cyanocrylate) le premier groupe de deux disques à 35 mm de l'extrémité de l'axe (extrémité inférieure) et, ensuite, le groupe de disques sera introduit dans le tube et collé (toujours à la cyanocrylate). Il restera à glisser et coller le second groupe

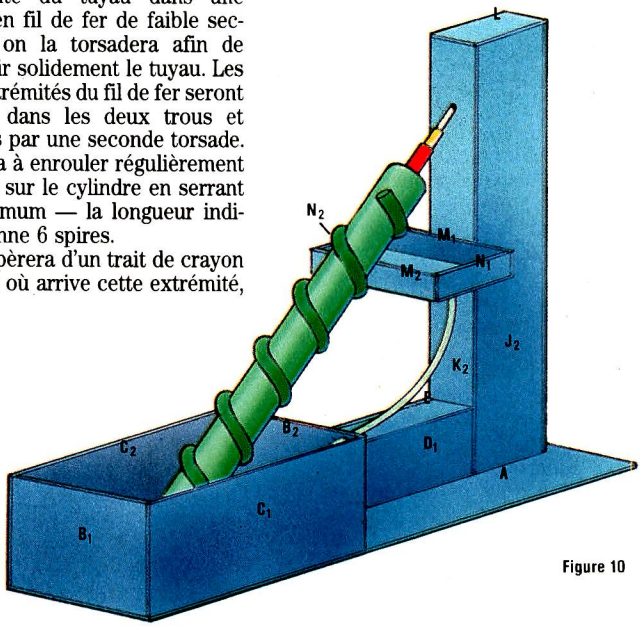


Figure 10

de disques à l'extrémité supérieure du tube. La vis proprement dite sera terminée.

Dans le détail donné ***figure 9*** on voit comment, grâce à deux tubes emmanchés, on rattrapera le diamètre et on raccordera l'axe de la vis à l'arbre moteur. Ce dernier possède en effet un diamètre légèrement inférieur à 3 mm. Afin qu'il pénètre à frottement dur dans le tube de laiton dont le diamètre intérieur est d'environ 3 mm, on le chemisera avec un petit morceau de ruban adhésif. Une goutte de cyanocrylage le fixera définitivement, mais il faut faire attention à l'extrême fluidité de cette colle : on évitera absolument qu'elle s'insinue entre le palier du réducteur et l'axe.

On collera de même le tube de 5 mm (diamètre extérieur) sur l'extrémité supérieure de l'axe de la vis ; après essai, on collera définitivement les deux tubes l'un dans l'autre, puis la colonne sera montée comme précisé ***figure 10***. Il reste à mettre en place un petit tuyau qui permet à l'eau de s'écouler du réservoir supérieur dans le bassin inférieur. Il s'agit d'un morceau de 20 cm pris dans un tuyau d'air pour aquarium ; il sera collé avec une colle cyanocrylate.

On remplira le bassin inférieur de telle façon que l'extrémité inférieure du tuyau soit submergée même lorsqu'elle est en position haute. Après quoi, une pile de 1,5 V sera branchée aux bornes de telle façon que le bout immergé du tuyau remonte en présentant son ouverture vers le haut. On observera alors que l'eau monte dans le tuyau et s'écoule de façon intermittente dans le réservoir supérieur. En mettant un colorant dans l'eau, on pourra observer les tranches de liquides s'élevant dans les anses inclinées du tuyau.

Rien n'empêche d'augmenter le débit du système en enroulant côte à côte plusieurs longueurs de tuyaux (trois semblent possibles), ni de réaliser un élévateur d'eau pour le jardin.

Il suffit d'augmenter les dimensions du modèle en se rappelant qu'Archimède avait pu vider les cales d'un navire sans avoir le matériel de qualité dont nous disposons aujourd'hui.

Renaud de La Taille

Dessins L.P. Delplanque

1er championnat de France des jeux mathématiques

CONCOURS

Chaque mois, *Science & Vie* publiera, en complément du championnat dont les questions et les modalités figurent page 30, des informations et des exercices pour vous aider. Ces tests blancs, proches dans leur principe des questions vraies s'adressent en priorité aux participants des catégories scolaires. Mais tout le monde, n'en doutons pas, en tirera profit.

ENTRAÎNEZ-VOUS

PREMIER CYCLE

PASSEZ LE 6 DEVANT

Trouvez le plus petit nombre entier finissant par 6 tel qu'en faisant passer ce 6 devant, on trouve le nombre initial multiplié par 4.

								6

LES GRILLES DE LOTO

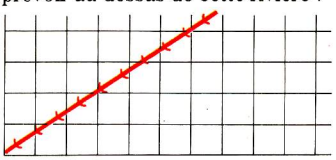
Dans un pays, remplir une grille de loto consiste à choisir une combinaison de 6 nombres parmi les entiers de 1 à 13. Si, comme en France, il suffisait d'avoir 3 bons numéros, sur les 6 tirés, pour gagner, combien de grilles au minimum suffirait-il de remplir pour être sûr de gagner ?

DEUXIÈME CYCLE

LA RIVIÈRE DIAGONALE

Ce pays imaginaire est un rectangle parfait de 260 km de longueur sur 169 km de largeur. Il est découpé en cantons carrés d'exactement 1 km de côté. Il y a donc $260 \times 169 = 43\,940$ cantons, mais vous vous doutez bien que ce n'est pas l'objet du problème !

Le pays est traversé selon une de ses diagonales par une rivière rectiligne, et on supposera que la largeur de cette rivière est négligeable. Par endroits, d'ailleurs, ce n'est qu'un filet d'eau. Mais là, comme ailleurs, sévit l'esprit de clocher (on dit ici l'esprit de canton), si bien que pour ne pas indisposer ses administrés, le gouvernement est amené à construire une passerelle dans chacun des cantons traversés par la rivière. Combien de passerelles doit-on prévoir au-dessus de cette rivière ?



NOMBRE DE PASSERELLES :

LE RAMEUR

Un rameur manie ses avirons à vitesse constante. En remontant une rivière, il croise une bouée au passage d'un pont. Un quart d'heure plus tard, il fait demi-tour. Quand il rejoint la bouée, celle-ci a dérivé sur un kilomètre depuis le pont. Quelle est la vitesse du courant ?
(En cas de valeur non entière, arrondir à deux décimales.)

VITESSE DU COURANT :

							kilomètres/heure

SOLUTIONS

PASSEZ LE 6 DEVANT

Pour trouver le nombre cherché, il suffit de poser la multiplication :

.... 6
× 4
———
= ..4

La première unité trouvée, 4, est placée à gauche du 6 initial, et on continue :

.... 46
× 4
———
= ..84

On découvre ainsi un à un les chiffres du nombre à trouver. On s'arrêtera dès qu'apparaît le 6 (sans retenue). Ce n'est pas forcément possible.

Ici, ça l'est, le nombre initial étant : 153 846.

LES GRILLES DE LOTO

En remplissant *une* grille, on peut très bien, les jours de malchance, n'avoir aucun bon numéro, le tirage désignant six des sept numéros non cochés.

En revanche, voyons ce qui se passe en remplissant les 2 grilles :
grille n° 1 : 1, 2, 3, 4, 5, 6
grille n° 2 : 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Que peut-il arriver de pire ? Que le 13 sorte. Soit ! Et les cinq autres numéros ? Il y en a forcément trois en commun avec l'une des deux grilles, car s'il y en avait au plus deux par grille, où serait le dernier ?

Le nombre minimum de grilles a remplir est donc 2.

LA RIVIÈRE DIAGONALE

260 sur 169, c'est grand, d'autant plus que les deux dimensions sont divisibles par 13. La rivière traverse 13 régions 20×13 qu'elle coupe en diagonale. Voyons donc ce qui se passe dans une de ces régions.

Comme 20 et 13 sont premiers entre eux, la rivière ne rencontrera pas d'autres intersections que le point de départ et d'arrivée. Il ne reste plus qu'à s'armer de patience et compter... à moins que... mais oui ! on change de canton chaque fois qu'on traverse une ligne, ou une colonne. Or, il y a 20 colonnes, 13 lignes, et, compte tenu des problèmes d'intervalles, 20 + 13 − 1 = 32 cantons à traverser.

D'où le résultat pour l'ensemble du pays : 32 × 13 = 416 passerelles à ériger.

LE RAMEUR

La solution est simple ! Placez-vous sur la bouée. Le rameur avance alors à vitesse constante dans un sens, ou dans l'autre ! S'il a mis un quart d'heure avant de faire demi-tour, c'est qu'il a mis un quart d'heure pour vous rejoindre ensuite.

Vous avez donc dérivé pendant une demi-heure, sur un kilomètre. La vitesse du courant est 2 km/h.

Gilles Cohen

Une lampe à allumage automatique

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Dans bien des cas il peut être intéressant qu'un dispositif d'éclairage se mette en route automatiquement dès la tombée de la nuit. C'est, par exemple, le cas des phares, des balises destinées aux avions, ou même tout simplement de l'éclairage public. Notre montage assurera un fonctionnement de ce genre. La lumière ambiante sera mesurée par une cellule qui commandera la mise sous tension de l'éclairage. Notons au passage que ce montage peut être utilisé pour d'autres applications que l'éclairage ; rien n'interdit, par exemple, de l'utiliser pour commander une électrovanne dès qu'une personne s'interpose entre une lampe et la cellule, ou encore pour commander l'éclairage d'un aquarium.

Voyons donc à présent le principe de fonctionnement de ce montage. Comme capteur de lumière nous utiliserons une cellule LDR ; de résistance variable avec l'éclairement. Elle sera alimentée depuis le + 9 volts par l'intermédiaire d'une résistance et d'un potentiomètre. Ce dernier permettra d'ajuster la sensibilité du montage. La résistance, quant à elle, évitera de faire traverser la LDR par un courant trop important, quelle que soit la luminosité ambiante ou la position du potentiomètre.

Nous obtiendrons donc, aux bornes de la cellule, une tension variable en fonction de l'éclairement. Si nous fixons un seuil à ne pas dépasser, sans déclenchement du relais pour cette tension, nous commanderons donc bien ce dernier en fonction de la luminosité ambiante. C'est ici qu'interviendront les transistors et leur rôle sera double.

D'une part ils fixeront le seuil de tension à 1,3 volt environ et, d'autre part, assureront l'amplification du courant issu de la LDR. En effet, pour que notre montage possède une sensibilité acceptable, nous ne pourrons prélever qu'un

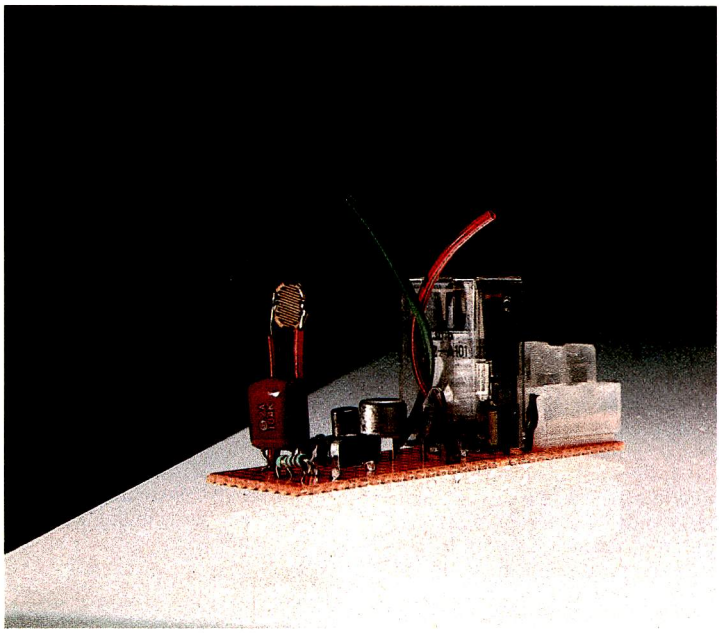
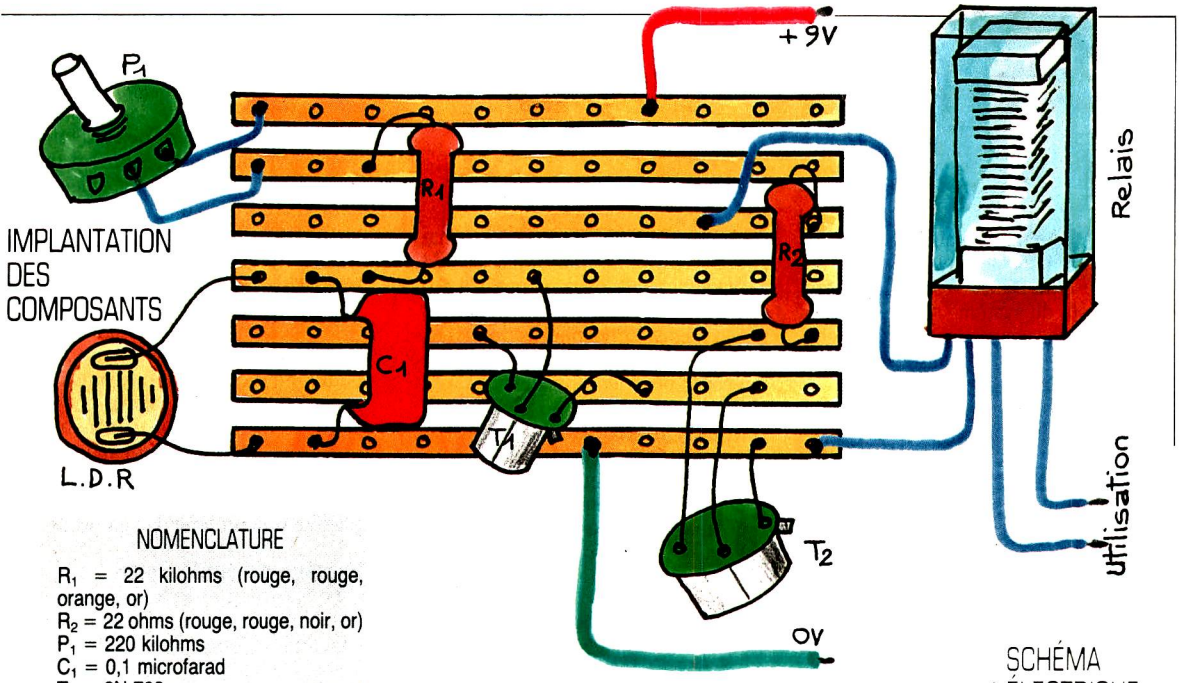


Photo M. Toscas/Galerie 27

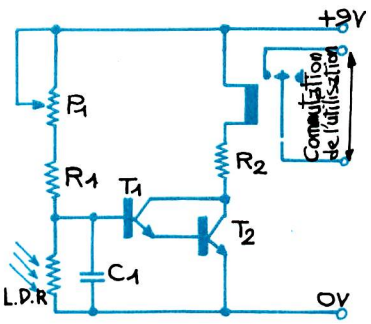


IMPLANTATION DES COMPOSANTS

NOMENCLATURE

R_1 = 22 kilohms (rouge, rouge, orange, or)
R_2 = 22 ohms (rouge, rouge, noir, or)
P_1 = 220 kilohms
C_1 = 0,1 microfarad
T_1 = 2N 708
T_2 = 2N 1711
Relais : 6 volts
Cellule : LDR

SCHÉMA ÉLECTRIQUE



faible courant au niveau de la cellule. Mais, pour être déclenché, le relais demande un courant relativement important. Un transistor unique ne possédant pas un facteur d'amplification suffisant pour assurer cette fonction nous en utiliserons deux, montés en "darlington". Ce type de câblage permet d'amplifier le courant de l'ensemble. Cette amplification sera égale au produit du facteur d'amplification de chacun des transistors. Le second transistor commandera directement le relais.

La réalisation de ce montage ne doit pas poser de problème. Son câblage sera effectué sur une plaquette munie de bandes cuivrées. Il faudra apporter un soin particulier au câblage du relais. Avant tout, on repérera les contacts de sa bobine, puis le contact "travail". Il sera également possible de la câbler à part, ou directement sur la plaquette. Dans ce dernier cas il sera indispensable de couper les bandes cuivrées correspondant aux broches du relais connecté au secteur.

Une fois le câblage terminé, il sera conseillé de munir le montage d'un petit boîtier plastique afin d'éliminer tout risque d'électrocution. La cellule pourra soit être montée sur la plaquette de câblage, soit, munie d'un fil, être placée au point de mesure de luminosité désiré. Ici, étant donné le faible courant sous lequel travaille la cellule, la longueur du fil n'a pas grande importance. Cependant il sera conseillé d'utiliser du fil blindé. Le blindage, tresse métallique entourant le conducteur central, sera relié au 0 volt.

La mise en service de ce montage est simple : après l'avoir alimenté en 9 volts, mais sans raccorder la lampe ou l'appareil à commander sur le secteur, il faudra agir sur le potentiomètre de sensibilité jusqu'à obtenir le seuil de déclenchement souhaité pour le relais.

Il sera facile de vérifier ce seuil soit en masquant la cellule avec la main, soit en l'éclairant avec une lampe de poche. Une fois le seuil désiré obtenu il sera possible de raccorder le secteur. Dès lors il ne faudra pas oublier de le débrancher avant toute intervention sur le montage. Si un usage intensif de ce montage est prévu, il sera conseillé de l'alimenter à partir d'un petit adaptateur secteur capable de délivrer 9 volts sous 200 milliampère au moins. En cas contraire, une pile de 9 volts ou deux piles de 4,5 volts montées en série feront l'affaire.

OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

△ RADIO M.J., 19 rue Claude-Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 43 36 01 40

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ ELECTRONIC AT HOME, rue des Philosophes, 51, 1400 Yverdon, Suisse

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

Henri-Pierre Penel

Les mystères de Vénus

JOURNAL DE L'ASTRONOME

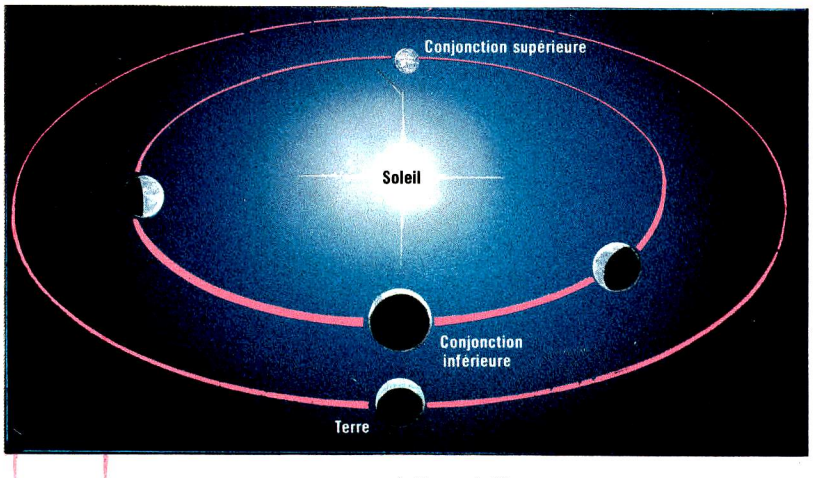
Depuis quelques mois brille dans le ciel du matin un astre étincelant : Vénus, deuxième planète du système solaire, déesse de l'amour, qui a longtemps caché ses mystères derrière un épais voile de nuages.

Astre extrêmement brillant, de magnitude moins 4,4 disent les astronomes, Vénus est visible la première dès que le Soleil se couche ou bien elle est la dernière perceptible lorsqu'il se lève.

C'est la raison pour laquelle on l'appelle dans le langage populaire : l'étoile du Berger. Mais attention, Vénus est visible soit dans le ciel du soir soit dans le ciel du matin. Cela est dû à son orbite. Elle gravite autour du Soleil à 108 millions de kilomètres en moyenne, c'est-à-dire qu'elle tourne entre la Terre et l'astre central. Cette proximité fait que, dans le ciel, Vénus ne s'écarte guerre du Soleil, 48 degrés au maximum. Nous ne pouvons donc l'observer que dans l'aurore ou dans le crépuscule. Comme elle boucle son orbite en 224 jours, cette alternance se produit tous les cinq mois environ.

Les anciens avaient bien sûr remarqué cela, mais ils n'avaient pas compris qu'il s'agissait du même astre. Comme pour Mercure, la planète reçut deux noms. Ce fut Tioumoutiri et Ouaiti pour les Egyptiens, Phosphorus et Herperus chez les Grecs, Lucifer et Vesper pour les Romains.

Ce n'est qu'au sixième siècle avant notre ère, que Pythagore, observant avec attention ces astres mystérieux pendant plusieurs années, comprend qu'ils n'en font qu'un. Le premier mystère de Vénus vient d'être levé.



1. Phases de Vénus

Les phases

Près de deux mille ans plus tard, ce sera Galilée, une fois de plus, qui posera une énigme. Braquant vers Vénus cette lunette astronomique qui vient de faire son apparition, il s'aperçoit qu'elle n'est pas parfaitement circulaire, mais gibbeuse. La découverte lui semble si "révolutionnaire" qu'il n'ose pas la publier. Soucieux toutefois d'en conserver la paternité il écrit la phrase suivante : « *Haec immatura a me iam frustra leguntur O.Y.* » ce qui signifie : « Ces choses non mûres, je les cueille maintenant en vain ». Bien sûr la phrase n'est pas claire du tout et c'est bien le but recherché. Pour la comprendre il faut changer l'ordre des lettres, cela devient : « *Cynthias figuras aemulatur mater amorum* » c'est-à-dire « La mère des amours (Vénus) rivalise avec les phases de Cynthia (la Lune) ». Car Galilée a compris tout de suite que si Vénus n'était pas parfaitement ronde dans sa lunette c'est qu'elle présentait des phases tout comme la Lune !

Le phénomène est très simple et la ***figure 1***, mieux qu'un long discours, en explique le mécanisme. Au fil des mois l'astromone amateur, même équipé d'un instrument modeste voire d'une paire de jumelles, peut ainsi observer la variation de l'éclairement de la planète tout au long de son orbite.

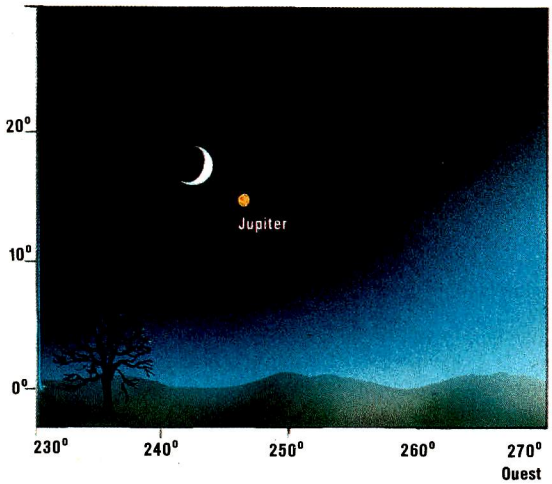
Passage devant le Soleil

Le 5 novembre 1986, Vénus était en conjonction inférieure, soit exactement entre le Soleil et la Terre, c'était la "nouvelle Vénus" ; le 23 août prochain elle sera à l'opposé — ou conjonction supérieure — qui correspond à la "pleine Vénus". Bien entendu lors des conjonctions, inférieure ou supérieure, elle n'est pas observable en raison de sa trop grande proximité au Soleil. Mais en dehors de ces périodes il est très intéressant de suivre la progression de la phase.

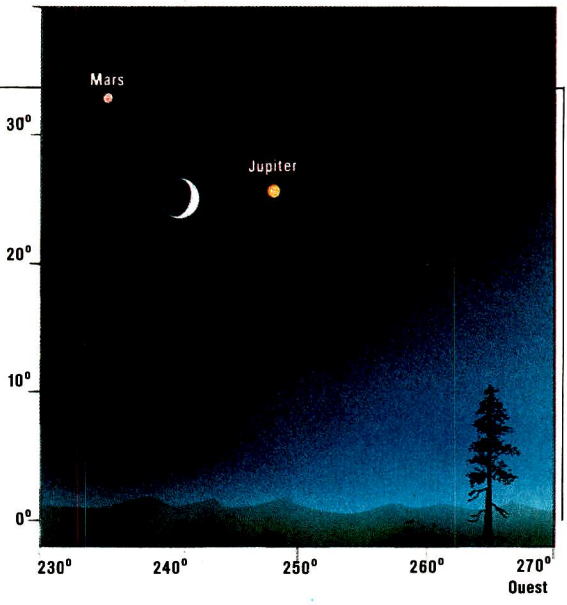
On peut se demander à juste titre si, lorsque Vénus est en conjonction inférieure, elle peut passer devant le disque de l'astre solaire, ainsi que le fait Mercure de temps à autre. La chose est effectivement possible mais le plan de l'orbite de Vénus est incliné de 3,24 degrés par rapport à celui de l'orbite terrestre et les passages de Vénus devant le Soleil n'ont pas lieu à chaque conjonction inférieure. C'est bien dommage car le diamètre apparent de la planète étant plus important que celui de Mercure, le phénomène est bien plus spectaculaire. Hélas en raison de sa période de révolution autour du Soleil il est aussi beaucoup plus rare. Le dernier a eu lieu le 6 décembre 1882, il n'y en aura pas au 20e siècle, et le prochain se produira le 8 juin 2004, puis en 2012, après quoi il faudra attendre l'an 2117 !

Le mystère de la rotation

Les astronomes du 20e siècle ont



2. Conjonction Lune-Jupiter le 1er février vers 20 h légales



3. Conjonction Mars-Jupiter-Lune le 2 février vers 20 h légales

très longtemps débattu de la durée de rotation de Vénus sur elle-même.

Le problème était le suivant. Observée au télescope, la planète ne montre aucun détail significatif. Impossible donc de déterminer la durée de rotation par des moyens optiques. On eut alors l'idée d'utiliser le radar. Le résultat fut étonnant. La belle Vénus tournait en 243 jours en sens rétrograde, fait unique dans le système solaire. Mais un astronome amateur du nom de Boyer, magistrat de son état, sans doute insatisfait de ces mesures, entreprit en 1961 la réalisation de photographies en ultraviolet avec son télescope de 25 centimètres de diamètre.

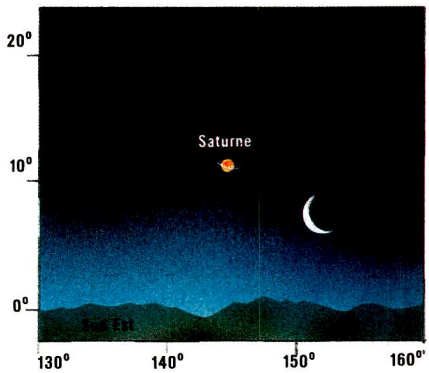
A la stupéfaction générale, on découvrit sur les clichés une zone sombre en forme de Y sur le disque de la planète. Cette formation remarquable était stable dans sa forme mais présentait une rotation dans le sens direct en un peu plus de quatre jours.

Qui de l'amateur ou des professionnels avait raison ? Il faudrait attendre l'envoi de sondes spatiale sur la planète pour résoudre cette énigme. En réalité Vénus est entourée d'un épais manteau de nuages qui nous masque totalement le sol dont le radar mesure la rotation, très lente et en sens rétrograde, tandis que les photographies nous montrent la rotation de l'atmosphère nuageuse. Tout le monde avait raison.

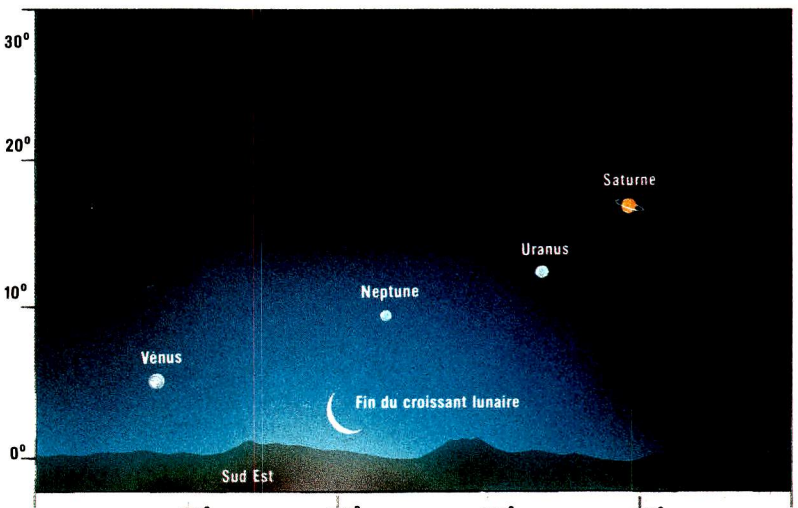
L'enfer vénusien

Les sondes américaines et soviétiques qui, depuis, se sont succédées sur Vénus nous permettent maintenant d'en tracer un portrait plus complet.

L'atmosphère est composée essentiellement de gaz carbonique et d'acide sulfurique à une température de 90 °C ; au sol, en raison de l'effet de serre le thermomètre atteint les 460 °C, la nuit il ne varie guère que de 10 °C. La pression atmosphérique est 100 fois plus élevée que sur Terre. Les différences de température et de vitesse de rotation des nuages et du



4. Conjonction Lune Saturne le 22 février vers 5 h 30 légales



5. Les planètes et la Lune le matin du 24 février vers 6 h 30 légales (Uranus et Neptune visibles aux jumelles seulement)

Dessins L.P. Delplanque

sol engendrent des vents effroyables pouvant atteindre 1 000 kilomètres à l'heure. Le ciel jaunâtre est parcouru d'éclairs incessants et retentit de tonnerres assourdissants. Le sol constitué de roches couleur rouille est rongé par ces conditions extrêmes. Enfin, çà et là, surgissent des volcans énormes dont certains probablement encore actifs ajoutent leurs scories et leurs gaz à une atmosphère déjà aussi épaisse que du plomb fondu.

La déesse de l'amour est décidément un enfer qu'il vaut mieux contempler au télescope.

Les observations du mois

En dehors de Vénus, bien visible tout le mois de février et même jusqu'en juin, le matin on observera quelques rapprochements intéressants (1).

Le premier, en soirée : la Lune avec Jupiter (***fig. 2***). Le lendemain, la Lune aura quitté Jupiter pour se rapprocher de Mars (***fig. 3***). Vers la fin du mois, le 22 au matin : conjonction de la Lune avec Saturne qui redevient visible dès ce mois-ci (***fig. 4***). Deux jours plus tard, le 24, rapprochement de la Lune, Vénus et Saturne ; aux jumelles on pourra même repérer Uranus et Neptune (***fig. 5***). Notons également, le 12, l'élongation de Mercure, visible dans le crépuscule pendant une heure après le coucher du Soleil. **Yves Delaye**

(1) Les éphémérides astronomiques 1987 sont parues. En vente 143 F + 20 F de port, à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli 75004 Paris.

FICHE SIGNALÉTIQUE

Nom : Vénus
Situation : deuxième planète en partant du Soleil
Demi-grand axe de l'orbite : 108,21 millions de km
Période de révolution autour du Soleil : 224,7 jours
Inclinaison de l'orbite : 3°,24
Diamètre équatorial : 104 km
Vitesse moyenne sur l'orbite : 35,1 km/seconde
Volume (Terre = 1) : 0,861
Masse (Terre = 1) : 0,81485
Densité (eau = 1) : 5,25
Magnitude maximale : – 4,45
Magnitude minimale : – 3,6
Nombre de satellites : 0

Arrosez votre champignon

INFORMATIQUE AMUSANTE

Ce mois-ci, nous proposerons un jeu mycologique. Passionné de champignons vous désirez en cultiver un : munis d'un pot, vous voulez y faire pousser une souche. Mais cela demande de l'eau... et la sécheresse menace. Seule solution donc, récupérer les gouttes qui tombent sur la champignonnière.

Cependant cette opération n'est pas si simple. En effet les gouttes rebondissent sur le chapeau des champignons et ne tombent pas toujours au même endroit. Le but sera d'arriver à arroser suffisamment la terre du pot pour que la spore parvienne à pousser.

Divers niveaux de difficulté sont à votre disposition ainsi qu'un dispositif d'assistance si vous débutez. Notons — si le côté probabilité du jeu vous intéresse —, que la répartition des gouttes en bas de l'écran correspond à celle du diagramme gaussien ; la probabilité qu'une goutte rebondisse vers la droite ou vers la gauche après avoir frappé un chapeau étant la même.

Afin de profiter pleinement de la palette de couleurs de l'Amstrad, nous le ferons travailler en mode 0. La ligne 10 du programme fixera donc ce mode de fonctionnement et, par la même occasion, les couleurs du bord de l'écran et du fond. Diverses illustrations sonores (lignes 50 à 80) suivront le déroulement du jeu.

L'ordinateur demandera le niveau de jeu souhaité et contrôlera s'il fait partie du choix proposé (lignes 120 à 160) puis la redéfinition des graphiques nécessaires à la représentation des champignons et du pot sera effectuée des lignes 210 à 250.

La mise en place des champignons sur l'écran sera effectuée à l'aide de deux boucles imbriquées, formées autour de L et H, chargées respectivement de les positionner horizontalement et verticalement (lignes 310 à 360). Les diverses variables du jeu seront alors initialisées et ce dernier pourra commencer.

Pour cela la chute de la goutte d'eau s'effectuera selon trois phases. La première concerne le haut de l'écran et sera réalisée par les lignes 470 à 510. La seconde correspond aux déplacements de la goutte parmi les champignons et fait essentiellement appel à la sous-routine 1020. Enfin, la troisième gère la fin de la chute de la goutte en bas de l'écran. Placée des lignes 600 à 660 elle fera éventuellement appel à la sous-routine d'assistance 1280 si telle a été l'option de jeu choisie. Vient alors le contrôle du résultat ; à savoir, si la goutte est tombée ou non dans le pot.

Pour cela les lignes 700 à 720 compareront les positions respectives du pot et de la goutte et ajouteront éventuellement un point à la variable CG ; variable affectée au décompte des coups réussis. De même, le crédit de temps sera amputé d'un point et la ligne 760 contrôlera que le temps de jeu imparti n'est pas épuisé. S'il l'est, le nombre de gouttes recueillies sera indiqué et une pression sur une touche commandera le début d'une nouvelle partie. Notons que le programme contrôlera également si un nombre de gouttes suffisant à la pousse du champignon a été recueilli. Les lignes 850 à 980 se chargeront de cette opération. Si le but est atteint, le champignon poussera dans le pot et le score sera affiché, il faudra taper ESPACE pour entamer une nouvelle partie. Tant qu'il restera du temps et que le champignon n'aura pas poussé, le jeu sera rebouclé.

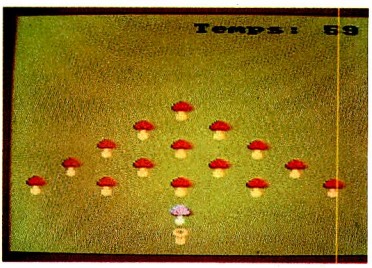


Photo M. Toscas/Galerie 27

```
10 MODE 0:PAPER 9:BORDER 3:CLS
20 REM  ***********************************
30 REM *        ENVELOPPE DES SONS.        *
40 REM  ***********************************
50 ENV 2,1,15,1,1,0,2,15,-1,10
60 ENV 1,1,14,1,1,0,1,14,-1,1
70 ENV 3,1,10,1,1,0,1,5,-2,1
80 ENT 1,1,0,1,14,5,1,1,0,1
90 REM  ***********************************
100 REM *          CHOIX DU NIVEAU          *
110 REM  ***********************************
120 LOCATE 1,5:PRINT "CHOISISSEZ DE 1 A 6"
130 LOCATE 1,10:INPUT "VOTRE NIVEAU";NI
140 LOCATE 1,15:INPUT "ASSISTANCE (o-n)";D$
150 IF NI<1 OR NI>6 THEN GOTO 130
160 CLS
170 REM  ***********************************
180 REM *         SYMBOLES GRAPHIQUES       *
190 REM  ***********************************
200 SYMBOL AFTER 127
210 SYMBOL 128,24,60,126,126,255,255,255,126
220 SYMBOL 129,24,24,24,60,60,60,60,24
230 SYMBOL 130,16,16,24,56,56,56,16
240 SYMBOL 132,0,0,0,60,102,66,102,126
250 SYMBOL 133,60,24,36,60,60,60,60,24
260 LOCATE 10,23:PRINT CHR$(132)
270 LOCATE 10,24:PRINT CHR$(133)
280 REM  ***********************************
290 REM *  MISE EN PLACE DES CHAMPIGNONS  *
300 REM  ***********************************
310 FOR L=10 TO 18 STEP 2
320 FOR H=20-L TO L STEP 4
330 LOCATE H,L:PEN 3:PRINT CHR$(128)
340 LOCATE H,L+1:PEN 1:PRINT CHR$(129)
350 NEXT H
360 NEXT L
370 REM  ***********************************
380 REM *   INITIALISATION DES VARIABLES   *
390 REM  ***********************************
400 LET XJ=10:LET XJP=1:LET X=10
410 LET CG=0:LET CR=60
420 PEN 5:LOCATE 11,2:PRINT"Temps:";CR
430 PEN 6
440 REM  ***********************************
450 REM *   PREMIERE CHUTE DE LA GOUTTE   *
460 REM  ***********************************
470 FOR Y=2 TO 9
480 LOCATE 10,Y-1:PRINT " "
490 LOCATE 10,Y:PRINT CHR$(130)
500 GOSUB 1150
510 NEXT Y
520 LET X=10
530 LET Y=9
540 FOR C=1 TO 5
550 GOSUB 1020
560 NEXT C
570 REM  ***********************************
580 REM *    FIN DE CHUTE DE LA GOUTTE    *
590 REM  ***********************************
600 FOR C=19 TO 22
610 GOSUB 1150
620  IF D$="o" THEN GOSUB 1280
630 LOCATE X,C-1:PRINT " "
640 LOCATE X,C:PRINT CHR$(130)
650 NEXT C
660 LOCATE X,22:PRINT " "
670 REM  ***********************************
680 REM *   CONTROLE GOUTTE DANS LE POT   *
690 REM  ***********************************
700 IF XJ=X THEN LET CG=CG+1: SOUND 1,60,0,0,1
,1,0:SOUND 2,24,0,0,1,1,0
710 LET CR=CR-1
720 PEN 5:LOCATE 17,2:PRINT CR:PEN 6
730 REM  ***********************************
740 REM *  CONTROLE TEMPS DE JEU ECOULE   *
750 REM  ***********************************
760 IF CR>0 THEN GOTO 850
770 SOUND 1,700,0,0,2,0,0
780 SOUND 2,705,0,0,2,0,0
790 CLS
800 LOCATE 1,10:PRINT "TEMPS DE JEU ECOULE"
810 LOCATE 1,15:PRINT CG;"DANS LE POT!"
820 LOCATE 1,20:PRINT"TAPER 'ESPACE' S.V.P"
830 IF INKEY$<>" " THEN GOTO 830
840 GOTO 10
850 IF CG<> (10*NI) THEN GOTO 980
860 REM  ***********************************
870 REM *      CONTROLE PARTIE GAGNEE     *
880 REM  ***********************************
890 PEN 7:LOCATE XJ,21:PRINT CHR$(128)
900 PEN 13:LOCATE XJ,22:PRINT CHR$(129)
910 FOR I=20 TO 1 STEP -1
920 SOUND 3,0,1,7,0,0,I
930 NEXT I
940 LOCATE 1,2:PRINT "BRAVO;SCORE:";CR*NI*10;"
  "
950 LOCATE 1,4:PRINT"TAPER 'ESPACE' S.V.P"
960 IF INKEY$<>" " THEN GOTO 960
970 GOTO 10
980 GOTO 470
990 REM  ***********************************
1000 REM *   REBONDISSEMENT DE LA GOUTTE   *
1010 REM  ***********************************
1020 LET D=1-2*INT(RND*2)
1030 FOR M=1 TO 4 STEP 2
1040 LOCATE X,Y:PRINT" "
1050 LET X=X+D:IF X=0 THEN LET X=1
1060 LET Y=Y+1
1070 LOCATE X,Y:PRINT CHR$(130)
1080 SOUND 3,X+Y,0,0,3,0,0
1090 GOSUB 1150
1100 NEXT M
1110 RETURN
1120 REM  ***********************************
1130 REM *   DEPLACEMENT DU POT DU JOUEUR  *
1140 REM  ***********************************
1150 LET XJP=XJ
1160 PEN 11
1170 LET XJ=XJ+((INKEY(1))*1-(XJ<20))-((INKEY(
8))*1-(XJ>1))
1180 IF XJ=XJP  THEN FOR T=1 TO 30:NEXT T:GOTO
 1230
1190 LOCATE XJP,23:PRINT " "
1200 LOCATE XJP,24:PRINT " "
1210 LOCATE XJ,23:PRINT CHR$(132)
1220 LOCATE XJ,24:PRINT CHR$(133)
1230 PEN 6
1240 RETURN
1250 REM  ***********************************
1260 REM *    SOUS ROUTINE D'ASSISTANCE    *
1270 REM  ***********************************
1280 LET XJP=XJ
1290 IF XJ<X THEN LET XJ=XJ+1
1300 IF XJ>X THEN LET XJ=XJ-1
1310 PEN 11
1320 IF XJP<>XJ THEN SOUND 3,0,0,0,3,1,1:GOSUB
 1190
1330 PEN 6
1340 RETURN
```

Trois sous-routines, comme nous l'avons vu, sont utilisées pour ce jeu. La première, placée entre les lignes 1020 et 1110, concerne le rebondissement de la goutte sur le chapeau des champignons. La variable de direction, D, sera tirée au sort et aiguillera l'eau tout au long de sa chute. Il ne sera donc pas étonnant de la voir prise en compte pour le calcul de la position horizontale de cette dernière. La seconde, lignes 1150 à 1240, concerne le déplacement du pot. Nous utiliserons la fonction INKEY pour contrôler sa position en fonction des flèches appuyées. Enfin la dernière est liée à la fonction assistance. Comprise entre les lignes 1280 et 1340, son but sera donc de comparer la position finale du pot et de la goutte lors de la phase finale de sa chute de façon à corriger légèrement ou non la position du pot choisie par le joueur.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème. Comme toujours nous avons évité le basic abrégé.

L'utilisation est également très simple : après avoir tapé RUN, l'ordinateur demandera d'indiquer le niveau de jeu souhaité et si une assistance est désirée. Une fois les réponses fournies à ces deux questions, le jeu débutera. Le temps imparti sera en permanence indiqué en haut à droite de l'écran et, pour déplacer le pot, il suffira d'utiliser les flèches du curseur de déplacement vers la droite ou vers la gauche. En fin de jeu, une seconde partie sera obtenue en appuyant sur la touche ESPACE.

Henri-Pierre Penel

Gérez vos crédits

LE MICRO DE L'INGÉNIEUR

Pour beaucoup, la gestion des opérations bancaires et de crédit est entachée d'un grand mystère. Les principes qui régissent la tenue des comptes ne sont cependant pas bien chinois, et les formules de calcul pour les opérations de crédit sont à la portée de tout élève de Première ou de Terminale. Pourquoi donc ne pas les connaître ?

Notre programme aura un caractère résolument pratique, et c'est pourquoi il est très long ; mais il mérite, nous semble-t-il, les quelques heures de frappe et de vérifications qu'il réclame, car il nous éclairera sur nombre de points obscurs concernant la gestion bancaire.

Par ailleurs, dans un premier temps, il vous permettra de tenir vos comptes à jour avec une très grande souplesse d'emploi, d'estimer les intérêts qu'ils vous rapportent, de représenter des virements bancaires de plusieurs sortes. Il vous signalera les échéances importantes qui risqueraient de vous surprendre, et opérera des bilans périodiques de vos recettes et dépenses !

Dans un deuxième temps, ce programme étudiera complètement diverses formules de prêt, de placements, en calculant n'importe quelle variable (capital actuel, paiement périodique, taux d'intérêt, nombre de périodes, capital futur) à partir des quatre autres.

Enfin, en mettant à votre disposition un véritable petit calepin électronique, calendrier perpétuel compris, il vous aidera à mettre en place la meilleure combinaison placements/emprunts pour faire fructifier votre capital. Mais tel un potage sans sel, ce logiciel serait incomplet s'il n'offrait la possibilité d'effectuer automatiquement le stockage ou la lecture des données sur disquette, accessibles moyennant un mot de passe.

● Un compte courant est relativement simple à tenir à jour tant que son solde n'est pas débiteur. Nul besoin de suivre des cours de sciences économiques pour cela; il suffit d'ajouter les versements et de retrancher les retraits pour connaître au centime près la position du compte. Quand elle passe au rouge, votre banque peut décider d'appliquer des agios, c'est-à-dire qu'elle vous fera payer le crédit. Couramment, le taux d'intérêt se monte à 1,5 % par mois, soit 0,05 % par jour. Ainsi, si votre compte chèque "voit rouge" pendant quatre jours avec un débit de 5 000 francs, et suivant que votre tête lui revient ou pas, votre banquier pourra retirer : 5 000 × 0,05 × 4/100, soit 10 francs.

La gestion d'un livret d'épargne ou d'un Codevi, par exemple, est déjà plus complexe car il faut tenir compte des intérêts. Ceux-ci sont calculés par quinzaine, ce qui constitue en soi une petite injustice pour le déposant car les 1 000 francs que vous déposerez le 5 février (et qui travailleront à partir du 16) n'auront le temps de travailler que si vous les retirez au plus tôt le 1er mars, auquel cas, il vous rapporteront la somme : 1 000 × taux d'intérêt annuel / 24 (il y a 24 quinzaines dans un an). Ces intérêts, la banque ne vous les montre pas, elle les cumule quinzaine après quinzaine sur un compte annexe (c'est fou ce qu'un ordinateur peut emmagasiner !) et ne vous en communiquera le total qu'au début de l'année suivante.

Deuxième injustice : les intérêts produits en cours d'année auraient pu être capitalisés immédiatement, de façon à augmenter vos revenus. Conclusion, si vous disposez de 10 000 francs pendant un mois, les placer en début ou en fin d'année vous rapportera les mêmes intérêts (sauf si les taux varient entre temps).

(suite du texte page 129)

NUM (N1, 11 + 3N2 + 4N3) : DONNÉES NUMÉRIQUES SUR LES COMPTES				
Nº COMPTE **Indices :** (1)	DATE OUVERTURE (2)	TAUX D'INTÉRÊT ANNUEL % (3)	MINI (4)	MAXI (5)
TAUX D'INTÉRÊT ANNUEL D'AGIOS (%) **Indices :** (6)	VALEUR DÉBUT QUINZAINE DE L'OPÉRATION (7)	VALEUR FIN QUINZAINE DE L'OPÉRATION (8)	SOLDE (9)	INTÉRÊTS CUMULÉS DEPUIS LE 1-1 (10)
MONTANT DES N2 DERNIÈRES OPÉRATIONS **Indices :** (11 à 10 + N2)	CODES DERNIÈRES OPÉRATIONS (11 + N2 À 10 + 2N2)	DATES DERNIÈRES OPÉRATIONS (11 + 2N2 À 10 + 3N2)		
VIREMENTS AUTOMATIQUES : MONTANTS **Indices :** (11 + 3N2 À 10 + 3N2 + N3)	VIREMENTS AUTOMATIQUES : DATES 1res OPÉRATIONS (11 + 3N2 + N3 À 10 + 3N2 + 2N3)			
VIREMENTS AUTOMATIQUES : DATES DERNIÈRES OPÉRATIONS **Indices :** (11 + 3N2 + 2N3 À 10 + 3N2 + 3N3)	VIREMENTS AUTOMATIQUES : FRÉQUENCES (NOMBRE DE MOIS D'ÉCART) (11 + 3N2 + 3N3 À 10 + 3N2 + 4N3)			

ALF (N1, 2 + N2 + N3) : DONNÉES ALPHABÉTIQUES SUR LES COMPTES			
PROPRIÉTAIRE DU COMPTE **Indices :** (1)	TITRE DU COMPTE (2)	DERNIÈRES OPÉRATIONS : COMMENTAIRES (3 À 2 + N2)	VIREMENTS : COMMENTAIRES (3 + N2 À 2 + N2 + N3)

```
10  REM  PROGRAMME DE GESTION DE BANQUE A DOMICILE
20  REM
30  HOME : VTAB 10: PRINT "** PROGRAMME DE GESTION BANCAIRE **"
40  PRINT
50 D$ =  CHR$ (4): REM  EQUIVALENT DE "CTRL D"
60 N1 = 6:N2 = 20:N3 = 5:ER = 0:AA = 0:TT = 25
70  DIM NUM(N1,10 + 3 * N2 + 4 * N3),ALF$(N1,2 + N2 + N3),CAL$(12),CP(12
    ),SEM$(7),TRA(N1,TT,3),TRA$(N1,TT),V(10),V$(10),IT(N1),CO$(6),MW(N1)
    ,DW(N1)
80  GOSUB 2600
90  ONERR  GOTO 3000: REM  PREMIERE UTILISATION DU PGM
100  PRINT D$;"OPEN COFFRE": PRINT D$;"READ COFFRE"
110  INPUT CLE$
120  PRINT D$;"CLOSE COFFRE":ER = ER + 1
130  INPUT "DONNEZ LE MOT DE PASSE: ";R$
140  IF R$ <  > CLE$ THEN  PRINT : PRINT "INCORRECT": PRINT : GOTO 130
150  HOME : VTAB 10: PRINT "LECTURE DES DONNEES"
160  PRINT D$;"OPEN COFFRE": PRINT D$;"READ COFFRE": INPUT CLE$:K2 = 10 +
    3 * N2 + 4 * N3:K3 = 2 + N2 + N3: INPUT DD: INPUT ND
170  FOR K = 1 TO N1
180  FOR K1 = 1 TO K2
190  INPUT NUM(K,K1)
200  NEXT K1
210  FOR K1 = 1 TO K3
220  INPUT ALF$(K,K1)
230  NEXT K1
240  NEXT K
250  PRINT D$;"CLOSE COFFRE": PRINT
260  PRINT : INPUT "ENTREZ LA DATE (JJ/MM/AAAA): ";DTE$
270  GOSUB 4500: GOSUB 4600:DD = DTE:JJ = JJ:MM = MM:AA = AA: IF DD <  >
    DTE THEN ND = 0
280  PRINT : PRINT "NOUS SOMMES LE ";JS$;JJ;CAL$(MM);AA
290  PRINT
300  REM
310  REM  AFFICHAGE DU MENU PRINCIPAL
320  REM
330  PRINT : PRINT "VOULEZ-VOUS:": PRINT
340  PRINT "1 CHANGER LE MOT DE PASSE": PRINT
350  PRINT "2 INTRODUIRE DES OPERATIONS SUR VOS COMPTES ET ACTIVER LA PR
    OCEDURE AUTOMATIQUE DE MISE A JOUR": PRINT
360  PRINT "3 CONSULTER/MODIFIER LES DONNEES OU LES CARACTERISTIQUES DE
    VOS COMPTES": PRINT
370  PRINT "4 ETUDIER DES PLACEMENTS OU DES CREDITS": PRINT
380  PRINT "5 CONSULTER LE CALENDRIER PERPETUEL": PRINT
390  PRINT "6 ENREGISTRER LES NOUVELLES DONNEES SUR DISQUETTE": PRINT : PRINT
    "7 QUITTER LE PROGRAMME"
400  INPUT "? ";R: ON R GOTO 410,460,1120,5000,1400,1700,4030
410  INPUT "DONNEZ VOTRE NOUVEAU MOT DE PASSE ";CLE$
420  PRINT D$;"OPEN COFFRE": PRINT D$;"WRITE COFFRE"
430  PRINT CLE$
440  PRINT D$;"CLOSE COFFRE": HOME
450  GOTO 300
460  GOSUB 2000: REM   VIREMENTS AUTOMATIQUES
470  PRINT : PRINT "DERNIERES OPERATIONS:": GOSUB 2800: REM K1= n° D'ORD
    RE
480 IT(K1) = IT(K1) + 1:C1 = IT(K1): IF C1 >  = TT - 1 THEN  PRINT : PRINT
    "IL N'Y A PLUS DE PLACE": PRINT : GOTO 730
490  PRINT : PRINT "INDIQUEZ LE CODE DE L'OPERATION (0 SI PAS D'OPERATIO
    N):": GOSUB 500: GOTO 560
500  PRINT : PRINT "1 DEPOT OU RETRAIT DE CHEQUE": PRINT
510  PRINT "2 VIREMENT": PRINT
520  PRINT "3 DEPOT OU RETRAIT D'ESPECES": PRINT
530  PRINT "4 CARTE DE CREDIT": PRINT
540  PRINT "5 RETRAIT OU DEPOT DE DEVISES": PRINT
550  PRINT "6 AUTRE": PRINT : RETURN
560  INPUT "? ";R: PRINT : IF R = 0 THEN IT(K1) = IT(K1) - 1: GOTO 730
570  INPUT "DATE DE L'OPERATION= ? ";DTE$: GOSUB 4500
580  IF DTE <  = D0 THEN  GOSUB 600: GOTO 610
590  PRINT : PRINT "JE N'ACCEPTE PAS LES DATES POSTERIEURES A AUJOURD'HU
    I": PRINT : GOTO 490
600 TRA(K1,C1,2) = DTE:TRA(K1,C1,3) = R: RETURN
610  IF R = 2 THEN  GOTO 630
620  PRINT : INPUT "QUEL EST LE MONTANT (AVEC SIGNE) DE L'OPERATION ? ";
    TRA(K1,C1,1): GOTO 700
630  PRINT : INPUT "QUEL EST LE MONTANT (NEGATIF EN CAS DE DEBIT) DU VIR
    EMENT SUR VOTRE COMPTE? ";TRA(K1,C1,1)
640  PRINT : INPUT "CE VIREMENT EST-IL LIE A UN AUTRE DE VOS COMPTES (O/
    N) ? ";R$
650  IF R$ = "N" THEN  GOTO 700
660  PRINT : PRINT "DONNEZ SA REFERENCE:":K2 = K1:C2 = C1
670  GOSUB 2800
680 IT(K1) = IT(K1) + 1:C1 = IT(K1)
690  GOSUB 600:TRA(K1,C1,1) =  - TRA(K2,C2,1)
700  PRINT : INPUT "COMMENTAIRE DE L'OPERATION: ";TRA$(K1,C1)
710  IF R = 2 AND R$ = "O" THEN TRA$(K2,C2) = TRA$(K1,C1):K1 = K2:C1 = C
    2
720  HOME : PRINT "OPERATION SUIVANTE:": GOTO 480
730  PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS INTRODUIRE DES DONNEES RELATIVES A UN AU
    TRE COMPTE (O/N)? ";R$: IF R$ = "O" THEN  GOTO 470
740  FOR K = 1 TO N1: REM  CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE DES OPERATIONS, COMP
    TE PAR COMPTE
750 C1 = IT(K): IF C1 <  = 1 THEN  GOTO 830
760 B = 0: FOR L = 2 TO C1
770  IF TRA(K,L,2) >  = TRA(K,L - 1,2) THEN  GOTO 820
780 B = 1: FOR C2 = 1 TO 3
790 X = TRA(K,L,C2):TRA(K,L,C2) = TRA(K,L - 1,C2):TRA(K,L - 1,C2) = X
800  NEXT C2: REM  ECHANGE DES OPERATIONS L ET L-1
810 A$ = TRA$(K,L):TRA$(K,L) = TRA$(K,L - 1):TRA$(K,L - 1) = A$
820  NEXT L: IF B = 1 THEN  GOTO 760
830  NEXT K
840  FOR K = 1 TO N1
850  IF NUM(K,1) = 0 THEN  GOTO 1100
860 C1 = IT(K):VI = NUM(K,7):VF = NUM(K,8):SOL = NUM(K,9):AGIO = NUM(K,6
    ) / 36000:I1 = NUM(K,3):I0 = I1 / 2400:IC = NUM(K,10):TA = 0:TJ = 0:
    UD = 0:UR = 0
870 DF = DD:DTE = DD: GOSUB 4700:DJ = JJ:DM = MM:DA = AA: FOR L = 1 TO C
    1
880 DTE = TRA(K,L,2): GOSUB 4700
890  IF (DM = MM AND DA = AA) THEN NQ = 0: GOTO 910
900 NQ = 24 * (AA - DA) + 2 * (MM - DM) - 2 + (DJ < 16) + (JJ > 15): REM
     CALCUL DU NOMBRE DE QUINZAINES
910 X = TRA(K,L,1):NS = SOL + X:PF = NS
920 MQ = (NQ = 0) AND (((DJ < 16) AND (JJ < 16)) OR ((DJ > 15) AND (JJ >
    15)))
930 PI = VI * MQ + VF * (1 - MQ)
940  IF X > 0 THEN UR = UR + X
950  IF X < 0 THEN UD = UD - X:PI = PI + X
960  IF (MQ) OR I1 = 0 THEN  GOTO 980
970 IC = IC + VI * I0 * (VI > 0) + NQ * VF * I0 * (VF > 0): REM CALCUL D
    ES INTERETS RAPPORTES PAR LE COMPTE
980  IF SOL >  = 0 THEN  GOTO 1010
990 D1 = DF:D2 = DTE: GOSUB 4800
1000 TA = TA + ECART * ABS (SOL) * AGIO:PI = 0:PF = NS:TJ = TJ + ECART:
    IF NS >  = 0 THEN NS = NS - TA:PF = PF - TA: REM  CALCUL D'AGIOS
1010 SOL = NS:VI = PI:VF = PF:DJ = JJ:DM = MM:DA = AA:DF = DTE
1020  NEXT L
1030  IF TA > 0 THEN  PRINT "LE COMPTE n° ";K;" A ETE DEBITEUR PENDANT "
    ;TJ;" JOURS": PRINT "LES INTERETS DEBITES TOTALISENT ";TA;" FF"
1040  IF ( INT (DD / 100) < A0) AND (IC > 0) THEN  PRINT : PRINT "LE COM
    PTE n° ";K;" A RAPPORTE L'AN DERNIER ";IC;" FF": PRINT
1050  IF NUM(K,4) > 0 AND SOL < NUM(K,4) THEN  PRINT : PRINT "ATTENTION,
     LE SOLDE DU COMPTE n° ";K;" (";SOL;" FF) EST INFERIEUR A LA LIMITE
    PERMISE": PRINT
1060  IF SOL > NUM(K,5) THEN  PRINT : PRINT "ATTENTION, LE SOLDE DU COMP
    TE n° ";K;" (";SOL;" FF) EST SUPERIEUR AU PLAFOND AUTORISE": PRINT
1065  IF SOL >  - MW(K) THEN  PRINT : GOTO 1090
1070  PRINT : PRINT "ATTENTION: VOUS DEVEZ AUGMENTER LE COMPTE n° ";K;"
    DE ";  - MW(K) - SOL;" FF POUR FAIRE FACE AU"
1080 DTE = DW(K): GOSUB 4700: PRINT "VIREMENT LE ";JJ;"/";MM;"/";AA;":";
     PRINT MW(K);" FF": PRINT
1090  PRINT : PRINT "DEPUIS LA DERNIERE FOIS,VOTRE COMPTE n° ";K;" PRESE
    NTE LE BILAN SUIVANT:": PRINT "TOTAL RECETTES= ";UR: PRINT "TOTAL DE
    PENSES= ";UD: PRINT : PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE ";: GET R$: PRINT
1095 NUM(K,7) = VI:NUM(K,8) = VF:NUM(K,9) = SOL:NUM(K,10) = IC
1100  NEXT K
1110  GOTO 1700
1120  HOME : PRINT "VOULEZ-VOUS:": PRINT
1130  PRINT "1 CONSULTER UN COMPTE": PRINT
1140  PRINT "2 MODIFIER LES DONNEES D'UN COMPTE": PRINT : PRINT "3 REVEN
    IR AU MENU PRINCIPAL": PRINT
1150  INPUT "? ";R: ON R GOTO 1160,1280,300
1160  PRINT : GOSUB 2800
1170  PRINT : PRINT "LE COMPTE DE REFERENCE ";NUM(K1,1);":";ALF$(K1,2): PRINT
    "OUVERT LE ";
1180 DTE = NUM(K1,2): GOSUB 4700: PRINT JJ;CAL$(MM);AA;" PRESENTE UN SOL
    DE DE ";NUM(K1,9): IF NUM(K1,1) = 0 THEN  PRINT "IL A ETE SOLDE": PRINT
    : GOTO 1250
1190 I1 = NUM(K1,3): IF I1 > 0 THEN  PRINT "SON TAUX D'INTERET ANNUEL VA
    UT ";I1;" % ET SES INTERETS CUMULES DEPUIS LE 1° JANVIER DERNIER SE
    MONTENT A ";NUM(K1,10);" FF": PRINT
1200  PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS CONSULTER LES DERNIERES OPERATIONS (SUR
     DISQUETTE) ? ";R$: IF R$ = "N" THEN  GOTO 1250
1210  GOSUB 1220: GOTO 1250
1220  FOR L = 1 TO N2
1230  PRINT L;"/";CO$(NUM(K1,10 + L + N2));:DTE = NUM(K1,10 + L + 2 * N2
    ): GOSUB 4700: PRINT " ";JJ;"/";MM;"/";AA;": ";NUM(K1,10 + L);" FF :
    ";ALF$(K1,2 + L): FOR Z = 1 TO 50:Z2 =  SIN (1): NEXT Z
1240  NEXT L: RETURN
1250  PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS CONNAITRE LES VIREMENTS AUTOMATIQUES EN
     COURS (O/N)? ";R$
1260  IF R$ = "O" THEN  GOSUB 2400
1270  PRINT : PRINT "VOULEZ-VOUS:": GOTO 1130
1280  PRINT : PRINT "VOULEZ-VOUS:"
1290  PRINT : PRINT "1 SOLDER UN COMPTE": PRINT
1300  PRINT "2 ELIMINER UN VIREMENT": PRINT
1310  PRINT "3 RAJOUTER UN VIREMENT": PRINT
1320  PRINT "4 MODIFIER LES CARACTERISTIQUES D'UN COMPTE": PRINT
1330  PRINT "5 RAJOUTER UN COMPTE": PRINT
1340  PRINT "6 REVENIR AU MENU PRECEDENT"
1350  INPUT "? ";R
1360  ON R GOTO 1370,1390,1410,1440,1570,1120
1370  GOSUB 2800:NUM(K1,1) = 0: PRINT " PENSEZ A ELIMINER LES VIREMENTS
     DES AUTRES COMPTES EN RELATION AVEC CELUI-C1": PRINT
1380  GOTO 1280
1390  GOSUB 2800: PRINT "VOICI LA LISTE DE CES VIREMENTS: ": PRINT : GOSUB
     2400
1400  PRINT : INPUT "DONNEZ LE n° DU VIREMENT A ELIMINER: ";U1:U1 = U1 +
    10 + 3 * N2: GOSUB 2310: PRINT : PRINT "PENSEZ A ELIMINER (LE CAS EC
    HEANT) LE VIREMENT DU COMPTE ADJOINT": PRINT : GOTO 1280
1410  GOSUB 2800: PRINT : FOR L1 = 1 TO N3: IF NUM(K1,L1 + 10 + 3 * N2) =
     0 THEN  GOTO 1430
1420  NEXT L1: PRINT "PLUS DE PLACE!": PRINT : GOTO 1280
1430 B1 = 10 + 3 * N2 + L1:L = K1: GOSUB 3390:K1 = L: PRINT : GOTO 1280
1440  GOSUB 2800: PRINT
1450  PRINT "COMPTE n° ";K1;": VOULEZ-VOUS:": PRINT
1460  PRINT "1 MODIFIER LE MINI, LE MAXI OU LES % D'INTERET": PRINT
1470  PRINT "2 MODIFIER LE SOLDE OU LES INTERETS CUMULES": PRINT
1480  PRINT "3 MODIFIER UNE OPERATION (ET LE SOLDE)": PRINT : PRINT "4 R
    EVENIR AU MENU PRECEDENT": PRINT
1490  INPUT "? ";R: PRINT : ON R GOTO 1500,1510,1520,1280
1500  INPUT "NIVEAU MINI= ? ";NUM(K1,4): INPUT "PLAFOND= ? ";NUM(K1,5): INPUT
    "% D'AGIO ANNUEL= ? ";NUM(K1,6): INPUT "% D'INTERETS RAPPORTES=? ";N
    UM(K1,3): PRINT : GOTO 1450
1510  PRINT "NOUVEAU SOLDE= ? (";NUM(K1,9);): INPUT " FF MAINTENANT) ";X:
    NUM(K1,9) = X:NUM(K1,7) = X:NUM(K1,9) = X: PRINT "INTERETS CUMULES=?
     (";NUM(K1,10);): INPUT " MAINTENANT) ";NUM(K1,10): PRINT
1515  GOTO 1450
1520  PRINT "LISTE DES ";N2;" DERNIERES OPERATIONS:": PRINT : GOSUB 1220
    : PRINT
1530  INPUT "n° DE L'OPERATION A MODIFIER ? ";L
1540  INPUT "DATE= ? ";DTE$: GOSUB 4500:NUM(K1,10 + 2 * N2 + L) = DTE: PRINT

1550  INPUT "MONTANT= ? ";X:DX = X - NUM(K1,10 + L):SOL = NUM(K1,9) + DX
    :NUM(K1,10 + L) = X:NUM(K1,7) = NUM(K1,7) + DX:NUM(K1,9) = SOL:NUM(K
    1,8) = NUM(K1,8) + DX: PRINT "NOUVEAU SOLDE= ";SOL;" FF": PRINT
1560  PRINT "CODE OPERATION= ? ": PRINT : GOSUB 500: INPUT "? ";NUM(K1,1
    0 + N2 + L): GOTO 1450
1570 K = 1
1580  IF NUM(K,1) <  > 0 THEN K = K + 1: GOTO 1580
1590  PRINT : GOSUB 3180: GOTO 1280
1600  REM
1610  REM  UTILISATION DU CALENDRIER PERPETUEL
1620  REM
```

```
1630  PRINT : PRINT "VOULEZ-VOUS:": PRINT
1640  PRINT "1 LE JOUR DE LA SEMAINE D'UNE DATE": PRINT
1650  PRINT "2 LE NOMBRE DE JOURS ENTRE 2 DATES": PRINT
1660  PRINT "3 REVENIR AU MENU PRINCIPAL": PRINT : INPUT "? ";R: ON R GOTO
    1670,1680,300
1670  PRINT : INPUT "DATE= ? (JJ/MM/AAAA) ";DTE$: GOSUB 4600: PRINT "LE
    ";JJ;CAL$(MM);AA;" EST UN ";JS$: PRINT : GOTO 1600
1680  PRINT : INPUT "DATE1= ? (JJ/MM/AAAA) ";DTE$: GOSUB 4500:D1 = DTE: INPUT
    "DATE2= ? ";DTE$: GOSUB 4500:D2 = DTE: GOSUB 4800
1690  PRINT : PRINT "L'ECART EST DE ";ECART;" JOURS": GOTO 1600
1700  REM
1710  REM  SOUS-PROGRAMME DE CLASSEMENT DES N2 DERNIERES OPERATIONS"
1720  FOR K1 = 1 TO N1:C1 = IT(K1)
1730  IF C1 >  = N2 THEN CF = C1:B = CF - N2: GOTO 1900
1740 C1 = IT(K1): IF NUM(K1,1) = 0 OR C1 = 0 THEN  GOTO 1950
1750 DC = N2 - C1:B1 = 10 + N2:S1 = 0:S2 = 0: FOR L = B1 TO 11 STEP  - 1

1760  IF NUM(K1,L) = 0 THEN  GOTO 1790
1770  IF S2 = 0 THEN S2 = L
1780 S1 = S1 + 1: IF S1 = DC THEN  GOTO 1800
1790  NEXT L: IF S1 = 0 THEN  GOTO 1840
1800  FOR M = C1 TO 1 STEP  - 1
1810 TRA$(K1,M + S1) = TRA$(K1,M): FOR N = 1 TO 3:TRA(K1,M + S1,N) = TRA
    (K1,M,N): NEXT N
1820  NEXT M
1830  FOR M = 1 TO S1:TRA$(K1,M) = ALF$(K1,S2 - B - S1 + M):TRA(K1,M,1) =
    NUM(K1,S2 - S1 + M):TRA(K1,M,2) = NUM(K1,S2 - S1 + M + 2 * N2):TRA(K
    1,M,3) = NUM(K1,S2 - S1 + M + N2): NEXT M
1840 CF = C1 + S1: IF CF < 2 THEN  GOTO 1900
1850 B = 0: FOR L = 2 TO CF
1860  IF TRA(K1,L,2) >  = TRA(K1,L - 1,2) AND ((TRA(K1,L - 1,1) <  ) 0) OR
    TRA(K1,L,1 = 0)) THEN  GOTO 1880
1870 B = 1: FOR N = 1 TO 3:X = TRA(K1,L - 1,N):TRA(K1,L - 1,N) = TRA(K1,
    L,N):TRA(K1,L,N) = X: NEXT N:A$ = TRA$(K1,L):TRA$(K1,L) = TRA$(K1,L -
    1):TRA$(K1,L - 1) = A$
1880  NEXT L
1890  IF B = 1 THEN  GOTO 1850
1900 Z = 0: FOR L = B + 1 TO CF
1910 Z = Z + 1:NUM(K1,10 + Z) = TRA(K1,L,1):NUM(K1,10 + Z + N2) = TRA(K1
    ,L,3):NUM(K1,10 + Z + 2 * N2) = TRA(K1,L,2):ALF$(K1,2 + Z) = TRA$(K1
    ,L): IF TRA(K1,L,1) = 0 THEN ALF$(K1,2 + Z) = "MISE A JOUR"
1920  NEXT L
1930  IF CF >  = N2 THEN  GOTO 1950
1940  FOR L = CF + 1 TO N2:NUM(K1,L + 10) = 0: NEXT L
1950  NEXT K1
1960  GOTO 3800
1990  REM
2000  REM  SOUS-PROGRAMME DE CALCUL DE VIREMENTS AUTOMATIQUES
2010  REM
2020  PRINT : PRINT "CALCUL DES VIREMENTS AUTOMATIQUES": PRINT
2030  FOR K = 1 TO N1
2040 IT(K) = 0:MW(K) = 1E30:DW(K) = 239912.31: IF NUM(K,1) = 0 THEN  GOTO
    2240
2050 U1 = 11 + 3 * N2: REM  INDICE DU PREMIER MONTANT
2060  IF (NUM(K,U1) = 0) OR (NUM(K,U1 + N3) > D0) THEN  GOTO 2190
2070  IF NUM(K,U1 + 2 * N3) < D0 THEN  GOTO 2210
1950  NEXT K1
1960  GOTO 3800
1990  REM
2000  REM  SOUS-PROGRAMME DE CALCUL DE VIREMENTS AUTOMATIQUES
2010  REM
2020  PRINT : PRINT "CALCUL DES VIREMENTS AUTOMATIQUES": PRINT
2030  FOR K = 1 TO N1
2040 IT(K) = 0:MW(K) = 1E30:DW(K) = 239912.31: IF NUM(K,1) = 0 THEN  GOTO
    2240
2050 U1 = 11 + 3 * N2: REM  INDICE DU PREMIER MONTANT
2060  IF (NUM(K,U1) = 0) OR (NUM(K,U1 + N3) > D0) THEN  GOTO 2190
2070  IF NUM(K,U1 + 2 * N3) < D0 THEN  GOTO 2210
2080 DTE = NUM(K,U1 + N3): GOSUB 4700:PJ = JJ:PM = MM:PA = AA
2090 DTE = DD: GOSUB 4700:DJ = JJ:DM = MM:DA = AA
2100 FV = NUM(K,U1 + 3 * N3)
2110 X = (DA - PA) * 12 + DM - PM: IF X < 0 THEN DM = PM:DA = PA:X = 0: GOTO
    2130
2120 X =  INT (0.5 + X - FV *  INT (X / FV)): IF X = 0 AND DJ > PJ THEN
    X = 1: REM
2130 JV = PJ:AV = DA:MV = DM + X: IF DM > 12 THEN MV = MV - 12:AV = AV +
    1:DA = DA + 1:DM = DM - 12
2140 DV = 100 * AV + MV + JV / 100: IF DV > D0 AND DV < DW(K) THEN DW(K)
    = DV:MW(K) = NUM(K,U1)
2150  IF DV > D0 OR ND <  ) 0 THEN  GOTO 2190
2160 IT(K) = IT(K) + 1:C1 = IT(K)
2170 TRA(K,C1,1) = NUM(K,U1):TRA(K,C1,2) = DV:TRA(K,C1,3) = 2:TRA$(K,C1)
    = ALF$(K,U1 - 8 - 2 * N2)
2180 DM = DM + FV: GOTO 2130
2190 U1 = U1 + 1: IF U1 < 10 + 3 * N2 + N3 THEN  GOTO 2060
2200 IT(K) = IT(K) + 1:C1 = IT(K):TRA(K,C1,1) = 0:TRA(K,C1,2) = D0:TRA(K
    ,C1,3) = 4: GOTO 2240: REM POPERATION FICTIVE POUR MISE A JOUR
2210  GOSUB 2300
2220  GOTO 2040
2240  NEXT K
2250 ND = ND + 1
2260  RETURN
2280  REM
2290  REM  EFFACEMENT D'UN VIREMENT
2300  REM
2310  FOR L = U1 TO 9 + 3 * N2 + N3
2320  FOR N = 0 TO 3:NUM(K1,L + N * N3) = NUM(K1,L + 1 + N * N3): NEXT N
    :ALF$(K1,L - 2 * N2 - B) = ALF$(K1,L - 7 - 2 * N2): PRINT
2330  NEXT L
2340  RETURN
2400  REM
2410  REM  LISTE DES VIREMENTS DU COMPTE K1
2420  REM
2430  FOR L = 1 TO N3
2440 B1 = 10 + 3 * N2 + L: IF NUM(K1,B1) = 0 THEN  GOTO 2470
2450 DTE = NUM(K1,B1 + N3): GOSUB 4700:F = JJ:FP = MM:IP = AA:DTE = NUM(
    K1,B1 + 2 * N3): GOSUB 4700: PRINT : PRINT L;". DU ";F;"/";FP;"/";IP
    ;" AU ";JJ;"/";MM;"/";AA: PRINT
2460  PRINT "MONTANT= ";NUM(K1,B1);" TOUS LES ";NUM(K1,B1 + 3 * N3);" MO
    IS": PRINT ALF$(K1,2 + N2 + L): PRINT : FOR Z = 1 TO 50:ZZ =  SIN (1
    ): NEXT Z
2470  NEXT L
2480  RETURN
2500  REM
2510  REM  TRAITEMENT D'ERREUR
2520  REM
2530  PRINT "UNE ERREUR A ETE DETECTEE A L'EXECUTION": PRINT : GOTO 300
2600  REM
2610  REM  INITIALISATION DES TABLEAUX DE DONNEES
2620  REM
2630  FOR K = 1 TO 12: READ CP(K): NEXT K
2640  FOR K = 1 TO 12: READ CAL$(K): NEXT K
2650  FOR K = 1 TO 7: READ SEM$(K): NEXT K
2660  FOR K = 1 TO 6: READ CO$(K): NEXT K
2670  DATA  0,3,3,6,1,4,6,2,5,0,3,5
2680  DATA " JANVIER "," FEVRIER "," MARS "," AVRIL "," MAI "," JUIN ","
    JUILLET "," AOUT "," SEPTEMBRE "," OCTOBRE "," NOVEMBRE "," DECEMBR
    E "
2690  DATA " DIMANCHE "," LUNDI "," MARDI "," MERCREDI "," JEUDI "," VEN
    DREDI "," SAMEDI "
2700  DATA "CHEQUE","VIREMENT","ESPECES","CARTE CREDIT","DEVISES",""
2710  RETURN
2780  REM
2790  REM  CHOIX D'UN n° DE COMPTE
2800  PRINT : PRINT "DONNEZ, AU CHOIX, LE n° D'ORDRE DU COMPTE (INFERIEU
    R A ";N1 + 1;") OU LA REFERENCE BANCAIRE (9CHIFFRES MAX) ";: INPUT "
    ? ";K1
2810  IF K1 < N1 + 1 THEN  GOTO 2860
2820 N = 1
2830  IF NUM(N,1) = K1 THEN K1 = N: GOTO 2860
2840 N = N + 1: IF N <  = N1 THEN  GOTO 2830
2850  PRINT : PRINT "CE NUMERO N'EXISTE PAS: RECOMMENCEZ": GOTO 2800
2860  RETURN
2990  REM
3000  REM  CREATION DES COMPTES ET DU FICHIER "COFFRE"
3010  REM
3020 ER = ER + 1: IF ER.) 1 THEN  GOTO 2500
3030  PRINT : PRINT "C'EST LA PREMIERE FOIS QUE VOUS UTILISEZ CE LOGICIE
    L": PRINT "VOUS DEVEZ COMMENCER PAR INTRODUIRE LES REFERENCES DES CO
    MPTES, AINSI QUE LES VIREMENTS AUTOMATIQUES QUE VOUS POUVEZ LEUR AFF
    ECTER": PRINT
3040  PRINT "TOUT AU COURS DE L'EXECUTION DE CE PROGRAMME VOUS SEREZ AME
    NE A INTRODUIRE DES MONTANTS, DES DATES ET DES TAUX D'INTERET"
3050  PRINT : PRINT "VEUILLEZ INTRODUIRE LES MONTANTS EN FRANCS, EN UTIL
    ISANT LE POINT (.) POUR SEPARER LES CENTIMES": PRINT "CES MONTANTS S
    ERONT SIGNES. AINSI, UN RETRAIT DE 100 FF S'ECRIRA -100"
3060  PRINT "LES TAUX D'INTERET SERONT DONNES SOUS FORME DE POURCENTAGE
    ANNUEL": PRINT : PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE";: GET R$: PRINT : PRINT
3070  PRINT "LES DATES DOIVENT S'ECRIRE SOUS LA FORME JJ/MM/AAAA. AINSI
    CE PROGRAMME A PARU LE 28/01/1987"
3080  PRINT "LA PREMIERE DATE UNE FOIS INTRODUITE, LA FORME JJ/MM SUFFIT
     SI L'ANNEE NE CHANGE PAS": PRINT
3090  PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE "; GET R$: PRINT  FRE (0): HOME : REM  EFF
    ACEMENT DES VARIABLES INUTILES
3100  INPUT "DATE ACTUELLE= ? (JJ/MM/AAAA) ";DTE$
3110  GOSUB 4500:JO = JJ:MO = MM = A0 = AA:D0 = DTE
3120  GOSUB 4600
3130  PRINT : PRINT "NOUS SOMMES LE ";J$;" ";JJ;CAL$(MM);AA
3140  INPUT "CORRECT ? (O/N) ";R$
3150  IF R$ = "N" THEN  GOTO 3070
3160 K = 1: FOR N = 1 TO N1:IT(N) = 0
3170  HOME : PRINT "REFERENCES DU COMPTE n° ";K: PRINT :C1 = IT(K): GOSUB
    3180: GOTO 3340
3180  INPUT "QUEL EST SON TITRE (COURANT, LIVRET, ...) ? ";ALF$(K,2): PRINT
    : INPUT "QUEL EST SON PROPRIETAIRE? ";ALF$(K,1)
3200  PRINT : INPUT "QUEL EST SON n° DE CODE BANCAIRE (9 CHIFFRES MAX) ?
    ";NUM(K,1)
3210  PRINT : INPUT "IL A ETE OUVERT LE: (JJ/MM/AAAA) ? ";DTE$
3220  GOSUB 4500:NUM(K,2) = DTE
3230  PRINT : INPUT "% ANNUEL D'INTERETS= ? (0 SI COMPTE COURANT) ";NUM(
    K,3)
3240  PRINT : INPUT "SOLDE MINIMAL AUTORISE= ? ";NUM(K,4)
3250  PRINT : INPUT "PLAFOND= ? ";NUM(K,5)
3260  PRINT : INPUT "EN CAS DE DECOUVERT, QUEL EST LE TAUX ANNUEL D'AGIO
    ? (%) ";NUM(K,6)
3270 K3 = 10 + 3 * N2 + 4 * N3:K4 = 2 + N2 + N3
3280  FOR K1 = 11 TO K3
3290 NUM(K,K1) = 0
3300  NEXT K1
3310  FOR K1 = 7 TO 10:NUM(K,K1) = 0: NEXT K1
3320  FOR K1 = 3 TO K4:ALF$(K,K1) = "": NEXT K1
3330  RETURN
3340 K = K + 1: IF K > N1 THEN  GOTO 3360
3350  PRINT : PRINT "AVEZ-VOUS UN ";K;"ième COMPTE A CREER (O/N) ";: INPUT
    "? ";R$: PRINT : IF R$ = "O" THEN  GOTO 3170
3360  PRINT : PRINT : PRINT "VOUS POUVEZ ENREGISTRER ";N3;" VIREMENTS AU
    TOMATIQUES SUR VOS COMPTES OU ENTRE VOS COMPTES"
3370 L = 1: PRINT : PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE "; GET R$: PRINT
3380  HOME : PRINT "COMPTE n° ";L: PRINT :L1 = 1:B1 = 11 + 3 * N2: GOSUB
    3390: GOTO 3760
3390  PRINT : PRINT "MONTANT DU VIREMENT n° ";L1;" (0 SI PAS DE VIREMENT
    )= ";: INPUT "? ";X: IF X = 0 THEN  GOTO 3780
3400  PRINT :NUM(L,B1) = X: INPUT "TITRE OU COMMENTAIRE: ";ALF$(L,2 + N2
    + L1): PRINT
3500  INPUT "DATE DE PREMIERE OPERATION= ? ";DTE$
3510  GOSUB 4500: IF DTE > D0 THEN  GOTO 3530
3520  PRINT : PRINT "LA DATE DOIT ETRE POSTERIEURE A AUJOURD'HUI. RECOMM
    ENCEZ!": PRINT : GOTO 3500
3530 NUM(L,B1 + N3) = DTE:D1 = DTE
3540  PRINT : INPUT "DATE DE DERNIERE OPERATION= ? (RETURN SI INDEFINIE)
    ";DTE$: IF DTE$ = "" THEN DTE$ = "31/12/2399"
3550  GOSUB 4500: IF DTE >  = D1 THEN  GOTO 3570
3560  PRINT : PRINT "IL FAUT UNE DATE POSTERIEURE A CELLE DE DEBUT. RECO
    MMENCEZ!": PRINT : GOTO 3540
3570 NUM(L,B1 + 2 * N3) = DTE
3580  PRINT : INPUT "DONNEZ L'INTERVALLE EN MOIS ENTRE DEUX VIREMENTS: "
    ;NUM(L,B1 + 3 * N3)
3590  PRINT : INPUT "CE VIREMENT EST-IL EN RELATION AVEC UN AUTRE DE VOS
    COMPTES (O/N) ? ";R$
3600  IF R$ = "N" THEN  RETURN
3700  PRINT : PRINT "DONNEZ SA REFERENCE:":K2 = L:L2 = L1
3710  GOSUB 2800
```

```
3720  FOR L1 = 1 TO N3: IF NUM(K1,L1 + 10 + 3 * N2) = 0 THEN  GOTO 3750
3730  NEXT L1: PRINT : PRINT "PLUS DE PLACE!": PRINT
3740  L = K2:L1 = L2: RETURN
3750  B2 = 10 + 3 * N2 + L1:ALF$(K1,2 + N2 + L1) = ALF$(L,2 + N2 + L2):NU
      M(K1,B2) =  - X:NUM(K1,B2 + N3) = D1:NUM(K1,B2 + 2 * N3) = DTE:NUM(K
      1,B2 + 3 * N3) = NUM(L,B1 + 3 * N3): GOTO 3740
3760  L1 = L1 + 1:B1 = B1 + 1: IF L1 <  = N3 THEN  GOTO 3390
3770  PRINT : PRINT "PLUS DE PLACE!"
3780  L = L + 1: IF L < K THEN  GOTO 3380
3790  ND = 0:R = 0: INPUT "CHOISISSEZ VOTRE MOT DE PASSE";CLE$
3800  REM
3830  PRINT  FRE (0): HOME : VTAB 10: PRINT "SAUVEGARDE DES DONNEES": PRINT
      D$;"OPEN COFFRE": PRINT D$;"WRITE COFFRE"
3840  PRINT CLE$: PRINT D0: PRINT ND:K2 = 10 + 3 * N2 + 4 * N3:K3 = 2 +
      N2 + N3
3850  FOR K = 1 TO N1
3860  FOR K1 = 1 TO K2
3870  PRINT NUM(K,K1)
3880  NEXT K1
3890  FOR K1 = 1 TO K3
3900  PRINT ALF$(K,K1)
4000  NEXT K1
4010  NEXT K
4020  PRINT D$;"CLOSE COFFRE": GOTO 300
4030  END
4500  REM
4510  REM EXTRACTION DE LA DATE A PARTIR D'UNE CHAINE DE CARACTERES
4520  REM
4530  JJ =  VAL ( LEFT$ (DTE$,2)):MM =  VAL ( MID$ (DTE$,4,2)):AX =  VAL
      ( MID$ (DTE$,7,4))
4540  IF (AA = 0 OR AX <  ) AA AND AX <  ) 0) THEN AA = AX
4550  IF JJ ) 0 AND JJ < 32 AND MM ) 0 AND MM < 13 AND AA ) 1000 THEN DT
      E = AA * 100 + MM + JJ / 100: RETURN
4560  PRINT "FORMAT INCORRECT: RECOMMENCEZ": PRINT : INPUT "DATE= ? (JJ/
      MM/AAAA) ";DTE$: GOTO 4530
4600  REM
4610  REM CALCUL  DU JOUR DE LA SEMAINE
4620  REM
4630  GOSUB 4500:AX =  INT (0.5 + 100 * (AA / 100 -  INT (AA / 100)))
4640  JS = JJ + CP(MM) + AX
4650  AX = AX / 4:JS = JS +  INT (AX)
4660  IF AX =  INT (AX) AND MM < 3 THEN JS = JS - 1
4670  JS =  INT (JS - 7 *  INT (JS / 7) + 1.5):JS$ = SEM$(JS)
4680  RETURN
4700  REM
4710  REM  EXTRACTION DES COMPOSANTES D'UNE DATE
4720  REM
4730  AA =  INT (DTE / 100):JJ =  INT (0.5 + 100 * (DTE -  INT (DTE))):MM
      =  INT (DTE) - 100 * AA
4740  RETURN
4800  REM
4810  REM  ECART ENTRE DEUX DATES
4820  REM
4830  DTE = D1: GOSUB 4700: GOSUB 4900
4840  ZZ = Z:DTE = D2: GOSUB 4700: GOSUB 4900
4850  ECART =  INT (Z - ZZ + 0.5): RETURN
4900  Z = 365 * AA + JJ + 31 * (MM - 1)
4910  IF MM ) 2 THEN  GOTO 4940
4920  Z = Z +  INT ((AA - 1) / 4) -  INT (0.75 *  INT ((AA - 1) / 100 + 1
      ))
4930  RETURN
4940  Z = Z -  INT (0.4 * MM + 2.3) +  INT (AA / 4) -  INT (0.75 *  INT (
      AA / 100 + 1)): RETURN
5000  REM
5010  REM  CALCUL DE CREDITS ET DE PLACEMENTS
5020  REM
5030  HOME : PRINT "VOUS POUVEZ EFFECTUER DES CALCULS DE CREDIT ET D'EPA
      RGNE EN DEMANDANT N'IMPORTE QUELLE DES VARIABLES A PARTIR DES 4 AUTR
      ES"
5040  PRINT "VOUS POUVEZ EMMAGASINER ET ETIQUETER 10 RESULTATS (V0 A V9:
      ET EFFECTUER AVEC EUX DES OPERATIONS": PRINT
5050  PRINT "VOULEZ-VOUS": PRINT
5060  PRINT "1 CALCULER UN PLACEMENT": PRINT
5070  PRINT "2 CALCULER UN CREDIT": PRINT
5080  PRINT "3 UTILISER LE CALEPIN ELECTRONIQUE": PRINT
5090  PRINT "4 REVENIR AU MENU PRINCIPAL": PRINT : INPUT R
5100  ON R GOTO 5110,5240,5500,300
5110  A$ = "CAPITAL FUTUR": GOSUB 5800
5120  ON R GOTO 5130,5150,5170,5220,5240
5130  CA = (CF - PP * IP * (IP ^ N - 1) / IO) * IP ^ ( - N)
5140  X = CA: GOTO 5400
5150  PP = (CF - CA * IP ^ N) * IO / IP / (IP ^ N - 1)
5160  X = PP: GOTO 5400
5170  I4 = 0.1 / NP
5180  IP = I4 + 1:F = I4 * CF + PP * IP - IP ^ N * (I4 * CA + PP * IP)
5190  FP = CF + PP - N * IP ^ (N - 1) * (I4 * CA + PP * IP) - IP ^ N * (C
      A + PP)
5200  I5 = I4 - F / FP: IF  ABS (I4 - I5) < 5E - 5 / NP THEN I1 = I5 * NP
      * 100:X = I1: GOTO 5400
5210  I4 = I5: GOTO 5180
5220  N =  LOG ((IO * CF + PP * IP) / (IO * CA + PP * IP)) /  LOG (IP)
5230  X = N: GOTO 5400
5240  CF = CA * (IP ^ N) + PP * IP * (IP ^ N - 1) / I0
5250  X = CF: GOTO 5400
5260  A$ = "PAIEMENT LIBERATOIRE": GOSUB 5800
5270  ON R GOTO 5280,5300,5320,5370,5390
5280  CA = PP * (1 - IP ^ ( - N)) / I0 + CF * IP ^ ( - N)
5290  X = CA: GOTO 5400
5300  PP = IO * (CA * IP ^ N - CF) / (IP ^ N - 1)
5310  X = PP: GOTO 5400
5320  I4 = 0.1 / NP
5330  IP = I4 + 1:F = IP ^ N * (I4 * CA - PP) + PP - I4 * CF
5340  FP = N * IP ^ (N - 1) * (I4 * CA - PP) + CA * IP ^ N - CF
5350  I5 = I4 - F / FP: IF  ABS (I4 - I5) < 5E - 5 / NP THEN I1 = I5 * NP
      * 100:X = I1: GOTO 5400
5360  I4 = I5: GOTO 5330
5370  N =  LOG ((PP - IO * CF) / (PP - IO * CA)) /  LOG (IP)
5380  X = N: GOTO 5400
5390  CF = CA * IP ^ N - PP * (IP ^ N - 1) / I0
5400  IF R = 1 THEN  PRINT "CAPIAL ACTUEL= ";CA: GOTO 5450
5410  IF R = 2 THEN  PRINT "PAIEMENT PERIODIQUE= ";PP: GOTO 5450
5420  IF R = 3 THEN  PRINT "% ANNUEL D'INTERET= ";I1: GOTO 5450
5430  IF R = 4 THEN  PRINT "NOMBRE DE PERIODES= ";N: GOTO 5450
5440  IF R = 5 THEN  PRINT A$;" = ";CF
5450  PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS AFFECTER CE RESULTAT A UNE MEMOIRE ? ";
      R$
5460  PRINT : IF R$ = "N" THEN  GOTO 5050
5470  INPUT "N°= ? (1CHIFFRE) ";L:V(L + 1) = X
5480  INPUT "TITRE DE CE RESULTAT= ? ";V$(L + 1)
5490  GOTO 5050
5500  REM
5530  PRINT : PRINT "ECRIVEZ (SANS BLANCS):": PRINT
5540  PRINT "V (RETURN) POUR LISTER LES VARIABLES": PRINT
5550  PRINT "VX (0<=X<=9) POUR AVOIR VX": PRINT
5560  PRINT "VX=VY!VZ (!=+,-,*,/,^): CALCULER VX": PRINT
5570  PRINT "VX=VY!Z  (Z NOMBRE QUELCONQUE)": PRINT
5580  PRINT "M  (RETURN) POUR REVENIR AU MENU": PRINT
5590  INPUT R$: PRINT
5600  IF R$ = "M" THEN  GOTO 5050
5610  IF  LEFT$ (R$,1) <  ) "V" THEN  GOTO 5530
5620  IF R$ <  ) "V" THEN  GOTO 5670
5630  FOR K = 1 TO 10
5640  PRINT "V";K - 1;" = ";V(K);":";V$(K)
5650  NEXT K
5660  PRINT : GOTO 5590
5670  IF  LEN (R$) = 2 THEN K =  VAL ( RIGHT$ (R$,1)): PRINT "V";K;" =
      ";V(K + 1);":";V$(K + 1): PRINT : GOTO 5590
5680  IF  MID$ (R$,3,2) <  ) "=V" THEN  GOTO 5530
5690  IF  MID$ (R$,7,1) = "V" THEN Z = V( VAL ( MID$ (R$,8,1)) + 1): GOTO
      5720
5700  Z =  VAL ( MID$ (R$,7,15))
5720  X =  VAL ( MID$ (R$,2,1)) + 1:Y =  VAL ( MID$ (R$,5,1)) + 1:A$ =  MID$
      (R$,6,1): IF A$ = "+" THEN V(X) = V(Y) + Z: GOTO 5770
5730  IF A$ = "-" THEN V(X) = V(Y) - Z: GOTO 5770
5740  IF A$ = "*" THEN V(X) = V(Y) * Z: GOTO 5770
5750  IF A$ = "/" THEN V(X) = V(Y) / Z: GOTO 5770
5760  V(X) = V(Y) ^ Z
5770  PRINT "V";X - 1;"= ";V(X): INPUT "TITRE DE CE RESULTAT= ";V$(X): PRINT
      : GOTO 5590
5800  PRINT "VOULEZ-VOUS CALCULER:": PRINT
5810  PRINT "1 LE CAPITAL ACTUEL"
5820  PRINT "2 LE PAIEMENT PERIODIQUE"
5830  PRINT "3 LE TAUX D'INTERET"
5840  PRINT "4 LE NOMBRE DE PERIODES"
5850  PRINT "5 LE ";A$
5860  PRINT : INPUT R: PRINT
5870  IF R <  ) 1 THEN  INPUT "CAPITAL ACTUEL= ? ";CA
5880  IF R <  ) 2 THEN  INPUT "PAIEMENT PERIODIQUE= ? ";PP
5890  IF R <  ) 3 THEN  INPUT "% ANNUEL D'INTERET= ? ";I1
5900  IF R <  ) 4 THEN  INPUT "NOMBRE DE PERIODES= ? ";N
5910  IF R <  ) 5 THEN  PRINT A$;: INPUT "= ? ";CF
5920  INPUT "NOMBRE DE PERIODES DANS L'ANNEE= ? ";NP
5930  IF R <  ) 3 THEN I0 = I1 / 100 / NP:IP = 1 + I0
5940  PRINT : RETURN
```

• Parlons des crédits, maintenant. Ah ! les crédits ! Combien d'entre-vous ne se sont-ils pas demandé si tel crédit est plus intéressant que tel autre, si acheter un salon en cuir sur 36 mois serait plus judicieux que l'acheter comptant en empruntant la moitié de la somme à la banque ? Difficile de répondre a priori ! Certes, acheter une voiture neuve en ne payant rien la première année et rembourser de petites (si petites !) mensualités pendant le septième de son existence professionnelle peut fort bien ne pas faire sourciller le passionné d'automobile.

Mais quand il s'agit de choisir entre un loyer et l'achat d'une maison, il est vraiment facile de se faire voler le plus légalement du monde, et ne parlons pas des taux d'intérêts réels parfois différents de ceux annoncés.

Formulation (pour les placements et crédits)

Choisissons d'abord le cas d'un placement. La formule de base peut s'écrire :

$CF = CA(1+i)^N$ où :

CA = capital actuel,
CF = capital futur,
N = nombre de périodes
i = (taux d'intérêt sur : période) /100
= pourcentage d'intérêt annuel/100/NP
NP = nombre de périodes par an.

Prenons le cas simple d'un versement unique effectué en début de première période, à l'issue de laquelle la somme CA (capital actuel) rapporte l'intérêt i.CA, le capital devenant CA + i.CA

$=CA(1+i)$. Ainsi, en fin de deuxième période il sera égal à $CA(1+i)(1+i) = CA(1+i)^2$, etc. C'est un peu comme l'inflation sauf que ça joue dans le bon sens cette fois. Le placement peut aussi avoir lieu sous forme de paiements périodiques égaux de valeur PP, sur N périodes. Auquel cas le capital futur vaut :

$PP(1+i)^N + PP(1+i)^{N-1} + \ldots + PP(1+i) = PP(1+i)\left[1+(1+i) + (1+i)^2 + \ldots + (1+i)^{N-1}\right]$

La somme des n premiers termes de la progression géométrique entre crochets s'écrit :

$$\left[\frac{(1+i)^N - 1}{i}\right]$$

d'où le résultat :

$$CF = PP(1+i)\,\frac{((1+i)^N - 1)}{i}$$

Cette formule peut se combiner avec la précédente dans le cas d'un capital initial CA associé à N versements égaux :

$CF = CA(1+i)^N + PP(1+i)\,((1+i)^N - 1)/i$

CF est le capital obtenu une période après le dernier versement.

Dans le cas d'un prêt, le principe est le même, mais inversé. La formule est légèrement plus simple et s'écrit :

$$CA(1+i)^N = \frac{PP}{i}\,((1+i)^N - 1) + PL,$$

où

CA = capital actuel à rembourser

PL = prélèvement libératoire = capital restant à rembourser lors du dernier paiement périodique, dans le cas d'un remboursement par anticipation. PP, i et N ont la même signification que précédemment. Le premier paiement a lieu une période après le prêt de la somme CA.

Servons-nous de ce deuxième cas pour détailler le calcul de divers paramètres connaissant les 4 autres.

$$CA = PP(1-(1+i)^{-N})/i + PL(1+i)^{-N}$$

$$PP = \frac{(CA(1+i)^N - PL)\cdot i}{((1+i)^N - 1)}$$

$$PL = CA(1+i)^N - PP\,(1+i)^N - 1)/i$$

$$N = \frac{LOG\left(\frac{PP - i\cdot PL}{PP - i\cdot CA}\right)}{LOG(1+i)}$$

Le calcul de i n'est pas possible directement, et il faut utiliser une méthode itérative. Nous avons choisi celle de Newton, déjà exposée dans ces colonnes (voir *S. & V.* n° 817, p. 152). La relation de base, vue plus haut, peut se condenser sous la forme :

$f(i) = (1+i)^N\cdot(iCA - PP) + PP - i.PL = 0.$

Trouver i équivaut à obtenir la racine de cette équation. La méthode de Newton se donne une valeur de départ i_0 et obtient une valeur i_1 plus proche de la racine $i_1 = i_0 - f(i_0)/f'(i_0)$, où f' est la dérivée de f et $f'(i_0) = N(+i)^{N-1}\cdot(i\cdot CA - PP) + CA(1+i)^N - PL$.

On repose alors $i_0 = i_1$ et on reprend le calcul. Celui-ci peut s'arrêter, si on désire connaître I (taux annuel) à 0,01 % près, lorsque $|i_1 - i_0| < \frac{1}{20\,000\,NP}$.

La valeur de départ i_0 sera prise égale à **0.1/NP** qui est en soi une approximation relativement bonne.

Remarque : La méthode de Newton ne peut s'appliquer que lorsque certaines conditions théoriques sont remplies. Il va de soi que c'est le cas ici.

Utilisation et brève description du programme pour Apple IIc

L'utilisateur peut travailler sur N1 comptes, chacun enregistrant les N2 dernières opérations et pouvant se voir affecter N3 virements automatiques. Nous avons choisi forfaitairement N1 = 6, N2 = 30 et N3 = 5, mais il est facile de les changer à la ligne 60 du programme. Il faut cependant bien voir que cette partition mémoire ne pourra plus être modifiée après la première utilisation (création des comptes), car elle est commune à la partition mémoire du fichier "COFFRE" enregistré sur disquette. Cette mémoire se divise en données numériques et alphabétiques (voir tableaux NUM et ALF$ page 126), plus le mot de passe (CLE$), la date de dernière consultation (DD) et le nombre de consultations le même jour (ND).

Les dates sont introduites par l'utilisateur sous forme alphanumérique JJ/MM/AAAA, divers sous-programmes situés à partir de la ligne 4500 se chargeant de les décomposer en jour, mois, année, ou en les condensant numériquement sous la forme AAAAMMJJ, grâce à laquelle il est facile de comparer deux dates. Lors de la première utilisation de ce programme, l'instruction de lecture du fichier COFFRE provoque une erreur, l'instruction 90 renvoyant le déroulement à la ligne 3000, à partir de laquelle le lecteur pourra définir tous ses comptes (il aura bien sûr la possibilité d'en définir d'autres plus tard), les opérations sur ces comptes et le mot de passe, après quoi le sous-programme 1380 et suivantes enregistrera toutes les données sur disquette. Lors de la réutilisation de ce logiciel, après validation du mot de passe, les lignes 150 et suivantes relisent les données du fichier et les enregistrent dans les tableaux NUM et ALF$.

A partir de la ligne 300 se trouve le menu principal, permettant :

— de changer le mot de passe ;

— d'introduire les dernières opérations effectuées sauf les virements automatiques : ceux-ci sont pris en compte automatiquement et s'effacent tout seuls dès que leur date de dernière application est passée ;

— de consulter ou modifier les données et les caractéristiques des comptes ;

— de calculer des formules de placement ou de crédit, avec la possibilité de stocker et d'étiqueter des résultats intermédiaires sur 10 mémoires, et d'effectuer des opérations entre ces variables.

— de calculer le jour de la semaine pour une date donnée, ou le nombre de jours entre deux dates (calendrier perpétuel).

Il est difficile, vu l'espace réduit dont nous disposons, de trop détailler la structure du programme. Nous nous contenterons d'indiquer quelques méthodes de programmation utilisées, qu'il faudra peut-être modifier avant l'application sur un autre modèle. Profitons-en pour dire qu'il nous semble peu opportun (et nous le regrettons) de vouloir tenir compte absolument de toutes les machines, en particulier de celles qui utilisent uniquement des tableaux avec un seul indice.

Les procédures de lecture ou d'écriture sur fichier CLOSE, OPEN, READ, WRITE, PRINT, INPUT nécessitent sur l'Apple l'impression préalable et transparente du caractère CHR$ (4) équivalant à "CTRL D", emmagasiné ici dans la variable D$. Pour extraire des sous-chaînes des chaînes de caractères introduites par l'utilisateur, il est commode d'employer :

- LEFT$ (A$, K) : extraction des K caractères les plus à gauche dans la chaîne A$
- RIGHT$ (A$, K) : l'équivalent à droite
- MID$ (A$, K, L) : extraction des L caractères à partir du K^ieme
- VAL (A$) : valeur numérique du nombre débutant par le premier caractère (0 si celui-ci est alphabétique).

L'expression logique (DJ < 16) de la ligne 900 vaut 1 ou 0 suivant que DJ est strictement inférieur à 16 ou pas. Ceci permet d'éviter des tests supplémentaires. Terminons par la description du tableau de travail TRA (N1, 50, K) dans lequel sont reportées les 50 dernières opérations (virements y compris) pour chacun des comptes. Lorsque K varie entre 1 et 6, TRA enregistre :

— le montant (K = 1)
— la date sous forme AAAAMMJJ (K = 2)
— l'année (K = 3)
— le mois (K = 4)
— le quantième (K = 5)
— le code de l'opération (K = 6)

C'est après remplissage de ce tableau que les opérations sont classées chronologiquement (ligne 740) avant le calcul des intérêts et, éventuellement, des agios. Le programme est truffé de commentaires pour en faciliter la compréhension. Nous ne pouvons que vous conseiller de les lire afin de mieux comprendre l'enchaînement des opérations. Signalons tout de même que, pour les calculs de crédit/placement, seules les lignes 5000 et suivantes sont nécessaires, plus une introduction dimensionnant les vecteurs V(10) et V$(10), comme à la ligne 70. Ceci pour les personnes qui ne voudraient pas du restant du programme (s'il y en a !).

Exemples

1. Un concessionnaire automobile vous propose un crédit

Erratum : Voici le programme du sujet que nous avons proposé le mois dernier dans cette même rubrique (*S & V* n° 832, p. 131), "Orbites et transferts de Hohman". Nous prions le lecteur d'excuser cette omission.

```
10  REM  PROGRAMME DE SIMULATION DE TRANSFERTS D'ORBITES SIMPLES ET DE
     HOHMAN
20  REM
30  HOME : TEXT : VTAB 5: PRINT "*** ORBITES ET TRANSFERTS DE HOHMAN ***
    "
40  PRINT : PRINT "AVEC CE PROGRAMME VOUS POURREZ CALCULER DES TRANSFERT
    S D'ORBITES PAR LA METHODE DE HOHMAN QUI CONSISTE A APPLIQUER A UN V
    AISSEAU SPATIAL EN ORBITE TERRESTRE DES IMPULSIONS EN UN DE SES POIN
    TS EXTREMES": PRINT
50  PRINT "LA NOUVELLE ORBITE QUI EN RESULTE EST ALORS TANGENTE A A LA P
    RECEDENTE": PRINT
60  PRINT "APRES AVOIR DONNE LES CARACTERISTIQUES DE L'ORBITE DE DEPART,
     VOUS POURREZ:": PRINT
70  PRINT "  1. CONNAITRE LE RESULTAT D'UN TRANSFERT DE HOHMAN": PRINT :
     PRINT "  2. CALCULER LE TRANSFERT A APPLIQUER POUR OBTENIR UNE CERT
    AINE ORBITE (PROBLEME INVERSE)": PRINT : HTAB 7: PRINT "TAPEZ UNE TO
    UCHE": GET R$: HOME
80  PRINT : PRINT "     INTRODUCTION DES DONNEES": PRINT : PRINT "POUR L'
    ORBITE DE DEPART, CONNAISSEZ-VOUS": PRINT
90  PRINT " 1. LE DEMI-GRAND AXE ET L'EXCENTRICITE?": PRINT : PRINT " 2.
     L'APOGEE ET LE PERIGEE?": PRINT : PRINT " 3. LA VITESSE ET LA DISTA
    NCE AU PERIGEE?": PRINT
100 INPUT "  ? ";RE: PRINT : PRINT :R = 6378000:GM = 3.98601E14: REM
     CONSTANTE GEOCENTRIQUE (POINT 1 DE LA FORMULATION)
110 ON RE GOTO 120,160,200
120 INPUT "DEMI-GRAND AXE= ? (KM) ";A: PRINT : INPUT "EXCENTRICITE= ? "
    ;E
130 A = A * 1000: REM  POINT 2 DE LA FORMULATION
140 RP = A * (1 - E):RA = A * (1 + E):VP =  SQR (GM * (1 + E) / RP): REM
     POINT 3A
150 GOTO 230
160 INPUT "RAYON AU PERIGEE= ? (KM) ";RP: PRINT : INPUT "RAYON A L'APOG
    EE= ? (KM) ";RA
170 RP = RP * 1000:RA = RA * 1000: REM  POINT 2
180 A = (RP + RA) / 2:E = RA / A - 1:VP =  SQR (GM * (1 + E) / RP): REM
     POINT 3B
190 GOTO 230
200 INPUT "VITESSE AU PERIGEE= ? (KM/S) ";VP: PRINT : INPUT "DISTANCE A
    U PERIGEE= ?(KM) ) ";RP
210 VP = VP * 1000:RP = RP * 1000: REM   POINT 2
220 A = 1 / (2 / RP - VP * VP / GM):E = 1 - RP / A:RA = A * (1 + E): REM
     POINT 3C
230 VA = VP * RP / RA:B =  SQR (RA * RP):C = A * E:T = 2 * 3.1416 * A *
    SQR (A / GM): REM  POINT 4
240 HOME : PRINT "  VOICI LES PRINCIPAUX PARAMETRES DE L'ORBITE EN COUR
    S": PRINT : PRINT : REM  POINT 5
250 PRINT "DEMI-GRAND AXE= ";A / 1000;" KM": PRINT "EXCENTRICITE= ";E: PRINT
    "RAYON AU PERIGEE= ";RP / 1000;" KM": PRINT "RAYON A L'APOGEE= ";RA /
    1000;" KM"
260 PRINT "VITESSE AU PERIGEE= ";VP / 1000;" KM/S": PRINT "VITESSE A L'
    APOGEE= ";VA / 1000;" KM/S": PRINT "DEMI-PETIT AXE= ";B / 1000;" KM"
    : PRINT "DEMI-DISTANCE DES FOYERS= C = ";C / 1000;" KM"
270 PRINT "PERIODE DE REVOLUTION= ";T;" SECONDES= "; INT (T / 3600);"H
    ";(T - 3600 *  INT (T / 3600)) / 60;" MIN": PRINT
280 PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE POUR AVOIR LA REPRESENTATION DE CETTE ORBIT
    E TERRESTRE": GET R$
290  GOSUB 1000
300  TEXT : HOME : PRINT "CALCUL D'UN TRANSFERT DE HOHMAN A PARTIR DE L'
    ORBITE ACTUELLE": PRINT : PRINT "APPLIQUEZ-VOUS L'IMPULSION : ": PRINT
    : REM  POINT 7
310  PRINT " 1. AU PERIGEE": PRINT : PRINT " 2. A L'APOGEE": PRINT : INPUT
    " ? ";RE
320  ON RE GOTO 330,340
330 R1 = RP:V1 = VP: GOTO 350
340 V1 = VA:R1 = RA
350  PRINT : PRINT "VOULEZ-VOUS :": PRINT : PRINT "1. CALCULER L'ORBITE
    RESULTANTE DE VOTRE IMPULSION": PRINT : PRINT "2. L'IMPULSION A APPL
    IQUER CONNAISSANT L'ORBITE FINALE": PRINT : INPUT "? ";RE
360  ON RE GOTO 370,470: REM  POINT 8
370  PRINT : INPUT "IMPULSION= ? (KM/S) ";DV: REM  POINT 9
380 DV = DV * 1000:W1 = V1 + DV
390 S1 = 2 * GM / R1
400  IF W1 <  SQR (S1) THEN  GOTO 430
410  PRINT : PRINT "CETTE IMPULSION NE DOIT PAS DEPASSER ";( SQR (S1) -
    V1) / 1000;" POUR NE PAS ECHAPPER A L'ATTRACTION TERRESTRE": PRINT
420  PRINT :V1 = V1 - DV: PRINT "REINTRODUISEZ VOTRE IMPULSION": PRINT :
     GOTO 370
430 R2 = R1 / (S1 / W1 / W1 - 1):V2 = W1 * R1 / R2
440 RP = R1:VP = W1:RA = R2:VA = V2
450  IF R1 > R2 THEN RP = R2:VP = V2:RA = R1:VA = W1
460  GOTO 220
470  PRINT : INPUT "DONNEZ (EN KM) LA DISTANCE AU CENTRE DE LA TERRE DU
     POINT OPPOSE DE LA FUTURE ORBITE ";R2: REM  POINT 10
480 R2 = R2 * 1000:W1 =  SQR (2 * GM * R2 / R1 / (R1 + R2)):DV = W1 - V1

490 V2 = W1 * R1 / R2:T1 = 3.1416 * (R1 + R2) *  SQR ((R1 + R2) / 8 / GM
    ): REM  POINT 11
500  PRINT : PRINT "L'IMPULSION NECESSAIRE VAUT ";DV / 1000;" KM/S":CO$ =
     "ACCELERATION": IF DV < 0 THEN CO$ = "DECELERATION": PRINT
510  PRINT "IL S'AGIT D'UNE ";CO$: PRINT : PRINT "LA DUREE DU TRANSFERT
    EST DE ";T1;" SECONDES, SOIT "; INT (T1 / 3600);" H ";(T1 - 3600 *  INT
    (T1 / 3600)) / 60;" MIN"
520  IF R1 > R2 THEN : PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE: ": GET R$: GOTO 620: REM
     POINT 12
530  PRINT : INPUT "VOULEZ-VOUS CONNAITRE LE GAIN DE TEMPS APPORTE PAR U
    NE AUTRE IMPULSION SUPERIEURE? (O/N) ";RE$
540  IF RE$ = "N" THEN  GOTO 620
550  PRINT : INPUT "NOUVELLE IMPULSION= ? (KM/S) ";DW:DW = DW * 1000: REM
     POINT 13
560 W2 = V1 + DW
570 R3 = R1 / (2 * GM / R1 / W2 / W2 - 1): REM  POINT 14
580 AA = (R3 + R1) / 2:EE = R3 / AA - 1:BB = AA * (1 - EE * EE) / R2 / E
    E - 1 / EE:TETA =  ATN ( SQR (1 - BB * BB) / BB) + 3.1416 / 2 * (1 -
    SGN (BB)):U = 2 *  ATN ( SQR ((1 - EE) / (1 + EE)) *  TAN (TETA / 2
    )): REM  POINT 15
590 T2 = (U - EE * SIN (U)) * AA *  SQR (AA / GM):DT = T1 - T2
600  PRINT : PRINT "LE GAIN DE TEMPS OBTENU EST DE ";DT;" SECONDES, SOIT
    ";INT (DT / 3600);"H ";(DT - 3600 *  INT (DT / 3600)) / 60;" MIN":
    PRINT
610  GOTO 530
620 RP = R1:VP = W1:RA = R2:VA = V2
630  IF R1 > R2 THEN RP = R2:VP = V2:RA = R1:VA = W1
640  GOTO 220
1000  REM
1010  REM  TRACE DES ORBITES
1020  REM  POINT 6 DE LA FORMULATION
1030  REM
1040 EC = 118 / A:ED = 78 / B: IF EPC <  > 0 AND EPC < ED THEN ED = EPC
1050 DR = 3.1416 / 180: IF ED < EC THEN EC = ED: REM  CALCUL DE L'ECHEL
    LE (EPC= ANCIENNE ECHELLE)
1060  HGR : HCOLOR= 3: HOME : VTAB 22: PRINT "TRACE DE LA TERRE":CC = C:
     IF EPC = EC THEN CC = CP
1070 XT = CC:YT = 0:X0 = 119 + (XT + R) * EC:Y0 = 79: HPLOT X0,Y0
1080  FOR K = 10 TO 360 STEP 10
1090 X = XT + R *  COS (K * DR):X1 = X * EC + 119:Y = R *  SIN (K * DR):
    Y1 = 79 - Y * EC
1100  HPLOT X0,Y0 TO X1,Y1:X0 = X1:Y0 = Y1
1110  NEXT K
1120  IF AP = 0 THEN  GOTO 1260
1130  HOME : VTAB 22: PRINT "TRACE DE L'ANCIENNE ORBITE":BC = 0
1140 X = AP + CC - CP:Y = 0:X0 = X * EC + 119:Y0 = 79: HPLOT X0,Y0
1150  FOR K = 1 TO 100
1160 X = AP - 2 * K * AP / 100:X1 = 119 + EC * (X + CC - CP)
1170 Y =  SQR (BP * BP * (1 - X * X / AP / AP)):Y1 = 79 - Y * EC
1180  HPLOT X0,Y0 TO X1,Y1:X0 = X1:Y0 = Y1
1190  NEXT K
1200  FOR K = 1 TO 100
1210 X =  - AP + 2 * K / 100 * AP:X1 = 119 + EC * (X + CC - CP)
1220 Y =  -  SQR (BP * BP * (1 - X * X / AP / AP)):Y1 = 79 - Y * EC
1230  HPLOT X0,Y0 TO X1,Y1:X0 = X1:Y0 = Y1
1240  NEXT K
1250  IF BC = 1 THEN  PRINT "TAPEZ UNE TOUCHE ": GET R$: RETURN
1260 BC = 1:AP = A:BP = B:EPC = EC:CP = C: HOME : VTAB 22: PRINT "TRACE
    DE LA NOUVELLE ORBITE": GOTO 1140
```

total sur 36 mois pour le modèle de vos rêves, facturé 95 000 francs TTC et TRC (1). Le paiement s'effectuerait par des versements mensuels de 3 054 F avec un taux annoncé de 9 % l'an. Qu'en est-il vraiment ?

Solution

En réalité, le taux de 9 % conduirait à des versements mensuels de 3 021 F ou, si l'on préfère, le taux réel est de 9,74 %.

2. Je dispose mensuellement de 4 000 francs à placer. Il reste à rembourser 20 000 F d'un prêt à 12 %, avec 10 paiements mensuels de 2 111,64 francs, et je dispose de la somme libératoire. Est-il plus judicieux de rembourser maintenant ou de placer l'argent à 8 % ? A priori, il semblerait que la première solution soit plus intéressante, vu que le taux de crédit est supérieur à celui du placement.

Solution

Premier cas : continuer le remboursement sur 10 mois (à partir du prochain) et placer les 20 000 F à 8 %, ainsi que les 1 888,36 F restants, chacun des 10 prochains mois. Dans ce cas, le capital initial aura travaillé pendant un mois et vaudra 20 000 (1+i) = 20 133,33 F.

CA = 20 133,33, PP = 1 888,36, I1 = 8 %, N = 10 et NP = 12 : le capital futur vaut CF = 41 107 F (dans onze mois).

Deuxième cas : payer le remboursement libératoire et verser 4 000 francs pendant 10 mois, à partir du prochain.

CA = 0, PP = 4 000, les autres paramètres ne changent pas : CF = 41 496 F.

Cet exemple montre que la deuxième solution est la plus intéressante. Le résultat aurait été opposé avec un revenu mensuel de 11 000 F. La prudence s'impose donc, les paramètres à prendre en compte sont nombreux et peuvent d'ailleurs être fort différents d'une situation à l'autre. Une telle analyse nous paraît indispensable lorsqu'il s'agit d'effectuer une très grande dépense (pour une habitation par exemple). Grâce à ce logiciel vous êtes mieux armés pour faire le bon choix. **Daniel Ferro**

(1) TRC = toutes ristournes comprises.

Un temporisateur pour agrandisseur

INFORMATIQUE PRATIQUE

Si développer des photographies fait partie de vos loisirs, vous maniez probablement le chronomètre avec virtuosité pour le tirage de vos épreuves. Cependant il est souvent fastidieux, et peu précis, de reprendre manuellement un chronométrage de la durée d'exposition pour chaque agrandissement. Notre montage permettra de simplifier cette opération. Nous utiliserons le MO 5 pour commander directement la durée d'allumage de la lampe de l'agrandisseur par l'intermédiaire d'une petite interface.

Pour notre montage, la durée de l'exposition pourra être réglée entre 1 et 79 secondes. Comme il est délicat d'installer un téléviseur dans le laboratoire photo, notre interface comportera deux afficheurs 7 segments électroluminescents indiquant le temps de pose mémorisé. De même, trois boutons-poussoirs permettront d'une part de déterminer le temps d'exposition et, d'autre part, d'exécuter cette dernière. Comme toujours cette interface sera reliée au MO 5 par l'intermédiaire de notre interface principale et celle-ci devra être utilisée en mode double adresse.

Voyons à présent le principe de fonctionnement de ce temporisateur. Les données issues de l'ordinateur seront utilisées, d'une part pour piloter l'affichage de la durée d'exposition choisie et, d'autre part, pour commander le relais de mise sous tension de la lampe de l'agrandisseur. Les bits 0, 1, 2 et 3 des données fournies par l'ordinateur seront utilisées par l'afficheur des unités, les bits 4, 5 et 6 par l'afficheur des dizaines et, enfin, le bit 7 commandera le relais. Nous trouverons donc, sur notre montage, deux décodeurs pour afficheurs 7 segments reliés d'une part à l'arrivée des données et, d'autre part, aux afficheurs, et trois boutons-poussoirs venant mettre au 0 volt les bits 0, 1 et 2 des données à transmettre à l'ordinateur. C'est en effet par ce biais que le programme sera en mesure d'effectuer les diverses fonctions demandées.

Une fois le programme chargé dans l'ordinateur, le téléviseur sera donc inutile et l'ensemble des opérations pourra être effectué depuis notre montage.

Le programme que nous proposons, pour assurer le fonctionnement de ce temporisateur, est extrêmement simple. Il pourra d'ailleurs être modifié au goût de chacun. Il comporte en fait deux

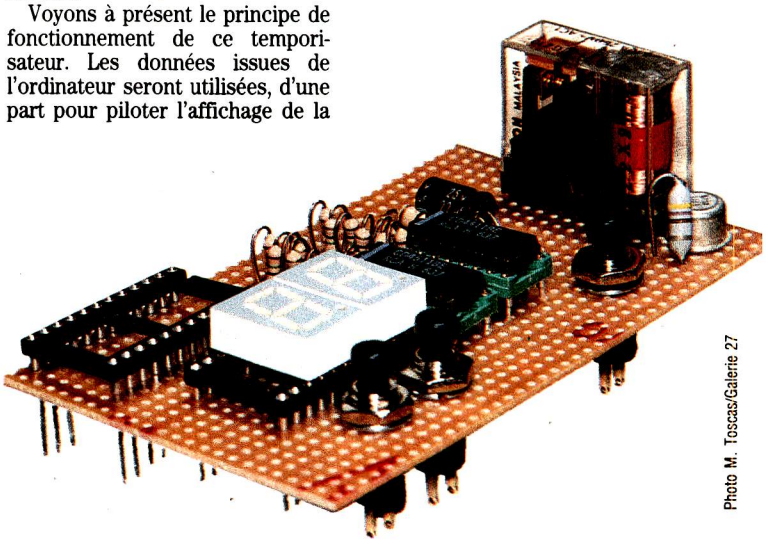
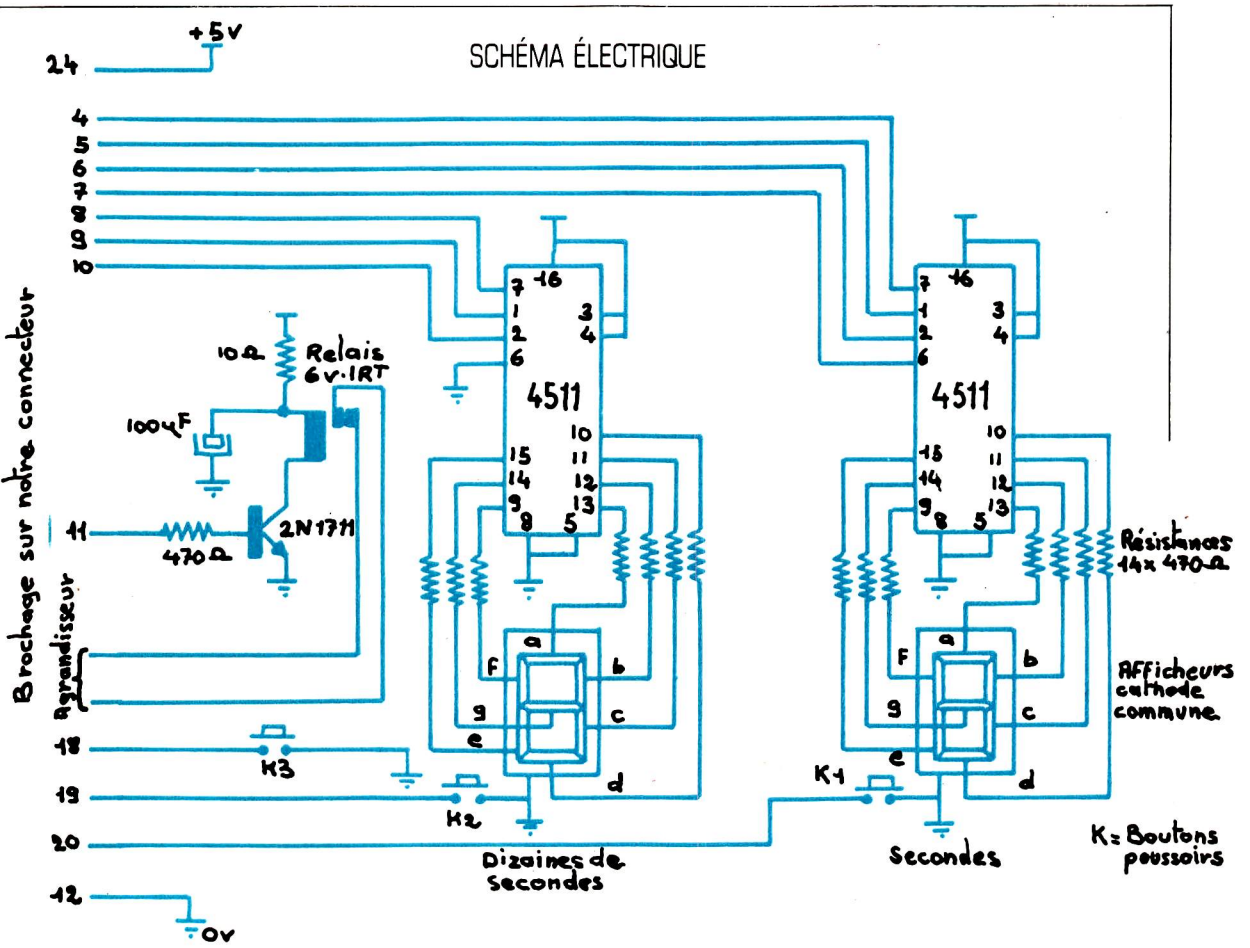


Photo M. Toscas/Galerie 27

SCHÉMA ÉLECTRIQUE



parties. La première concerne l'initialisation de la variable T (variable chargée de fixer la durée de l'exposition) en fonction des boutons appuyés, puis commande l'allumage et l'extinction de l'agrandisseur. La seconde n'est en fait qu'une sous-routine de temporisation. Elle prendra donc en compte la valeur de T pour maintenir l'agrandisseur allumé pendant le laps de temps désiré.

Notons à ce propos que tous les micro-ordinateurs ne "tournant" pas exactement à la même vitesse il pourra être nécessaire d'ajuster la variable I dans cette sous-routine ; la valeur que nous proposons donnera cependant une précision suffisante pour la plupart des cas.

Un câblage de ce temporisateur sera, comme toujours, réalisé en "wrapping". Il faudra seulement prendre soin de bien respecter le brochage des circuits intégrés ainsi que celui des afficheurs. De même, la lampe de la plupart des agrandisseurs est directement alimentée depuis le secteur. Un grand soin devra donc être apporté au câblage du relais ainsi qu'à son isolation. Il sera d'ailleurs conseillé, une fois le montage terminé, de l'habiller d'un petit boîtier plastique. Seuls les boutons-poussoirs devront être accessibles. Il faudra également veiller à déconnecter le montage avant toute modification, si besoin est.

Utilisation : une fois le temps d'exposition choisi grâce aux poussoirs prévus à cet effet, on appuiera sur le bouton "exposition". Dès lors la lampe de l'agrandisseur s'allumera et les afficheurs décompteront les secondes écoulées. Lorsque 00 sera affiché, l'agrandisseur s'éteindra automatiquement et les afficheurs présenteront de nouveau la durée initialement choisie.

Si plusieurs tirages du même cliché doivent être effectués, il sera donc inutile de régler à nouveau la durée d'exposition avant chacun d'entre eux. En cas contraire, les boutons-poussoirs seront utilisés pour ajuster la nouvelle durée.

Henri-Pierre Penel ▲

```
10 POKE 43006,0
20 D=0 : U=0 : C=0
100 K=PEEK (43007)
110 IF K=254 THEN U=U+1
120 IF U=10 THEN U=0
130 IF K=253 THEN D=D+1
140 IF D=8 THEN D=0
150 C=(16*D)+U
160 POKE 43006,C
170 FOR I=1 TO 200 : NEXT I
180 IF K=251 THEN GOSUB 1000
190 GOTO 100
1000 DE=D : UE=U
1010 FOR T=1 TO (10*D)+U
1020 UE=UE-1
1030 IF UE=-1 THEN DE=DE-1 : UE=10
1040 E=128+(16*DE)+UE
1050 POKE 43006,E
1060 FOR I=1 TO 420 : NEXT I
1070 NEXT T
1080 RETURN
```

LIVRES

Pour l'Afrique, j'accuse

A 82 ans, René Dumont continue d'aller partout mesurer la faim et la destruction de l'environnement. Et d'en dénoncer les causes. Car, ces deux drames n'étant pas gratuits, ils ne sont pas non plus inéluctables.

Et René Dumont accuse (1) : les acteurs du système économique dominant (celui du monde "développé", à l'Est comme à l'Ouest) et en particulier les gouvernements français depuis 1960, les dirigeants africains, la Coopération française, la Banque mondiale, le Fonds monétaire international (FMI), le Vatican et sa position contre la théologie de la libération (des pauvres) et contre le contrôle des naissances, les bureaux d'études, les "experts"...

Dans le Sahel des années 80, les causes sont : une croissance démographique démesurée par rapport à celle de la production agricole vivrière ; un déboisement excessif, aggravé par les besoins d'une population et d'un bétail affamés et en surnombre chronique ; une politique de prix agricoles trop bas faisant payer aux paysans les frais de la paix sociale en ville ; un commerce tourné vers le marché international aux dépens des échanges intérieurs ; une administration hypertrophique et corrompue, etc. Résultat : plus que les caprices du climat, la société humaine est responsable de la misère rurale, elle-même responsable de la désertification qui assèche le climat et accroît la misère rurale.

Les mécanismes de ce cercle vicieux sont clairement exposés dans le réquisitoire de René Dumont depuis les causes du déboisement (besoin de bois de feu pour cuire les aliments ou se chauffer, surpâturage de la zone "arborée", fabrication de haies d'épineux pour protéger les cultures), aux conséquences de la dégradation du couvert végétal (exposition du sol mince et dénudé aux vents de sable et à l'érosion hydrique) en passant par les structures socio-économiques qui favorisent cette évolution ; ainsi, l'un des maux des agriculteurs, la divagation du bétail sur leurs terres, est aggravé par la collusion entre éleveurs et fonctionnaires, ces derniers étant souvent propriétaires des bêtes.

Les solutions existent. « Ce sont les fonds qui manquent le moins » dit René Dumont pointant un doigt accusateur ; au Nord, sur la prospérité des riches, le gaspillage et l'épuisement des ressources qu'ils s'approprient, la rivalité coûteuse entre le dogmatisme soviétique et le vieil ordre économique immoral, car non généralisable, incapable de soutenir le cours de ses denrées autrement que par leur destruction physique ; au Sud, sur les guerres intestines, l'intégrisme musulman, le manque de compétences, de rigueur et de motivation des "élites" qui tiennent à leur merci une paysannerie analphabète et affamée (400 leaders paysans ont été tués au Brésil en 1986, malgré l'assouplissement du nouveau régime !) ; au Nord, comme au Sud, les inégalités croissantes du "mal-développement", la course aux armements orchestrée par des complexes militaro-industriels qui s'affrontent dans les pays les plus pauvres ; enfin, entre le Nord et le Sud, le piège bancaire, l'effondrement économique de pays étranglés par leur dette. Celle-ci varie entre 85 et 180 % des produits bruts annuels et entre 250 et 500 % de la valeur de leurs exportations annuelles (les devises doivent d'abord servir à rembourser) !

Pour Dumont, l'inquiétude sur le système bancaire international empire en 1979, quand la Pologne, un an avant l'émergence de Solidarité, se révèle insolvable. Le 12 août 1982, c'est le Mexique qui veut se déclarer insolvable. Et rappelez-vous, en novembre 1985, le président du Pérou, Alan Garcia, qui reçoit les applaudissements des représentants de 158 pays venus célébrer à Rome le quarantième anniversaire de la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) en condamnant publiquement le FMI et en annonçant qu'il ne consacrera pas plus de 10 % des recettes d'exportation au service de la dette ! Les banques mondiales tremblent ; le FMI fait le gros dos ; l'impasse est officielle. Richard Lombardi (vice-président de la First National Bank of Chicago) écrit que nous « vivons sous la menace d'une double apocalypse, le danger nucléaire et la famine qui correspond à un Hiroshima tous les cinq jours... Sur le produit national mondial, 6 000 milliards de dollars, 1 000 milliards vont au Tiers-Monde, OPEP inclus. Sur ces 1 000 milliards, plus de 70 % reviennent à moins de 8 % de la population : cet écart n'est pas le fruit du hasard ».

Les pays du Sahel ne survivent que grâce à l'aide internationale ; cette aide est utilisée d'abord pour alimenter les villes. Au Sénégal, l'arachide occupe presque la moitié des terres cultivées ; mil et sorgho, céréales nationales, ont cédé la place au riz et au blé importés. Mais la dégradation des termes de l'échange, dont les rênes sont tenues par les bourses et les firmes occidentales, fait que les recettes d'exportations de l'Afrique ont diminué de 40 % en dix ans. Détail significatif sur la dépendance vis-à-vis du marché extérieur et l'impact de la publicité : 30 % des enfants de 18 mois à Pikine, bidonville de la banlieue de Dakar, ont du Nescafé au petit

déjeuner !

La Banque mondiale elle-même reconnaît, un peu tard, le recul de l'Afrique et s'en affole. Mais elle continue à proposer une insertion accrue de l'Afrique sahélienne dans les échanges internationaux. Enormité quand on sait que cette partie du monde est en voie d'être rayée de la carte du commerce international !

René Dumont, lui, est plus réaliste (ou plus honnête). Il préconise une économie basée sur les besoins (et non sur le profit), dont les conditions préalables sont le protectionnisme (relever les prix agricoles et diminuer les importations, ce que tout pays riche a fait lors de son développement) et l'alphabétisation "fonctionnelle". Il déplore que les salaires des fonctionnaires absorbent 80 % des budgets ; que les femmes fournissent 70 % de la force de travail africaine et soient anéanties par leurs grossesses répétées ; il dénonce les pouvoirs abusifs des usuriers locaux, des marabouts, des commerçants, des militaires, de la bureaucratie civile ; il réclame la première révolution agricole, celle des cultures fourragères, de la roue et de l'énergie animale.

Démonstrations et (très belles) photos à l'appui, René Dumont et Charlotte Paquet qui a participé aux reportages et à la rédaction de l'ouvrage, nous montrent comment ces investissements humains (à la chinoise) sont plus appropriés que le béton et l'énergie motorisée... Les grands barrages sur le fleuve Sénégal (dont les officiels, gouvernants et coopérants continuent pourtant à se féliciter) sont inappropriés aux besoins ; leur coût atteint déjà 5 000 milliards de francs, soit plus que la valeur du produit intérieur brut de la Mauritanie, ou pratiquement celle du PIB du Mali ("mon empire pour un barrage") ! Or beaucoup de "développeurs" ont tendance (ils y ont intérêt) à mettre la charrue, et même le tracteur, avant les bœufs. Ainsi, à côté du Paris-Dakar, hué par René Dumont, se montent des initiatives comme Tracto'dak, qui se qualifie de "premier raid humanitaire agricole" et expédie de Paris (le 14 décembre 86) à Dakar (le 20 janvier 87) par le Sahara, huit tracteurs, des conserves alimentaires et des médicaments au Mali et au Sénégal. Mécanisation prématurée si l'on en croit les notes de voyage de *Pour l'Afrique, j'accuse*.

Mais (et c'est là que le bât blesse) les changements politiques nécessaires mettent à l'épreuve la nature humaine, celle des dirigeants comme celle des malheureux, résignés à leur "destin". René Dumont, tout en se plaçant sur un terrain technique (il est agronome) et politique (il répond — encore aujourd'hui — à des missions confiées par des chefs d'Etat), en appelle plus à une révolution des comportements, une révolution morale. L'affirmation implicite, permanente que la morale sous-tend la politique, et qu'elle a beau être piétinée, moquée par elle, elle ne peut être contournée, est d'ailleurs l'une des fraîcheurs du livre. Mais elle laisse sceptique : "le pouvoir au peuple" (chaque village devenu une petite république où tout le monde serait respecté mais ne pourrait plus "abuser") n'est-il pas une douce illusion, la participation paysanne, une formule incantatoire et les propositions de René Dumont des vœux pieux ?...

Depuis *L'Afrique noire est mal partie* (1962), René Dumont a trouvé un filon qui ne se tarit pas, diront ses détracteurs. Pourtant ce livre n'est pas une compilation des 39 ouvrages précédents de ce récidiviste infatigable. C'est avant tout un reportage : *Journal d'un agronome au Sahel en voie de destruction* est le sous-titre du livre, conçu comme un puzzle ; les pièces en sont les réflexions de l'homme d'expérience sur les causes de la "ruine" de l'Afrique sahélienne ; les carnets de voyage de l'agronome au Burkina-Faso (le pays des hommes intègres), au Niger, au Mali et au Sénégal en 1981, 1984 et 1985 ; une biographie de ce Cassandre qui, après avoir prêché dans le désert, revendique la paternité d'analyses aujourd'hui reprises par les organismes officiels ; une douzaine d'annexes de multiples auteurs qui sont autant de "portraits" sur le vif, tant des pays concernés que des multiples "sponsors" de leur développement. A signaler, au moins deux témoignages lumineux, la biographie d'un africain, ingénieur des télécommunications et ex-enfant mendiant, et, en quelques lignes, celle de la vie brève (3 ans) d'un enfant, plus démonstrative que toutes les statistiques !

Un coup de phare est également donné sur le courant anti-tiers-mondiste, porté notamment par une fondation "Libertés sans frontières" et exprimé lors d'une mémorable séance donnée au Sénat les 23 et 24 janvier 1985. On reproche à Dumont d'alimenter une mauvaise conscience et de mettre en cause des modes de vie et de consommation (*american way of life*)... La langue de bois et le regard de verre ne sont certes pas les attributs de cet homme. Doit-il pour éviter le piège de l'ethnocentrisme de l'expert (blanc) taire ses sanglots que des écrivains comme Pascal Bruckner ont tournés en dérision (voir *Les sanglots de l'homme blanc*) ? René Dumont n'abdique pas et, soulignant la diversité des analyses tiers-mondistes, il règle leur compte à ceux qu'il considère avec d'autres comme des "spécialistes mondains du ricanement sur le Tiers-monde". Il ne s'attarde d'ailleurs pas sur une polémique qui lui paraît peu opportune et vivifiante au regard de la famine africaine et de la mortalité infantile (équivalente à celle de l'Europe au début du siècle). Les ONG (Organisations non gouvernementales) restent au cœur de ses espoirs ; leurs militants dévoués sont des hommes de service plus près des réalités paysannes que ne le sont les coopérants, trop souvent hommes de privilèges.

La fierté naïve de ce prophète du drame actuel (ses prévisions, publiées en 1954, n'avaient qu'une seule erreur, elles n'étaient pas assez catastrophistes !) n'a d'égale que son ardeur à se faire entendre. En annexe, un savoureux exposé fait le 31 mars 1982 devant une quarantaine de diplomates attachés à la Banque mondiale met en cause la surdité de cet organisme aux analyses de Dumont : « ce que j'avais compris à 19 ans, en 1923, la Banque mondiale ne l'a pas encore compris en 1982 ! » Est-ce à lui qu'il faut reprocher la famine et la désertification, sous prétexte qu'il est le premier à les avoir pressenties « malheur à celui par qui le scandale arrive ! » ?

Pourtant, le fait est là : l'Afrique est de plus en plus affamée même si la consommation d'huile, de riz, de sucre blanc, de boissons gazeuses augmente et que l'obésité, le diabète sucré et les maladies cardio-vasculaires apparaissent dans les villes ; sa démographie galope mais sa production vivrière stagne lorsqu'elle ne recule pas ; les déserts avancent (dans le monde) de 200 000 km² par an (plus du tiers de la France).

Bien sûr, le livre agace et lasse, par son avalanche de "mauvaises nouvelles", ses excès et ses (rares) contradictions. Mais apparemment, pour ce "vieux sage" dont la voix, plus encore que la plume, est d'une fermeté superbe ; c'est notre époque, plus que son livre, qui est apocalyptique.

Marie-Laure Moinet

(1) Plon, Terre humaine, 448 p., 150 F.

Isaac Asimov
L'UNIVERS DE LA SCIENCE
Interéditions, 940 p., 285 F

Daniel Boorstin
LES DECOUVREURS
Seghers, 719 p., 195 F

Les deux auteurs que voilà, Asimov et Boorstin, appartiennent à cette race d'écrivains de fibre encyclopédiste, à la limite de la graphomanie (*L'univers de la science* est le 309e livre d'Asimov !). Le propos d'Asimov, tel qu'il apparaît sur la quatrième de couverture, « est tout simplement » de présenter « la somme des connaissances scientifiques conquises par l'humanité, de l'Antiquité à nos jours ». Celui de Boorstin est de tracer la saga de génies tels qu'Hérodote, Copernic, Newton et d'autres, qui nous semblent beaucoup moins géniaux, comme Freud et Marx.

On ne peut faire aucun reproche à l'ouvrage d'Asimov. L'ouvrage est bien structuré, les données complexes y sont exposées clairement et de façon classique (c'est-à-dire sans les fantaisies spéculatives auxquelles l'auteur est enclin) et il faut même lui faire un éloge : les informations sont tout à fait à jour dans chacune des sections, l'Univers, le système solaire, la Terre, les particules, les ondes, la machine, le réacteur nucléaire qui constituent la première partie, la molécule, les protéines, la cellule, les micro-organismes, le corps, les espèces et l'esprit, qui constituent la seconde partie, accrue d'un appendice sur le rôle des maths. C'est une petite encyclopédie scientifique de format finalement maniable et à laquelle nous souhaitons beaucoup de succès, car elle est accessible, dans sa majeure partie, à tout cerveau qui possède quelque bagage et un peu de curiosité.

L'intérêt du livre de Boorstin dépasse la reconstitution biographico-historique traditionnelle, car l'auteur offre des données connues des seuls spécialistes sur de nombreux points, par exemple le culte ancien de la mémoire, grâce à laquelle il n'était pas rare de rencontrer des gens capables de réciter des centaines de vers. Et Boorstin de rappeler la parole prophétique de Hugo, selon qui les livres tueraient les cathédrales. De fait, l'imprimerie a énormément réduit l'exercice de la mémoire, comme chacun peut le vérifier de nos jours. Autre point, le dédain de l'Islam pour l'Histoire (en dépit de l'existence de chroniqueurs tels qu'Ibn Khaldoûn), ou le rôle négatif de l'Eglise dans la représentation des Indiens américains, toujours considérés comme suppôts de Satan, du moins jusqu'à l'intervention de cet amateur inspiré que fut Morgan, "père" de la cause indienne.

On reprochera en revanche à Boorstin un ton plutôt abstrait et le peu de relief des personnages prodigieux qu'il évoque. En ce qui touche à Newton, par exemple, il eût été passionnant de savoir comment ce personnage atrabilaire et dévoré par un hermétisme bien peu scientifique parvint à percer le plafond du savoir de son temps et à devenir un découvreur... Mais en dépit de son caractère un peu trop universitaire, l'ouvrage passe quand même bien la rampe.

Pour les deux ouvrages, il faut pousser un "ouf" de soulagement : les traductions sont correctes et même élégantes. Rendons hommage à Françoise Balibar, Claude Guthmann, Alain Laverne, Jean-Pierre Maury, Christine Coulondre, Marie-Jo Massé et John Reams pour l'Asimov (toute une équipe !) et Jacques Bacalu, Jérôme Bodin et Béatrice Vierne pour le Boorstin. On oublie trop souvent l'importance de ces modestes ! **G.M.**

Christian Bouchardy
LA LOUTRE
Sang de la Terre 192 p., 90 F.

A une époque où l'on estime que seul le chercheur de profession peut faire œuvre utile, il est agréable de trouver chez Christian Bouchardy, un vivant démenti. Employé dans une administration et pris de passion pour la loutre, il a pu s'imposer aux naturalistes des universités et des organismes de recherche par le sérieux de ses méthodes et faire admettre ses travaux parmi les meilleurs.

Il faut dire que la loutre, animal nocturne et discret, a de quoi susciter des passions, et les rares témoins de son passage silencieux peuvent en garder longtemps le souvenir.

Naguère répandue en France, puis disparue de nombreuses régions, elle amorce un retour grâce en particulier à l'auteur, qui indique avec précision ce qu'il faut faire ou ne pas faire pour la faire revenir.

Armé de ce livre, vous suivrez la rivière pour tenter d'apercevoir ses traces. Traces qui portent des noms singuliers : les crottes sont des "épreintes", les terriers des "catiches" ! Peut-être aussi pourrez-vous y rencontrer Christian Bouchardy, homme de terrain s'il en est. **Jacques Lecomte**

Georges Broussaud
LES VIDÉODISQUES
Masson, 216 p, 118 F

Aventure paradoxale que celle du vidéodisque : élaboré à partir des années 20, il n'a commencé à être commercialisé qu'un demi-siècle plus tard. Alors considéré comme un support de programmes audiovisuels pour le grand public, il fit l'objet de plusieurs tentatives de lancement à l'échelle mondiale par des firmes comme RCA, Motorola, Decca, Telefunken, Thomson, Hachette. Toutes se soldèrent par de cuisants échecs. Les géants de l'électronique y perdirent des sommes considérables (en tout, près de 600 millions de dollars entre 1966 et 1984), d'autres firent faillite.

Mais le vidéodisque n'est pas mort pour autant. Il est omniprésent, il s'implante lentement sur

(suite du texte page 138)

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

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

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

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

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

Marc A., HEC

GRATUITS! 1 brochure + 1 test

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

X 14C

Mon nom: ..... Prénom: .....

Mon adresse complète: .....

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

CONTROL DATA

4 FORMATIONS A L'INFORMATIQUE
par un grand constructeur d'ordinateurs

De 15 à 27 semaines à Paris, Marseille, Bordeaux, Lyon, Nantes, Lille et Nancy.

Admission de niveau bac à bac + 2
Tests gratuits. Prêts formation 100 %
Aide au placement assurée - Début des cours chaque semaine.
Pour documentation, retournez ce bon à INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA, Bureau 120 - B.P. 154 - 75623 Paris Cedex 13 - Téléphone (1) 45.84.15.89.

Votre nom

Votre adresse

Votre téléphone

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA
Pour devenir un vrai professionnel

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 F1
Nom .....
Adresse .....
..... code postal .....
Ville .....

des marchés professionnels, il pèse de plus en plus sur l'avenir de l'image et de la communication.

Georges Broussaud qui fut, au sein de Thomson, l'un des pionniers du vidéodisque, raconte cette aventure à travers les diverses techniques qui furent proposées : les vidéodisques à aiguille comme le TED de Telefunken et Decca, le CED de RCA, le VHD de JVC, les vidéodisques optiques comme ceux de Philips et Thomson, les disques optiques numériques, le disque compact audio à lecture par laser, etc. Toutes ces techniques sont exposées dans un langage clair d'où sont exclus les développements théoriques. Les causes des échecs commerciaux des premiers lancements sont analysés. La place et le rôle du vidéodisque dans la panoplie des vecteurs de la communication de demain sont exposés.

C'est, à notre connaissance le premier livre complet et lucide sur le sujet. **Roger Bellone**

Dr Francis Lefébure
SPASMOPHILIE ET DÉPRESSION PAR TÉTANOS CHRONIQUE

Chez l'auteur

Le tétanos serait une maladie chronique ! Si ! Francis Lefébure, ancien externe des hôpitaux de Paris, et docteur en médecine de son état, en est certain ! Il a réalisé un opuscule, inénarrable, à compte d'auteur, dans lequel il expose ses vues très singulières.

Quelques millièmes de la population seraient, à l'en croire, atteints de soubresauts musculaires des lèvres et de la nuque, de frissons « particuliers en ce qu'ils n'atteignent que la moitié du cuir chevelu, d'une lourdeur de tête spéciale, de vibrations internes d'une intensité terrorisante » et de « cauchemars où l'on casse les meubles ». Diagnostic : tétanos ! Niché dans un durillon pendant 10 ou 20 ans, le bacille tétanique prolifère, s'épanouit et nage dans les miasmes de champignons microscopiques des orteils. Seule solution : changer fréquemment de chaussettes ou mettre des sandales. Sinon, c'est le naufrage du tétanique ! Pourquoi l'ordre des médecins ne se penche-t-il pas sur cette proposition ? **Jean-Michel Bader** ▲

PLUS CHERS, MAIS PLUS BEAUX

Jacques Leclerc
L'ÈRE NUCLÉAIRE

Hachette, album ill. n. et coul., 420 p., 395 F

Depuis la première transmutation de l'atome par Rutherford en 1919, jusqu'aux 375 réacteurs nucléaires qui fonctionnent actuellement à travers le monde, l'épopée nucléaire a marqué notre siècle. Le livre de Jacques Leclerc qui en retrace les grands moments, ouvre les portes des centrales françaises et étrangères. Mais la visite reste officielle. Tout ce que le lecteur verra, à travers de superbes photos, des reproductions d'œuvres d'art et un texte fort clair, ne représente que l'endroit du décor.

On ne peut reprocher à l'auteur de défendre la cause de la grande maison qui l'emploie. Jacques Leclerc appartient en effet à la direction de la production technique à EDF et cette bible, qui ressemble fort à un ouvrage de propagande, est donc consacrée à la gloire du nucléaire. « C'est un objectif de ce livre que d'aider le lecteur à faire le tri dans les impressions, les arguments et les faits » écrit l'auteur, sans préciser qu'il donne un sérieux coup de pouce au lecteur pour le diriger vers la « bonne » direction. Si bien que les aspects critiques du nucléaire ne sont nulle part abordés, ce qui est dommage. L'effet des rejets radioactifs sur l'environnement est réglé en une page, le stockage des déchets de haute activité en une autre, tandis que tout un chapitre est dévolu à l'architecture. Aucune mention non plus de certains problèmes rencontrés, comme les fissures des cuves et des générateurs de vapeur des réacteurs PWR ou bien les ruptures des broches.

Dès que l'on aborde le domaine de la contestation, le raisonnement devient carrément simpliste. Ainsi, lorsque l'auteur nous expose que « les développements raisonnés des partisans s'opposent aux arguments irrationnels des opposants », il oublie que l'opposition compte aussi des grands physiciens, des chimistes, des économistes, des biologistes et que le débat n'est pas aussi simple qu'il y paraît. La longue préface de Marcel Boiteux, président d'EDF, est à cet égard plus nuancée, plus subtile.

Le caractère encyclopédique de ce beau livre, les schémas qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement de certains organes, les illustrations bien choisies, les annexes pratiques, le rendent toutefois intéressant pour tous ceux qui se sentent concernés de près ou de loin par le nucléaire. A condition qu'ils se précipitent juste après sur le *Crépuscule des atomes* de Louis Puiseux, ou *Le dossier électronucléaire* aux Editions du Seuil, moins attrayants mais plus réalistes.

Jacqueline Denis-Lempereur

Sous la direction de Pierre Vidal-Naquet
LE GRAND LIVRE DE L'HISTOIRE DU MONDE

France-Loisirs, 352 p., 118 F

Un aide-mémoire des événements marquants depuis 35 siècles. Le nom du maître-d'œuvre garantit l'exactitude et la concision des informations. Excellentes illustrations. Pour tous publics à partir de 10 ans et pour rendre les classes d'histoire moins difficiles. **G.M.**

CHEFS-D'ŒUVRE DU GENIE HUMAIN

Sélection, 320 p., 269 F

Génie s'entend ici au sens double de génie civil autant que d'inspiration transcendante. L'ouvrage, réalisé avec une remarquable ampleur de vues, comprend les fortifications, les voies de communications, les édifices religieux, les tombeaux et sépultures, les palais et châteaux, les villes, les édifices publics et les grands travaux. Cela fait qu'on y trouve aussi bien Tikal, cité maya, que le pont de Brooklyn, et Chartres aussi bien que la Grande Muraille de Chine. Les descriptions sont éloquentes et comportent, au moins pour les profanes, des indications techniques assez fouillées. L'illustration est de premier ordre. L'impression est italienne, la photogravure et la photocomposition sont françaises et toutes remarquables.

G.M.

VIVEZ PLEINEMENT L'AVENTURE MICRO

La micro-informatique, c'est la grande aventure de notre temps. Une aventure industrielle à Mach II, ainsi qu'une fantastique aventure personnelle pour tous ceux qui vivent et qui travaillent avec un micro-ordinateur.

Chaque mois, faites le point sur toute l'actualité de la micro-informatique avec SVM, SCIENCE & VIE MICRO.

Découvrez dans SVM des expériences originales, des applications nouvelles, des enquêtes et des reportages sur tout ce qui bouge dans la micro.

Et comme plus d'un million de lecteurs-utilisateurs, faites confiance aux bancs d'essai complets de matériels et de logiciels signés SVM.

SCIENCE & VIE MICRO SVM

AU SOMMAIRE DU N° DE FEVRIER :

- **COMMENT CHOISIR SON LOGICIEL 1re partie : les traitements de texte.**
- **ATARI ST, AMIGA DE COMMODORE, APPLE II, MACINTOSH, IBM PC : TOUS COMPATIBLES !**
- **GESTION : UN LOGICIEL DECISIONNAIRE AU BANC D'ESSAI**
- **QUEL TELEPHONE POUR DEMAIN ?**
- **AU BANC D'ESSAI : LE SANYO 16 PLUS, UN COMPATIBLE IBM PC A 6 000 F.**

SCIENCE & VIE MICRO SVM

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

SON

La haute fidélité avec une enceinte de 6 cm d'épaisseur

La diminution de l'encombrement d'une enceinte acoustique ne passe pas nécessairement par sa miniaturisation. On peut aussi la rendre extrêmement plate pour la disposer contre un mur ou même la suspendre comme un tableau. Les constructeurs le savent depuis longtemps et, périodiquement, proposent des enceintes plates. Des Polyplanar ou Sonoplan des années 1970, utilisant un diaphragme en polystyrène expansé, aux enceintes modernes comme la Magneplanar, dont le diaphragme est un film plastique aluminé, ou la Caliper d'Apogée, au diaphragme en feuille d'aluminium plissé, les fabricants ont constamment cherché à produire des enceintes-panneaux, les plus planes possibles, ayant de bonnes qualités musicales. Car l'enceinte plane a un avantage sur les modèles miniaturisés : elle n'interdit pas l'emploi de larges haut-parleurs de grave, les seuls qui permettent de descendre dans les basses fréquences.

La dernière en date nous vient de Matsushita au Japon, sous la marque Technics et la référence AFP (Audio Flat Panel). Elle mesure 1 mètre de côté pour une épaisseur de 6 cm. A la différence de celles qui l'ont précédée, l'AFP est une enceinte à quatre voies et cinq haut-parleurs, dont deux servent à la reproduction des sons graves. Ces derniers mesurent 30 × 80 cm et sont disposés de part et d'autre de l'enceinte dans une enveloppe fermée afin que les ondes sonores arrière ne puissent pas entrer en interférence avec les ondes avant. Leur diaphragme est réalisé en matériau composite renforcé de mica et d'une substance à base de chitine dont l'aspect est comparable à un vernis.

Les haut-parleurs de médium et d'aigus sont montés dans une enceinte ouverte disposée entre les deux enceintes closes des graves. L'ensemble a été étudié pour une restitution sonore de haute fidélité et, en particulier, pour les enregistrements audio-numériques, notamment sur disque compact à lecture par laser. Matsushita annonce une réponse de 35 à 40 000 Hz à – 10 dB, avec une puissance efficace de 150 W pour un niveau de sortie de 88 dB. L'enceinte Technics AFP a été présentée fin 1986 à l'Audio Fair de Tokyo comme prototype dont la commercialisation n'interviendrait que cette année.

PHOTO

Un 24×36 compact à zoom incorporé

Le premier appareil 24×36 de type compact à zoom incorporé, le Pentax 70 Date, avait été annoncé à la Photokina 86 à Cologne. Sa commercialisation a commencé au Japon dès décembre au prix de 58 800 yens (soit environ 2 400 F). Le zoom est un 3,5-6,7 de 35 à 70 mm à 8 lentilles autorisant la photo rapprochée avec un rapport de reproduction de 1/8. La mise au point, l'exposition et l'entraînement du film sont automatiques. Un flash électronique incorporé est également automatique avec des films de 100 ISO, pour des sujets se trouvant entre 1 et 5 m avec la focale de 35 mm, 1 et 3,30 m avec celle de 70 mm et 0,6 et 1 m en position "macro" (photo rapprochée). Une correction de 2 diaphragmes au maximum peut être programmée. L'appareil mesure environ 14 × 7 × 6 cm et pèse 480 grammes. L'importation est prévue en France pour le printemps.

La pose de fils électriques sous protection est facilitée par le procédé Minisnap, comportant des cornières de 1 ou 2 m auto-adhésives. Celles-ci se fixent le long des plinthes ou des moulures et reçoivent des fils de 5 à 9 mm de diamètre. Prix : 30 F les 3 cornières de 1 m (Thealit, 3 et 5 rue Henry Murger 93210 La Plaine St-Denis).

VIDÉO

La télévision de poche en difficulté

1

La télévision sur écrans à cristaux liquides reste la technique la plus employée par l'industrie japonaise pour la réalisation de petits récepteurs. La production porte surtout sur des téléviseurs dotés d'écrans de 10 à 20 cm qui permettent de présenter une image lisible. Toutefois, les modèles plus petits ne sont pas abandonnés, comme en témoigne le dernier-né de Casio, le TV-6 000 (**1**).

Lancé à la fin de 1986, ce téléviseur couleur possède un écran de 6,5 cm. Il est conçu pour figurer parmi les objets de bureau ou au tableau de bord d'une automobile. L'écran à cristaux liquides compte 46 656 points. C'est un appareil perfectionné : la recherche des canaux (VHF et UHF) s'effectue automatiquement par balayage des fréquences. Un

2

minuscule tube au néon assure l'éclairage de l'écran. En effet, un écran à cristaux liquides s'observant par transparence, comme une diapositive en quelque sorte, il est nécessaire de disposer d'une source lumineuse, lumière du jour ou éclairage artificiel, par derrière. Le Casio TV 6 0000 mesure 11 × 9 × 10 cm et pèse 380 grammes.

Un autre téléviseur, créé par Matsushita, le National Pana Crystal (**3**), possède un écran à peine plus grand, 7,5 cm, mais offre une résolution beaucoup plus élevée avec 89 280 points. Ce modèle peut s'adapter sur un magnétoscope et la sélection des canaux, s'effectuant par une molette, est simplifiée. L'image est de bonne qualité et il est même possible de lire un sous-titrage sans l'aide d'une loupe. L'écran est inclinable et lorsqu'il est relevé, il faut ajouter une source lumineuse auxiliaire pour avoir une image brillante. Le téléviseur mesure 22 × 9 × 16 cm. Hitachi et Toshiba ont aussi lancé chacun, un modèle fin 1986. Leurs écrans sont plus grands : respectivement 16 et 10 cm.

Sharp, avec le Joy Case (**2**), a réalisé un combiné radio-cassette stéréo avec téléviseur à écran plat à cristaux liquides, mais en noir et blanc. L'ensemble ne mesure que 13 × 8 × 3 cm et ne pèse que 340 g avec batterie. En ouvrant le couvercle qui supporte l'écran à cristaux liquides, on découvre le logement de la cassette.

Toutes ces merveilles de la technologie japonaise ne seront peut-être jamais disponibles en France, voire en Europe. Car, en matière de télévision, la fréquence du courant secteur, de 50 Hz en Europe et de 60 Hz au Japon et aux Etats-Unis, impose un nombre de lignes différent, respectivement 625 et 525. Un premier obstacle commercial auquel il faut ajouter les standards de télévision en couleurs incompatibles SECAM et PAL pour l'Europe, NTSC pour le Japon et les Etats-Unis. Enfin le marché européen pour ce type de produit est trop étroit pour que les Japonais envisagent des versions 625 lignes PAL-SECAM de leurs mini-téléviseurs. Mais il y a plus : le Japon connaît aujourd'hui une crise. La hausse du yen freine les exportations vers leur meilleur client pour ce type de produit : les USA. En ce qui concerne le National Pana Crystal, par exemple, Matsushita avait prévu d'en fabriquer 20 000 unités mensuellement, aujourd'hui il n'est produit qu'à 5 000 exemplaires par mois et le constructeur exclut toute exportation pour le moment. Quant à la seule tentative européenne, celle du téléviseur de poche noir et blanc du Britannique Sinclair, elle a rapidement échoué.

Malgré cela, il arrive que certains de ces produits soient ponctuellement en vente en France. C'est le cas actuellement du téléviseur de poche à écran à cristaux liquides noir et blanc Citizen, qui est vendu par correspondance aux possesseurs de la carte American Express. Il s'agit d'une fabrication spécifique, ce qui explique son prix élevé : 1 990 F, correspondant à celui d'un modèle couleur au Japon. La brochure publicitaire de cet appareil est pour le moins fantaisiste, puisqu'elle parle de "sonorisation stéréo incorporée", chose impossible avec un seul haut-parleur et sans intérêt en France puisque l'émission du son de notre télévision est monophonique.

3

VIDÉO

Un magnétoscope pour effets spéciaux

La firme Hitachi a commercialisé au Japon le premier magnétoscope VHS (le VT 2 400) doté d'une mémoire à semi-conducteurs permettant certains trucages. Comme une mémoire d'ordinateur, elle stocke les images sous forme numérique autorisant leur traitement ultérieur pour réaliser une série d'effets spéciaux : création d'une fenêtre dans l'image, incrustation d'une image (provenant par exemple d'un programme de télévision) dans une autre image (provenant par exemple d'une cassette vidéo), arrêt sur image, accéléré et ralenti, fondus à la fermeture et à l'ouverture.

Les autres caractéristiques de ce magnétoscope sont classiques. Il permet en particulier de programmer 15 jours à l'avance l'enregistrement automatique d'une émission. Dimensions : 43 × 9,5 × 32 cm. Poids 7,4 kg.

PHOTO

Un reflex 24 × 36 à flashes interchangeables

La firme japonaise Kyocera vient de lancer l'appareil 230-AF, un reflex 24 × 36 doté de 13 automatismes de l'exposition et de la mise au point. D'emblée, il apparaît ainsi comme un appareil pour amateurs avertis, capables de déterminer l'automatisme utile pour telle ou telle prise de vue.

Le système de mise au point, tout d'abord, comporte un automatisme original qui commande le déclenchement de l'obturateur lorsqu'un sujet en mouvement arrive à une distance dont la valeur a été préalablement affichée sur le boîtier. Le photographe peut donc obtenir l'image nette d'un personnage, d'un véhicule ou d'un animal venant vers lui, au moment où il arrive à un endroit déterminé du champ. Dans une course de chevaux, par exemple, le déclenchement pourra être obtenu sur le franchissement d'une haie ou sur le passage de la ligne d'arrivée. L'appareil permet par ailleurs la mise au point manuelle et deux formes de mise au point automatique : en vue par vue, ou en continu sur un sujet se déplaçant.

En ce qui concerne l'exposition du film, 9 types de réglages sont programmables : automatisme de la vitesse et du diaphragme (ce programme étant automatiquement modifié en fonction de la focale de l'objectif), automatisme du diaphragme ou de la vitesse, automatisme au flash par mesure de la lumière sur le film, automatisme du diaphragme en photo au flash, automatisme au flash en fonction de la distance du sujet, réglage manuel avec ou sans flash, exposition automatique en mesure sélective de la lumière sur une plage particulière du sujet. Dans tous les cas, les vitesses utilisables s'échelonnent de 16 s au 1/2 000 s. Au flash, toutes les mesures de lumière se font sur le film, en temps réel.

Le Kyocera 230-AF reçoit 4 types de flashes électroniques dont un, le CS-110 AF, est conçu pour coiffer le prisme. Totalement automatique, il assure l'exposition par modification de la durée de l'éclair, après affichage d'un diaphragme en fonction de la distance de prise de vue (cette sélection du diaphragme étant commandée par un microprocesseur 8 bits).

L'appareil comporte un moteur incorporé alimenté par une pile au lithium qui assure le chargement du film en 2,5 s. Sur le boîtier, un écran à cristaux liquides permet l'affichage des paramètres en service. Une gamme d'objectifs AF (à mise au point automatique) est proposée en même temps que l'éventail classique des optiques Carl Zeiss.

Le Kyocera 230-AF est vendu au Japon 109 000 yens, soit environ 4 400 F, avec flash 110-AF et objectif 1,8/50 mm. Il sera exporté en Europe courant 1987 sous la marque Yashica. Les marques Yashica et Contax appartiennent en effet au groupe Kyocera.

Bosch, Philips, Thomson et Thorn EMI ont fixé le calendrier pour le développement du système européen de télévision à haute définition. Les paramètres techniques seront établis en avril prochain et la construction des matériels nécessaires (caméras, magnétoscopes, téléviseurs, émetteurs) sera achevée en 1990 pour la conférence préparatoire du CCIR. Le projet est financé par 40 organisations européennes. Techniquement, le système sera compatible avec les standards C-MAC de transmission par satellite. Dans sa forme définitive, il utilisera un balayage de plus de 1 000 lignes.

VIDÉO

Photo magnétique toujours trop cher

De tous les prototypes d'appareils pour la photo magnétique, le Konika SV-C10 est sans aucun doute le plus fonctionnel. Cet appareil comporte en effet une poignée latérale étudiée pour assurer une bonne tenue en main et permettre des prises de vues stables. L'équipement optique et électronique est de conception tout aussi perfectionnée : analyse de l'image par écran DTC (dispositif à transfert de charges) de 300 000 cellules, enregistrement sur disquette standard de 50 vues, zoom à mise au point automatique 1,4/12-36 mm, affichage des données par cristaux liquides et dosage automatique de la lumière atteignant l'écran DTC selon trois programmes (réglage de la vitesse, du diaphragme ou des deux).

Comme tous les systèmes de photo magnétique, le Konica SV-C10 fait appel à un lecteur de visualisation sur moniteur couleur et à une imprimante pour le tirage d'épreuves en couleurs. Cette dernière est très différente des matériels concurrents : elle n'utilise ni laser, ni imprimante à jet d'encre, ni système thermique. Elle comporte un tube cathodique noir et blanc sur lequel viennent s'inscrire par balayage électronique les 3 images de sélection du rouge, du vert et du bleu. Elles impressionnent un papier photographique en couleurs respectivement à travers les filtres rouge, vert et bleu. Le processus d'impression prend 30 secondes. L'appareil développe ensuite le papier en 6 minutes. La définition de l'image fournie par l'appareil de prise de vue, (480 × 640 points) est remarquable pour de la vidéo mais encore bien médiocre pour de la photo. La tireuse double pratiquement cette définition pour affiner l'image (960 × 1 248 points) sans pour autant créer du détail.

Comme tous les systèmes concurrents (à l'exception du Canon), Konica SV-C10 n'est pas commercialisé. Il n'y a en effet aucun marché véritable pour un matériel de prise de vue dont le prix dépasserait 30 000 F.

PHOTO

Un 6×6 reflex en or

Il est rare qu'un même appareil photographique soit construit durant 30 ans. C'est un record que la firme suédoise Hasselblad vient de mettre à son actif avec l'appareil 6 × 6 reflex 500 C. C'est en effet en 1957 que fut lancé le premier Hasselblad 500 C. Quelques années plus tard, le 30 octobre 1962, ce modèle fut utilisé pour la première fois par la NASA pour ses missions spatiales. Aujourd'hui, le 500 C reste l'un des appareils les plus appréciés des photographes. Pour commémorer cet anniversaire, Hasselblad lance 1 400 modèles 500 C plaqués or à 24 carats. Bien qu'il s'agisse d'un boîtier normal fonctionnant parfaitement, cet Hasselblad s'adresse plus particulièrement aux photographes collectionneurs. Son prix atteint en effet 31 000 F. (Hasselblad-France, 2 rue Curnonski, immeuble Courcellor 1, 75017 Paris).

Les objets du mois

Objets astucieux et appareils ingénieux produits par l'industrie arrivent souvent sur le marché sans tambour ni trompette : le fabricant les commercialise sans présentation à la presse ni publicité, parce que les retombées du progrès scientifique et technologique dans le quotidien se multiplient très vite et, finalement, se banalisent. Les acheteurs les découvrent alors par hasard, en flânant de boutique en boutique. Chaque mois, nous allons ainsi fouiner aux "puces" de la technologie, autant pour vous informer que pour votre plaisir.

1 RÉCHAUFFEUR DE GAZOLE SANS THERMOSTAT

Comme au cours de l'hiver 1984, de nombreux poids lourds et véhicules particuliers à moteur diesel, viennent d'être immobilisés sur les routes : certains composants du gazole "gelaient" et obstruaient l'alimentation en carburant.

Il existe plusieurs modèles de réchauffeurs de gazole qui évitent ce genre de panne. Mais celui qui est proposé par Feu Vert se caractérise par l'emploi d'un élément chauffant auto-régulé en céramique. Son montage est fort simple : on l'interpose dans le circuit d'alimentation du moteur et on le connecte à la batterie.

La résistance de son élément chauffant tubulaire a la particularité de varier en fonction inverse de la température du liquide qui le traverse (de 0 à 300 watts). On obtient ainsi une régulation thermique progressive, supprimant les ruptures de chauffe dues à l'inertie de réponse du thermostat, devenu alors inutile avec ce type de résistance.

Par exemple, si l'on prend trois points de mesure, on obtiendra : 300 watts pour un carburant à – 20°, 100 watts pour + 20° et 0 watt pour 40°. Avec un thermostat et une résistance classiques, la puissance serait toujours la même (300 watts), seul le temps de chauffage varierait.

Prix : 495 F (magasins Feu Vert et Céréa Feu Vert, 4 quai des Etroits, 69321 Lyon cedex 05).

2 UN NOUVEL ART GRAPHIQUE : L'ALUCHROMIE

L'oxydation anodique est une technique de surfaçage qui protège et embellit l'aluminium. Elle consiste à créer une pellicule d'alumine à la surface du métal. Cette pellicule, plus dure que l'aluminium, a la particularité d'accepter certains colorants et de les fixer. C'est sur ces propriétés qu'est fondée l'Aluchromie, une nouvelle technique de peinture créée par J.-M. Paillard.

Le support, dénommé "Alutole", et les encres se prêtent aux effets picturaux classiques (transparences, dégradés, sertis, aplats opaques, etc.) mais aussi à ceux qui sont particuliers à une surface métallique réfléchissante.

L'application des encres peut se faire par tous les procédés classiques tels que pinceau, plume, feutre, chiffon, aérographe ou pochoir. Vingt-quatre nuances de couleurs à l'eau non toxiques et miscibles sont dès à présent disponibles. Elles sont complétées par une substance de dilution des encres, un accélérateur de séchage et une solution de colmatage. Cette dernière insensibilise le support et élimine les excès de colorant. Ainsi après le colmatage, l'Alutole ne donne plus prise aux colorants et acquiert une excellente résistance.

L'Aluchromie est d'un emploi simple qui la destine à la fois au grand public et aux artistes professionnels.

Le coffret du débutant contenant cinq plaques Alutole (25 × 32 cm), cinq flacons d'encres de couleurs à l'eau, un flacon de solution de colmatage et un pinceau coûte 240 F (En vente chez les papetiers et grands magasins).

3 UN HUMIDIFICATEUR À ULTRASONS

Comme tous les humidificateurs, le Biotech 201 est destiné à améliorer le taux d'hygrométrie des locaux asséchés par le chauffage. Pour pulvériser de l'eau en aérosol, il fait appel à une technologie originale : les ultrasons.

L'appareil est de faible encombrement (29 × 19 × 34 cm, 3,9 kg à vide). Il comporte une cartouche déminéralisante et son réservoir peut contenir 5,2 litres d'eau. En tournant un bouton, on peut régler le débit d'aérosols d'eau, jusqu'à 0,6 litre/heure. Un autre bouton commande l'hygrostat qui fixe le taux d'humidité souhaité. Prix : 1 996 F (Répertoire : tél. (1) 47 49 42 92).

4 UNE TÉLÉCOMMANDE PAR RADIO

Cette télécommande de Datsun se présente sous la forme de deux boîtiers. Le premier se glisse facilement dans la poche lorsque son antenne télescopique est repliée ; il contient un émetteur alimenté par une pile de 9 V et commandé par un bouton-poussoir.

Le second, le récepteur, s'intercale, comme un simple interrupteur, entre le secteur (220 V) et la prise de l'appareil sur lequel on veut agir à distance.

Mais ce qui distingue la télécommande Datsun des systèmes à liaison infrarouge (donc fonctionnant "à vue directe") c'est sa portée d'environ cent mètres. On peut, certes, l'employer pour com-

mander une lampe, une chaîne haute-fidélité, un téléviseur ou un ventilateur, mais surtout, elle sera utile lorsque le récepteur sera situé à une grande distance et hors de vue.

Par exemple, on ouvrira une porte de garage ou un portail, on allumera un éclairage de jardin ou on débranchera un système d'alarme sans sortir de sa voiture. Prix : 395 F. (Répertoire, tél. (1) 47 49 42 92)

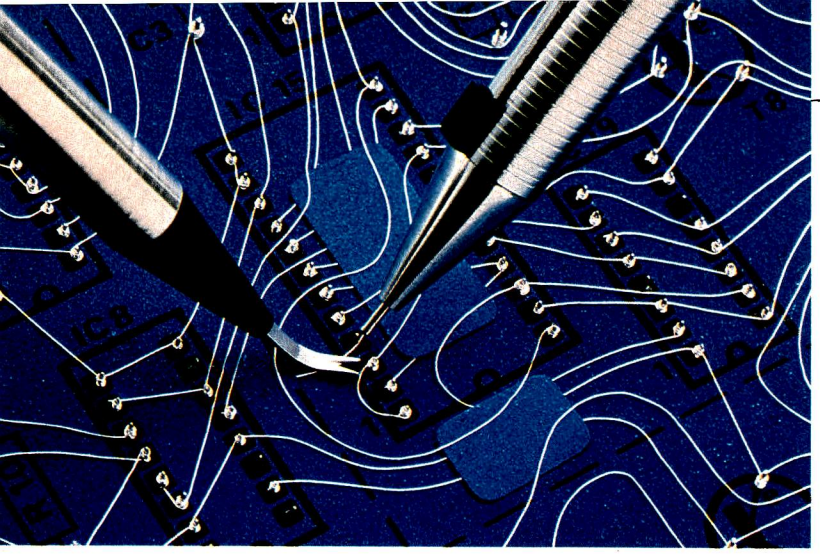
Photo T. Morin

5 UN STYLO POUR CÂBLER LES CIRCUITS

Destiné au montage des circuits électroniques, le Circuigraph se présente sous la forme d'un stylo surmonté d'une bobine. Un fil de cuivre étamé (diamètre 0,15 mm) passe à l'intérieur du stylo et en sort par un minuscule tube.

Pour câbler avec Circuigraph, on commence par mettre en place les composants sur le recto d'une plaque isolante perforée. Il ne reste qu'à retourner la plaque et à enrouler le fil de cuivre autour de la patte du composant (de bas en haut, puis de haut en bas). Après avoir relié de cette manière toutes les connexions qui doivent l'être, on coupe le fil. Un outil spécial, en forme de "pied de biche" est prévu pour dérouler le fil lorsqu'on souhaite modifier le câblage initial (***photo p. suivante***).

Si les fils doivent se croiser, un



petit morceau de ruban adhésif empêchera tout faux contact. Enfin, il est possible d'immobiliser le câblage en vaporisant sur la plaque un adhésif en aérosol avant de commencer. Il est à noter que les contacts ainsi établis ont les mêmes qualités électriques qu'une bonne soudure et qu'ils ont l'avantage de ne pas chauffer les composants fragiles. Un kit Circuigraph comprenant un câbleur, une bobine, un perforateur et un décâbleur est vendu dans les magasins de composants électroniques au prix de 179 F environ.

VOTRE VOIX DANS UNE HORLOGE PARLANTE

Il a l'apparence d'un combiné téléphonique doté d'une grosse montre. En réalité, c'est une horloge équipée d'une mémoire vocale capable d'enregistrer 8 secondes de voix (la vôtre par exemple) ou de musique. A l'heure programmée le message enregistré se fait entendre. Si cette horloge parlante est utilisée comme réveille-matin, le message est automatiquement répété toutes les 30 secondes jusqu'à ce que l'utilisateur arrête l'appareil. Mais le système peut avoir d'autres usages. Par exemple servir d'aide-mémoire pour rappeler une tâche à effectuer à un moment déterminé.

La mémoire vocale de cette horloge est constituée de 2 circuits intégrés LSI (Large Scale Integration) de 64 Kbits. Trois piles de 1,5 V assurent l'alimentation de l'ensemble durant un an. "Voice-memory" est construit par Seiko. Environ 400 F au Japon.

POUR MESURER LES EFFETS DU CHAMP DE GRAVITATION TERRESTRE

Deux savants hongrois, Mme et M. Ozsgyàny de l'université Eötvös à Budapest, viennent de mettre au point le Gravitator, qui, en reprenant le principe de la balance de torsion, permet de réaliser des expériences sur le champ de gravitation de la Terre. Leur instrument est devenu un matériel d'enseignement en Hongrie, et des clubs Gravitator ont été créés. Ces clubs l'exploitent à titre d'objet ludique et organisent des concours dont l'objet est de mettre en évidence les effets de l'attraction universelle...

Extérieurement, l'appareil se présente sous la forme d'un boîtier vertical. Dans la partie inférieure, une fenêtre est aménagée par laquelle on fait pénétrer un faisceau lumineux (ou mieux, un rayon laser) qui est réfléchi par un miroir. En ressortant, il va former un spot sur une échelle graduée fixée contre un mur à cinq ou six mètres.

Dès qu'une masse pesante, de l'ordre de 3 kg, est approchée du Gravitator, le rayon réfléchi se déplace lentement. Au bout de 12 minutes environ, il se stabilise sur l'échelle. La déviation est, comme il se doit, proportionnelle à la masse du corps et inversement proportionnelle à la distance qui la sépare de l'instrument. Le déplacement du spot est de l'ordre de 20 cm pour une masse de 3/4 kg située à 30/40 cm de l'instrument. Des variantes de l'expérience ont été imaginées par l'équipe Ozsgyàny. L'une d'elles consiste à approcher de l'appareil un ensemble formé de cubes pleins et de cubes vides. Le jeu consiste à déterminer le nombre de cubes pleins.

Cette même équipe a informatisé l'instrument, si bien qu'il est possible d'obtenir l'affichage des données sur l'écran d'un ordinateur et de les traiter.

Le Gravitator sans laser ni interfaçage informatique sera prochainement exporté de Hongrie à un prix qui avoisinera les $ 1 000. Gravitator Referencia Bazis Eötvös Lorand Tudomànyegyetem Altalànos Fzikai Tanszek 1088 Budapest Museum. Tél. 187-927. Telex : 22-5459 atomf h.

L'HORLOGE QUI DONNE L'HEURE POUR TOUS LES PAYS DU MONDE

Hatori Seiko vient de commercialiser au Japon et aux Etats-Unis une horloge extra-plate donnant l'heure et la date pour les 24 fuseaux horaires mondiaux ainsi que pour 3 zones appliquant des heures décalées par rapport à ces fuseaux. Cette horloge se présente sous la forme d'une carte du monde divisée en zones. Pour connaître l'heure et la date d'une région, il suffit de mettre le doigt sur cette

région : elles s'affichent aussitôt sur un écran à cristaux liquides. Aucun déréglage de l'ensemble n'est provoqué par les pays changeant d'heure l'été : une touche électrique permet en effet d'effectuer la correction. L'heure et la date sur cette horloge sont programmées jusqu'en 2035.

L'horloge Seiko mesure environ 20 × 13 × 6 cm et pèse 500 g. Son fonctionnement est correct de + 50 à − 10°, avec une possibilité d'erreur de 30 secondes par mois. L'alimentation est assurée par 2 piles de 1,5 V. Aux Etats-Unis cette horloge coûte environ 600 F. Disponible prochainement en Europe. ▲

Pour une vie nouvelle

Vie quotidienne...

Loisirs...

Travail...

Le fauteuil roulant pliable **" VIVRE DEBOUT "** fait partie d'une nouvelle génération de fauteuils conçus de façon à favoriser la position la plus naturelle, la position debout, pour les personnes paralysées des membres inférieurs.

STATION DEBOUT IMMEDIATE, à volonté, sans apport d'énergie électrique, ni aide extérieure complémentaire.

TOUT DEVIENT ACCESSIBLE : Il n'y a plus de barrières entre l'Homme en fauteuil et son environnement.

Pour tout renseignement :
SOCIETE I.D.C.
B.P. nº 1
CHATUZANGE-LE-GOUBET
26300 BOURG-DE-PEAGE
Tél. : 75 72 23 30

BANQUET COSMIQUE

(suite de la page 19)

d'un côté à l'autre de la galaxie E. A chaque halte, elles se rassemblent. La région devient plus brillante et on observe une coquille. Puis arrive une autre bande d'étoiles, animée d'une vitesse différente. Elle bouscule tout ce qu'elle trouve sur son passage. Cédant la place, les étoiles qui sont déjà là s'avancent un peu et forment une nouvelle coquille.

Comme les ronds que fait une pierre jetée dans l'eau, les zones d'embouteillage se déplacent lentement vers l'extérieur et se multiplient. Le nombre de coquilles augmente avec le temps. On arrive donc, en les comptant, à savoir exactement à quelle date les deux galaxies se sont rencontrées, et quand l'une a profité de son avantage sur l'autre pour la manger. Dans certains cas, le repas remonte à 5 milliards d'années !

Si le compagnon a une structure spirale, il y a du gaz à revendre. Lorsqu'il se fait manger par la galaxie elliptique, ce gaz est comprimé, et il se forme une multitude de nouvelles étoiles. Immédiatement après le repas, les entrailles de l'ogresse s'enflamment. Elle n'est plus complètement stérile comme le reste de ses semblables. Inversement, une galaxie elliptique féconde est d'office suspecte. Un tel tonus n'est plus de son âge. Elle ne peut obtenir un regain de vitalité qu'en s'attaquant à des petites galaxies spirales sans défense. Centaurus A a été ainsi prise sur le fait. On a découvert en son centre plein de jeunes étoiles, ce qui témoigne d'un accès de cannibalisme.

Dans leurs simulations numériques, Françoise Combes et Christophe Dupraz symbolisent le compagnon par 20 000 points correspondant à ses étoiles. Ils les répartissent différemment suivant qu'il s'agit d'une petite galaxie spirale ou d'une elliptique naine. Quant à la galaxie géante, ils la représentent par un puits de potentiel, ne se souciant guère de ses étoiles qui seront de toute façon très peu perturbées au moment du choc. Elle est tellement grosse que seule son action gravitationnelle compte.

Cette action gravitationnelle n'est d'ailleurs pas du tout la même suivant la forme qu'on donne à la galaxie elliptique. Ne voulant pas prendre parti dans la vieille querelle qui opposent les partisans des "galettes" à ceux des "cigares", les chercheurs français analysent les deux cas de figure. Leur neutralité s'explique aisément. Jusqu'en 1978 on imaginait qu'à l'instar de leurs consœurs spirales, les galaxies elliptiques tournaient rapidement sur elles-mêmes. La force centrifuge devait les aplatir et les partisans des galettes remportaient la majorité. Depuis, grâce à une nouvelle génération de spectromètres ultra-sensibles, on s'est aperçu que les galaxies elliptiques ne tournent pas très rond, mais s'agitent dans tous les sens. Leurs étoiles ont des mouvements désordonnés. Aucune raison *a priori* d'accorder plus de voix à l'une ou l'autre des deux écoles.

Les résultats des simulations de Françoise Combes et Christophe Dupraz sont tout à fait surprenants. Que le compagnon soit une petite spirale ou une elliptique naine n'a aucune espèce d'importance. Quand la géante l'avale, elle se retrouve toujours entourée de coquilles. Comme on s'y attendait, le nombre de ces coquilles augmente avec le temps. Généralement on arrête les simulations lorsqu'on en a obtenu 6 ou 7, parce que les heures de calcul sur ordinateur coûtent cher. Mais la nature est moins avare et on observe couramment jusqu'à 25 coquilles autour d'une même galaxie elliptique. En revanche ce qu'on ne voit pas dans le ciel, mais qui apparaît clairement dans les simulations, c'est que la forme des coquilles n'est pas du tout la même suivant le genre de galaxie cannibale auquel on a affaire. Autour d'une "galette", les coquilles restent coincées dans le plan de l'équateur, ressemblant à des bouts de lanières entrelacés sur les 360° du pourtour (***dessin p. 16***). Autour du "cigare", elles n'occupent qu'une portion de sphère, formant des calottes, des sortes de parenthèses alignées sur le grand axe (***dessin p. 17***). A l'heure actuelle, les coquilles aident non seulement à démasquer les galaxies elliptiques coupables de cannibalisme, mais également à définir leur type morphologique. Il y aurait deux fois plus de galettes que de cigares cannibales.

La statistique accable donc les profils plats. Pourtant, cette statistique basée sur les coquilles joue légèrement en leur faveur. Les études sur ordinateur montrent, en effet, que ces structures apparaissent plus difficilement autour d'une galaxie aplatie ; elles ne se forment même pas du tout si elles est complètement plate. Cela explique pourquoi les galaxies spirales qui, en dehors de leur bulbe et de leurs bras, sont des disques extra-plats, n'en ont jamais. En raison de leur extrême maigreur, elles jouiraient du privilège de pouvoir être cannibales, sans que ça se voit.

Au centre des amas, le problème est différent. La densité de population est telle que les interactions gravitationnelles entre voisins détruisent les ondes régulières que sont les coquilles. Dans ces quartiers surpeuplés de l'Univers, dont on sait pertinemment qu'ils abritent des galaxies cannibales, la promiscuité favorisant ce genre de crime, il est encore difficile d'attraper les coupables. Il faudra trouver d'autres indices si on veut les pincer.

D'ores et déjà, rien qu'en extrapolant le nombre de coquilles observées, on arrive à la conclusion que chaque galaxie elliptique a avalé deux ou trois de ses compagnes depuis le début de l'Univers. Dieu, quel appétit !

Anna Alter

L'AMÉRIQUE DÉCOUVERTE IL Y A 40 000 ANS

(suite de la page 75)

35 000 ou 40 000 ans, aient pu traverser les milliers de km qui séparent l'Asie ou l'Afrique de l'Amérique du Sud reste irrecevable pour de nombreux scientifiques.

En fait, l'étude des sédiments des mers, leur analyse chimique et paléontologique, menant à la reconstitution des variations climatiques du passé, permet de penser que les premiers Américains parvinrent bien en Alaska à pied sec, mais à une date bien antérieure à celle communément admise.

Le quaternaire supérieur a débuté il y a environ 127 000 ans par un réchauffement qui a duré une dizaine de milliers d'années. Ensuite, il y a un peu plus de 100 000 ans, une glaciation abaissait le niveau de la mer de près de 70 m. Réchauffements et glaciations se sont succédé en dents de scie jusqu'à une grande glaciation qui a commencé il y a 75 000 ans et qui a duré une quinzaine de milliers d'années. Il y a 62 000 ans, on pouvait encore aller à pied sec de Sibérie en Alaska ; mais il y a 60 000 ans, on ne le pouvait plus.

Les conditions redevenaient favorables lors d'une autre glaciation, il y a quelque 52 000 ans, puis d'une autre encore, il y a 40 000 ans, qui a duré 4 000 à 5 000 ans. Enfin, la dernière grande glaciation a débuté il y a quelque 28 000 ans et s'est prolongée, avec quelques petits réchauffements en dents de scie, jusqu'à il y a 13 500 ans. Si l'homme était présent en Amérique il y a 35 000 ans, il a donc dû faire sa traversée lors de la glaciation qui a débuté il y a 40 000 ans et qui s'est terminée il y a 35 000 ans.

Mais de quel "homme" s'agissait-il ? Car l'époque est à cheval entre le Paléolithique supérieur (– 35 000 ans à – 10 000 ans), et le Paléolithique moyen (– 80 000 à – 35 000 ans) quand "l'homme moderne" (*Homo sapiens sapiens*) cohabitait encore avec l'homme de Néanderthal.

Ce dernier, on le sait, portait lui aussi des vêtements, fabriquait des outils de pierre pour tanner la peau, chasser et couper la viande, érigeait des abris, cuisait ses aliments sur un foyer, et observait des rites funéraires. Le premier Américain était-il donc néanderthalien ? A-t-il aussi fabriqué des bateaux ou assemblé des radeaux, comme le suggère Thor Heyerdahl ? On ne le saura peut-être jamais. En attendant, les chercheurs multiplient leurs fouilles en Amérique du Nord et du Sud, en espérant trouver des ossements qui permettront de reconstruire une paléoanthropologie américaine cohérente.

Alexandre Dorozynski

Appel aux CELIBATAIRES

VEUFS, VEUVES, DIVORCES (ées)

Des milliers de jeunes gens, jeunes filles, veufs, veuves, divorcés(ées), de 18 à 75 ans, de toutes situations, de tous milieux, sont inscrits au CENTRE FAMILIAL.

Cette importante organisation moderne et sérieuse – créée en 1951 – met sa longue expérience à votre disposition. Le grand nombre de candidats(es) sélectionnés(ées) par âge, situation, religion, REGION, etc. vous permet de rencontrer facilement, en toute liberté, des partis sérieux de VOTRE REGION ou de TOUTES REGIONS et de CHOISIR la personne "faite pour vous".

En retournant le BON, vous ferez un premier pas vers le bonheur. Vous recevrez une liste-échantillon de candidats(es) correspondant à votre âge, ainsi qu'une passionnante brochure illustrée de 68 pages qui vous donnera tous renseignements pour découvrir rapidement votre idéal.

Ce simple geste peut être pour vous le départ d'une vie nouvelle. Discrétion garantie. Plus de 42.000 références constatées par Huissier.

CENTRE FAMILIAL
43, rue Laffitte (ST) - 75009 Paris

BON Veuillez m'envoyer une liste-échantillon, ainsi que votre brochure, sous pli discret, GRATUITEMENT, et sans aucun engagement de ma part.

NOM (Mr - Mme - Melle) et adresse .....

.....

..... AGE .....

Voici mon secret pour parler avec aisance...

... et faire passer mes idées

Ayant à prendre la parole le lendemain devant le directoire de ma société, j'étais obsédé par la peur d'être ridicule ou de ne plus savoir quoi dire.

Me rendant chez mon dentiste, je découvre par hasard dans sa salle d'attente une brochure : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Distraitement, je commence à lire, sans savoir que ce petit ouvrage allait bouleverser ma vie et faire de moi un orateur professionnel.

J'y ai découvert l'origine de mes «blocages», comment les surmonter, comment me libérer des signes extérieurs du trac : rougeurs, balbutiements, respiration courte, trous de mémoire, cœur qui bat la chamade, et transpiration excessive.

Ce petit guide m'a donné toutes les clefs de la confiance en soi.

Depuis, si j'ai réussi dans les affaires, et si je suis souvent sollicité comme orateur (vous m'avez sans doute déjà vu à la télévision), c'est en grande partie grâce à cette méthode, l'E.I..S.

Si vous voulez, vous aussi, bénéficier de cette information gratuite, demandez de ma part à Christian Godefroy, auteur-éditeur, son livret : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». Il l'expédie gratuitement à tous ceux qui en font la demande.

Thierry de Foichaings

BON POUR UN PETIT LIVRE GRATUIT

à retourner à Christian Godefroy, B.P. 93, 60501 Chantilly Cedex.

Sans engagement, envoyez-moi vite votre livret : «Sachez vous exprimer sans complexes en toutes circonstances». C'est gratuit, et aucun démarcheur ne me rendra visite.

Nom

Prénom

Adresse

. Code

Ville

SV 072

LES DÉFENSES NATURELLES DES PLANTES

(suite de la page 69)

montrer l'équipe de Kiem Tran Thanh Van, au CNRS de Gif-sur-Yvette (5).

Détail significatif : la firme américaine Monsanto, cinquième société américaine de produits chimiques et pionnière dans le domaine des biotechnologies chez les végétaux, vient de passer un accord de collaboration sur cinq ans avec l'Exeter College d'Oxford (Angleterre) pour étudier la structure chimique de ces oligosaccharides associés à de nombreuses protéines (glycopeptides) qui semblent jouer un si grand rôle dans la cellule. Pour avoir une idée de la complexité de ces recherches, il faut savoir qu'il existe 64 types de liaisons différentes entre deux molécules d'un sucre à 6 atomes de carbone et que trois molécules de sucre peuvent s'assembler de plus de 1 000 façons différentes ! L'apport de Monsanto de 7 millions de dollars à l'Exeter College pour cette collaboration ne semble donc pas si démesuré !

L'existence des éliciteurs, qui entraîne celle des substances de défense, a des ramifications prodigieuses. Ces substances sont en effet porteuses de messages, aussi bien, on l'a vu, pour les cellules de la plante que, fait plus extraordinaire, pour les insectes, les champignons, les bactéries... Que les plantes communiquent avec l'homme et avec les insectes, la chose nous était familière grâce au parfum des fleurs et à l'écho des insectes qui butinent, assurant par la pollinisation la survie du règne végétal. Mais le dialogue est parfois beaucoup plus élaboré qu'il ne paraît : ainsi, certaines larves de papillons qui se nourrissent de Composées (laitue, marguerite...) s'enroulent dans les feuilles lorsqu'elles mangent. Pourquoi ? Pour éviter la lumière car les substances que produisent les plantes pour leur défense ne leur sont fatales qu'à la lumière du jour !

Récemment, l'équipe du Pr Marc Van Montagu à Gand (Belgique) a découvert pourquoi les bactéries du genre *Agrobacterium* (responsables de tumeurs végétales) n'infectent les plantes qu'à l'endroit d'une blessure : c'est que seules les cellules blessées produisent des molécules d'acetosyringone et d'hydroxy-acetosyringone, indispensables pour provoquer l'infection (6). De même, c'est grâce à une qualité spécifique de l'exudat des racines des légumineuses (soja, pois, luzerne, etc.) que les bactéries du genre Rhibozium entrent en symbiose avec les racines de ces plantes, ce qui leur permet de fixer l'azote de l'air et de se passer ainsi d'engrais azotés.

Marie-Laure Moinet

(5) *Nature*, 18 avril 1985, p. 615, CNRS : Centre National de la Recherche scientifique.
(6) *Nature* 19/26 décembre 1985 p. 624.

L'ANESTHÉSIE EN QUESTION

(suite de la page 53)

hôpitaux qui sont sous sa tutelle, une réglementation extrêmement rigoureuse, définissant à la fois les procédures qui doivent être suivies et le matériel de surveillance qui doit être installé. Ainsi, chaque salle d'opération doit disposer au minimum d'un capnomètre, d'un spectromètre de masse (chargé d'évaluer le pourcentage de gaz halogéné contenu dans le mélange inspiré), d'une alarme de pression (se déclenchant lorsque la pression baisse dans le circuit de ventilation du patient), d'un capteur oxymétrique (mesurant par voie transcutanée la concentration d'oxygène dans le malade), d'un spiromètre, d'un oscilloscope cardiaque et d'un thermomètre. Preuve de l'évolution des mentalités, ces mesures ont été bien accueillies par les anesthésistes des établissements intéressés.

Le seul obstacle au renforcement de la sécurité, c'est finalement le coût de cette dernière. Le prix d'un respirateur de milieu de gamme doté de tous les dispositifs de surveillance disponibles sur le marché dépasse 250 000 F. Le "Narcomed 3", présenté récemment au Congrès de Las Vegas, vaudra au bas mot 650 000 F. Il est vrai que les capacités de cette machine sont sans commune mesure avec celles des appareils actuellement en fonction. Une centrale d'alarme informatisée, à trois niveaux de signalisation (simple conseil, mise en garde, alerte), intègre les informations fournies par une batterie de capteurs placés sur la machine et sur le patient. Un écran visualise en permanence — et en temps réel — la concentration de gaz carbonique dans le circuit de ventilation et la pression artérielle. De plus, l'anesthésiste peut à tout moment appeler sur des écrans annexes tel ou tel paramètre : saturation en oxygène du malade, pression des gaz, pourcentage de gaz halogéné dans le mélange, température, etc. L'appareil est même capable de calculer les tendances, c'est-à-dire de prévoir l'évolution d'une situation, et d'indiquer au praticien les tâches qu'il doit effectuer. Bref, cette véritable "Rolls" de l'assistance respiratoire n'est pas loin de l'idéal.

Alors, pourquoi ne pas installer ce type d'appareil dans tous les blocs opératoires de France et de Navarre ? Parce que l'argent manque, répondront les uns ; parce qu'aucune autorité officielle ne s'est prononcée sur ce sujet, allègueront les autres. En fait, on prône la sécurité sans s'en donner les moyens. Parce que la sécurité dans les blocs opératoires, ça ne se voit pas. Tandis que l'installation d'un nouveau scanner, qui vaut au moins vingt fois plus cher, c'est bon pour le prestige de l'établissement, ça fait venir les journalistes, le préfet, voire le ministre... Bref, le scanner, c'est chic ; le respirateur, c'est toc !

Jean-Michel Bader

CULTURE GÉNÉRALE

UNE MÉTHODE POUR FAIRE LE POINT

Une bonne culture générale est le support indispensable à la réussite de vos projets, qu'ils soient personnels ou professionnels. Contacts, rencontres, relations, examens, etc... en toute occasion, **on vous juge sur votre culture.**

La Méthode de l'I.C.F., claire et pratique, vous permettra en quelques mois, chez vous, à raison de quelques heures par semaine, de voir ou revoir les connaissances de base dans les principaux domaines : **littératures, arts, philosophie, religions, histoire, sciences, économie, politique, cinéma, musique, etc.**

Une méthode qui fait la synthèse des idées dans la chronologie des évènements, des mouvements de pensée et des hommes qui ont forgé les civilisations. Une mise au point utile à tous ceux qui veulent progresser et réussir.

Documentation gratuite à l'I.C.F., service 3864
35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.
Tél. : (1) 42 70 73 63.

DEVENEZ REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n°F17 à
UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.
Pour la Belgique : 30, rue Louvrex, 4000 Liège - Tél. 041/23.51.10

BON pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.
à découper ou à recopier

F17

NOM : _____
PRENOM : _____
ADRESSE : _____

UNE OREILLE PARTOUT!...

MICRO-ESPION TX 2007

NON HOMOLOGUE P.T.T

PORTEE 5 km Un modèle de micro-émetteur étonnant par sa puissance. Performances améliorables (voir mode d'emploi en français).

225 F PRIX SPECIAL

BON A DECOUPER CI-DESSOUS

GARANTI 1 AN

Pour les bricoleurs : une véritable radio libre

- ***SIMPLE : réception sur tout poste radio FM, auto-radio, chaîne Hi-Fi, etc. Il suffit de déplacer la fréquence pour trouver une zone libre sur votre radio actuelle en FM.***
- ***DISCRET : sans fil, sans branchement, sans antenne extérieure, vous le mettez où vous voulez.***
- ***PRATIQUE : petit et léger, fonctionne avec une pile courante de 9 volts jusqu'à 250 h en continu (livré sans pile).***
- ***UTILE ET EFFICACE : pour surveiller enfants, commerces, garages, personnes malveillantes, ennemis, malhonnêtes, etc.***

Essayez cet appareil (meilleur rapport qualité-prix de cette gamme !). Plus de 30.000 exemplaires vendus à ce jour ! Fournis aux professionnels, détectives, gardiennages, etc. SCANNER'S

Livraison rapide et discrète en recommandé sous 48 h

Bon à renvoyer à : SCANNER'S - BP 26
13351 MARSEILLE CEDEX 5
Tél. 91.92.39.39 - TELEX 402 440 F PRAGMA
☐ *Veuillez m'adresser la commande ci-dessous (préciser quantité)*
☐ *MICRO-EMETTEUR TX2007 au prix unitaire de 225 F + 15 F de port en recommandé, soit 240 F*
Ci-joint mon règlement par ☐ *CCP* ☐ *chèque bancaire* ☐ *Mandat-lettre* ☐ *contre remboursement (+ 25 F).*

Nom _____
Adresse _____
_____
Code postal : ☐☐☐☐☐ *Ville :* _____

STRATEGES

B.T.S.
INFORMATIQUE GESTION - COMPTABILITÉ

2 Diplômes d'Etat très appréciés des Employeurs dans des domaines qui manquent de Spécialistes. **Avec ou sans Bac**, le B.T.S. se prépare très bien **par correspondance** en 24 mois environ. En option, *Stages pratiques sur ordinateur.*

Inscriptions toute l'année

INSTITUT PRIVÉ D'INFORMATIQUE ET DE GESTION
ECOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ
Organisme Privé
7, rue Heynen - 92270 Bois Colombes
(1) 42.42.59.27

EFC
IPIG

Brochure gratuite n° W 4633
précisez la matière choisie : _____
Nom : _____
Prénom : _____
Adresse : _____
Tél : _____

DU LAMELLÉ-COLLÉ EN BOIS DES VOSGES

(suite de la page 98)

lent leurs primes en fonction de ce risque amoindri.

A cette résistance contre le feu s'ajoute l'inaltérabilité à l'humidité et à la corosion. Une fois traité à l'usine, le lamellé-collé, employé à l'intérieur, se passe d'entretien. Sa longévité est bien supérieure à celle de l'acier et du béton, vite attaqués par les vapeurs chimiques et les émanations d'acides.

Mais pour donner à ce matériau la part du marché qui devrait lui incomber, il reste beaucoup à faire. A titre d'exemple, en RFA la production de lamellé-collé dépasse 300 000 m^3 par an contre 70 000 m^3 en France. Et le marché ouest-allemand ne peut pas être considéré comme saturé !

Le procédé choisi par Weisrock, Simonin et Achberger n'est pas la seule voie possible pour valoriser le bois de pays. En 1982, la société alsacienne Mathis a déposé un brevet européen pour son procédé "Airlam", innovation pour laquelle elle a obtenu une aide de l'ANVAR. Ce procédé consiste en la fabrication de poutres alvéolaires à partir de lamelles qui n'ont pas besoin d'être parfaitement équarries et rectilignes, comme c'est le cas pour le lamellé-collé traditionnel ou le panneautage conique. Les poutres peuvent utiliser jusqu'à 58 % du volume brut de la grume contre 45 % seulement dans le lamellé-collé traditionnel. Leur résistance, leur contrainte de rupture (supérieure à celle du bois massif) et leur rigidité sont particulièrement élevées bien qu'il n'y ait pas de sélection qualitative.

Weisrock, de son côté, participe au projet Lacolem mené par le Laboratoire de fiabilité mécanique de l'université de Metz et soutenu par l'AFME. Il s'agit de développer un nouveau matériau lamellé-collé associant un peu de bois d'essence de bonne qualité et beaucoup de bois d'une autre essence de moindre qualité et, donc de coût très inférieur. L'idée est d'utiliser le bon bois dans les parties des poutres où les contraintes sont significatives et notamment en surface — et de se contenter du bois bon marché à l'intérieur pour donner seulement de l'inertie à la poutre. Ainsi des essais sont en cours avec pour l'extérieur de la poutre un mélange de douglas et pour l'intérieur du peuplier très abondant en France, et dont le prix n'atteint que le tiers de celui du douglas. Enfin, toujours en collaboration avec le CTBA, Weisrock poursuit des recherches sur une nouvelle colle qui dispenserait de raboter les lamelles avant l'encollage,ce qui permettrait une économie de matière de l'ordre de 10 % puisqu'une lamelle, par ce rabotage, passe de 40 à 36 cm d'épaisseur.

Ce sont tous ces nouveaux procédés qui devraient conduire à ôter au lamellé-collé son image de luxe qui a freiné sa banalisation en tant que matériau de construction. **Edgar Gärtner**

LES ACIERS POLAIRES

(suite de la page 89)

le contrôle du produit au niveau national et international. Ce groupe doit définir les conditions nécessaires que doit remplir un acier polaire, puis trouver l'alliage et les processus de fabrication répondant à ces conditions, et enfin le produire au moindre coût

Toutefois, puisque l'acier standard ne résiste pas au froid, et que l'inox coûte trop cher, on peut se demander pourquoi on ne se tourne pas vers d'autres matériaux. Bien sûr, l'étude a été faite, et les substituts ne sont pas très nombreux. L'aluminium, par exemple, est loin d'avoir les caractéristiques mécaniques des aciers. Cela pose des problèmes immédiats car, du fait de cette moindre résistance, il faut augmenter la taille des pièces.

De plus, l'aluminium qui est déjà difficile à souder en fortes épaisseurs, n'est quasiment plus soudable pour de faibles épaisseurs. Il en résulte que le prix de revient d'une structure coûte aussi cher que le montage en acier au nickel.

Le cuivre et ses alliages, bronzes et laitons, sont à éliminer d'emblée pour des raisons de poids, de prix et de moindre rigidité. Le titane, léger et très résistant, coûte encore beaucoup plus cher que l'inox austénitique le plus soigné. Restent les plastiques composites qui, en bien des domaines, commencent déjà à remplacer l'acier.

Mais c'est une technologie qui est encore mal maîtrisée pour de gros ensembles et qui pose de difficiles problèmes de liaison ou d'assemblage. Qui plus est, la tenue à très basse température reste encore une inconnue, surtout pour les colles, de même que la tenue dans le temps. Pour le moment, seuls restent en lice l'acier au nickel, ou des aciers faiblement alliés dont les conditions de fabrication et de traitement sont telles que la résistance au grand froid est considérablement relevée. Les Japonais possèdent déjà une variété de ce type, beaucoup moins coûteuse que l'acier inox, mais les ingénieurs français associés aux Canadiens de la Can-Met sont aussi en bonne voie.

Les régions polaires, et surtout l'immense continent antarctique, présentent un intérêt de premier plan pour notre actuelle société industrielle. Ma is le froid qui y règne (facilement − 50° C à − 65° C) oblige à revoir complètement les procédés de fabrication des aciers qui sont absolument nécessaires à leur exploitation.

Du même coup ont ressurgi certains problèmes théoriques de conduction de la chaleur et de mesure des températures qui relèvent de la thermodynamique et de la physique du solide. En ce sens, parce qu'il rend l'acier cassant, le très grand froid semble avoir fragilisé aussi cerrtaines de nos connaissances. **Renaud de La Taille**

TABLE DES MATIÈRES

Supplément de SCIENCE & VIE

par ordre alphabétique pour l'année 1986 — Numéros 820 à 831 (mensuels)

établie par Monique Vogt

— Les lettres A ou E figurant à la suite de chaque intitulé désignent respectivement un article ou un écho paru dans une de nos trois chroniques (Recherche, Industrie et Vie pratique).

— Les Marchés à saisir sont des innovations non encore exploitées et donc des opportunités d'affaires "bonnes à saisir" pour les entreprises françaises.

	N°	Page
A		
Abysses (ascenseur pour les) — *E*	829	102
Accélérateur de particules du CERN à Genève par Hélène Guillemot — *A*	830	42
Accident nucléaire (le vrai coût d'un) par Françoise Harrois-Monin — *A*	829	36
Acier (Galfan, nouveau revêtement pour la protection de l') — *E*	825	101
Acupuncture (Démonstration expérimentale de l'existence des méridiens) par le Dr Jean-Michel Bader — *A*	823	54
Adhésion microbienne (après les antibiotiques, les antiadhésines) par Marie-Laure Moinet — *A*	826	30
A.D.N. (l') remplace les empreintes digitales par Pierre Rossion — *A*	823	42
A.D.N. (des gènes humains vieux de 8 000 ans) par Jean Ferrara — *A*	831	34
A.D.N. (un ciseau pour l') — *E*	827	77
Aéronautique :		
• Le vent du diable (cisaillement du vent) par Michel Reddan — *A*	828	83
• Rafale contre E.A.P. par Serge Brosselin — *A*	830	94
• Rafale : Dassault au "point fixe" — *E*	821	103
• Supersonique JAS 39 Gripen — *E*	825	99
AFERNOD (projet et Clipperton)	828	99
Agrainoir-nourrisseur automatique (Des marchés à saisir)	822	118
Agriculture :		
• Le kiwi conquiert nos vergers par Marie-Laure Moinet — *A*	820	104
• Un champ de blé à partir d'un seul grain de pollen par Marie-Laure Moinet — *A*	823	102
• Releveur télescopique pour la récolte des pois — *E*	821	104
Agro-alimentaire : traite et pompe centrifuge par Marie-Laure Moinet — *A*	827	100
Agro-alimentaire et informatisation — *E*	823	117
Air ancien — *E*	820	64
Alarme individuelle (télé) Tiny Help — *E*	830	176
Alcootest électronique — *E*	820	149
Aliments du bétail à la ferme (pour fabriquer les) — *E*	828	107
Aliments irradiés : réaction publique — *E*	830	75
Aluminium, facteur de démence sénile ? par le Dr Jean-Michel Bader — *A*	823	47
Amphipithèque (l') et nous par Pierre Rossion — *A*	824	58
Amplification génique — *E*	830	80
Analyseur automatique de bactéries — *E*	824	113
Ancrages (la pyrotechnique remplace le forage) — *E*	830	118
Pr Andrieu Jean-Marie et affaire cyclosporine - SIDA	820	36
Androgénèse et blé Florin par Marie-Laure Moinet — *A*	823	102
Anglicismes — *E*	823	10
Animaux :		
• Lémuriens en pension à Vincennes par Jacqueline Denis-Lempereur — *A*	824	56
• Téléphone secret des éléphants par Georges Dupont — *A*	825	76
• Auto-régulation alimentation pour animaux (Des marchés à saisir)	828	104
• Bovidé promis à l'extinction ? — *E*	828	77
• Pour percer le secret des mutations et animaux transgéniques	822	42
Anorak à thermostat — *E*	830	138
Antarctique : une autre planète par Anna Alter — *A*	828	12
Antarctique (notre grand concours : 3 semaines en) — *A*	829	92
Antarctique : Une station de recherche soviétique disparue : Druzhnaya-1 par Andrée Presco-Mayoux — *A*	830	61
Antarctique (trou d'ozone de l') — *E*	829	105
Antenne de télévision à télécommande — *E*	828	153
Anthropologie — *E*	827	77
Anthropologie — *E*	828	79
Anti-adhésines (après les antibiotiques, les) par Marie-Laure Moinet — *A*	826	30
Antivol de valises — *E*	829	166
Antivol (l') est dans la roue — *E*	827	98
Antivol dans le siège de la voiture) — *E*	830	174
ANVAR (l') du décor par Gérard Morice — *A*	829	106
Araignée (la lettre d'amour interceptée) par Jean-Michel Bader — *A*	830	72
Arbres (faire pousser les) avec des eaux usées par Edgar Gartner — *A*	831	132
Archéologie :		
• L'étoile de pierre et voyage des Micronésiens — *A*	823	32
• Le grand essor de l'archéologie urbaine par Brigitte Gandiol-Coppin — *A*	824	62
• Templo Mayor sous les pavés de Mexico par Elisende Coladan — *A*	827	38
• Pyramide de Keops — *A*	830	26
• Le passé du Mexique par 3 fois pillé... — *E*	821	65
• Des "Blancs" avant Colomb en Amérique ? — *E*	824	10
• Balkis aurait-elle été Hatschepsout ? — *E*	825	11
• Sur la piste de la reine de Saba — *E*	824	77
• Nouvel Assaut des "secrets" de la Grande Pyramide — *E*	828	80
• Des sites vraiment protégés grâce à des tunnels transparents — *E*	829	119
• Christophe Colomb et l'étrange serment de *La Niña* — *E*	831	51
Archetti Guy et guide cloueur pour charpente — *E*	830	116
Architecture et maquettoscope JB — *E*	828	110
Pr Arens William et cannibalisme	831	22
Ariel (mondes étranges d'Uranus)	822	27
Armes à feu — *E*	824	112
Arme pistolet Glock 17 et terrorisme	826	92
Armée et longévité — *E*	825	80
Armement : Tripoli : le raid au radar par Samuel Joffre — *A*	825	92
Armement : les robots de la guerre par Sven Ortoli — *A*	831	116
Armements : missiles libyens en révision à St-Denis — *E*	824	78
Armoire à repasser — *E*	828	105
Arrosage automatique Hidroself — *E*	825	163
Arthrite rhumatoïde et virus RA-I — *E*	829	99
Ashkin (procédé d') et atomes piégés dans la lumière	829	59
Aspect (expérience d') et la non-séparabilité — *A*	821	26
Aspirateur (micro) pour micro-poussières — *E*	821	141
Aspirateur sans fil — *E*	826	150
Assurances : des contrats d'assurances pour les innovateurs "Brevetassur" — *E*	821	102
Asthme (peinture insecticide contre l') — *E*	822	113
Astrolabe (pendule) par Renaud de La Taille — *A*	822	121
Astrologie (l') mesurée par le physicien par Michel Rouzé — *A*	825	63
Astrologie (cryptorationaliste discipline scientifique inconnue) — *E*	830	10
Astronautique :		
• Une base soviétique dans l'espace (MIR) par Jean-René Germain — *A*	823	97
• Accident Challenger par Françoise Harrois-Monin — *A*	828	52
• Navette spatiale américaine Spacelab et équipage japonais — *E*	820	61
• Les cotonniers du ciel — *E*	824	76
Astronomie :		
• Uranus enfin vu de près par Anna Alter — *A*	820	14
• Les mondes étranges d'Uranus par Stéphane Chenard — *A*	822	24
• La masse cachée de l'univers par Anna Alter — *A*	824	34
• La Voie Lactée a des problèmes de cœur par Anna Alter — *A*	825	50
• Repérer les planètes grâce à la Lune par Yves Delaye — *A*	825	132
• Pourquoi pleut-il des étoiles filantes ? par Anna Alter — *A*	826	42
• Lunettes compactes par Renaud de La Taille — *A*	830	130
• Quand Sirius était rouge — *E*	822	58
Astrophysique :		
• La Lune fille de notre Terre par Anna Alter — *A*	829	50
• Les galaxies rouges M 82 par Anna Alter — *A*	820	20
• La grande illusion et mirages gravitationnels par Anna Alter — *A*	827	34
• Les poussières de l'infini — *E*	827	74
Athérosclérose : Le gène des maladies coronaires par Pierre Rossion — *A*	825	74
Atlas des pôles technologiques régionaux — *E*	826	102
Atomes (des) piégés dans la lumière par Sven Ortoli — *A*	829	56
Atomes (Crépuscules des) : ouvrages de Louis Puiseux	831	108
Atomes ralentis — *E*	828	75
Audimat, spot télé, audimètres et mesure d'audience Télé — *A*	821	69
Augustine Margret et écosystème	831	53
Aurores polaires et Antarctique	828	18
Automobile :		
• Système Radiocom 2000 par Gérard Morice — *A*	823	123
• Les freins anti-blocage par Luc Augier — *A*	824	88
• Carte routière électronique et européenne par Luc Augier — *A*	827	122
• Réservoir dans la roue de secours — *E*	820	153
• Quand le conducteur s'endort... — *E*	823	112
• Moteurs sous surveillance électronique — *E*	825	98
• Modèle réduit Rabbit — *E*	827	154

	N°	Page
• Système Tacorder 1 (enregistreur de données au format autoradio) — *E*	831	123
• Radar anti-collision — *E*	827	107
Autoradio (mini) (Des marchés à saisir)	825	102
Auto-référence Gödel, Escher, Bach : la logique du faux-vrai — *A*	826	57
Aveugles-ordinateur et carte Valentine — *E*	826	148
Aviation :		
• Accidents d'avions : des fissures dans les avions : est-ce possible ? — *A*	820	68
• Avion et oiseau électrique	821	82
• Hélicoptère : meilleure arme antichar par Serge Brosselin — *A*	822	104
• Avion ennemi réinventé : MIG-2000 soviétique par Eric Micheletti — *A*	824	102
• Avion d'interception, d'attaque et de reconnaissance Jas 39 Gripen — *E*	825	99
• Avion à éthanol — *E*	826	105
• Avion orbital hypersonique par Olivier Postel-Vinay — *A*	826	74
• Aviation de combat : Rafale contre EAP par Serge Brosselin — *A*	830	94
• Neutronographie et avions en morceaux — *E*	830	115
• Avion invisible F-19	830	101
• Projet HOTOL et avion orbital hypersonique	826	91
Azidothymine — *E*	831	54

B

Baby-sitting sur la FM et veilleuse émettrice JMC-E	829	167
Bactéries : Évolution, la troisième voie par Pierre Rossion — *A*	825	72
Bactériologie : espionnage chez les microbes par le Dr Jean-Michel Bader — *A*	820	49
Balise de détresse Sarsat — *E*	827	156
Balistique et mécanique des fluides	823	30
Balles (aéronautique des) par Renaud de La Taille — *A*	823	27
Ballon (un) dans l'estomac pour maigrir — *E*	824	75
Ballon dirigeable : radeau des cimes par Pierre Rossion — *A*	829	88
Bandes transporteuses (des) toujours propres — *E*	831	122
Banques de données informatiques (la théorie des trois "plus") par Gérard Morice — *A*	823	106
Banque de données Prosécurité pour les PMI — *E*	826	105
Banque de données sondage — *E*	821	107
Banque et innovation — *E*	824	110
Barsky Daniel et maths françaises en péril	828	64
Bateau :		
• Magie Noire : Bateau à ailes d'avion par Yves Gaubert — *A*	828	100
• Wind Star : les nouveaux paquebots qui naviguent à la voile — *A*	831	119
• "Grande Hermine" : le chalutier le plus moderne est français — *E*	820	111
• Sirène de la Baie (engin amphibie) — *E*	827	105
• Bateau à voile — *E*	828	101
• Nautilus : car de tourisme sous-marin — *E*	828	112
Bâtiment : Coffrage, le meilleur rapport résistance-poids — *E*	822	119
Batterie (une seule) pour plusieurs outils — *E*	831	160
Pr Beachy (on a "vacciné" des plantes)	831	45
Bec Bunsen de sécurité "Fireboy" — *E*	822	114
Benzodiazépine, chronobiologie et pilule à changer l'heure par Jean Ferrara — *A*	826	28
Benzodiazépine et molécule de la mémoire	828	25
Béquille électrique pour moto — *E*	826	150
Béquilles (au placard les) et scooter orthopédique — *E*	829	117
Bhopal : à chacun sa vérité par Edgar Gärtner — *A*	822	62
Bhopal et Union des industries chimiques — *E*	825	10
Bicyclette à moteur électrique Solectric Cedre — *E*	827	154
Bicyclette (ralentisseur automatique de vitesse) (Des marchés à saisir)	828	104
Billes (des) oui, des cristaux, c'est à voir — *E*	825	81
Billet d'avion : terminal libre-service pour prendre ses billets — *E*	825	101
G. Binning et microscope à effet tunnel	830	54
Bioglycan et antibiotiques	826	39
Biologie :		
• Evolution : la troisième voie par Pierre Rossion — *A*	825	72
• Le gène des maladies coronaires par Pierre Rossion — *A*	825	74
• Les radicaux libres, cause du vieillissement par Pierre Rossion — *A*	828	44
• Encore un gène de l'infarctus ! par A. Dorozynski — *A*	830	66
• Les protéines de la canicule par Marie-Laure Moinet et Pierre Rossion — *A*	830	68
• Des gènes humains vieux de 8 000 ans par Jean Ferrara — *A*	831	34
• 2 nouveaux virus, 2 énigmes par A. Dorozynski — *A*	831	36
• Souvent microbe varie, bien fol est qui s'y fie — *E*	823	65
• "Souris-homme", amie de l'homme — *E*	827	76
• Ascenseur pour les abysses — *E*	829	102
• Biologie et viroïdes — *E*	831	50
Bistouri à ultrasons — *E*	820	115
Blé Florin (un champ de blé à partir d'un seul grain de pollen par Marie-Laure Moinet — *A*	823	102
Bloc-message électronique "Memo-Tec" — *E*	821	141
Blocage (anti) électronique ABS	824	92
Boîtes de conserve Hotlunch pour manger chaude — *E*	830	176
Boîte à outils (Des marchés à saisir)	827	98
Bombe à neutrons (à Chinon, EDF prépare la) par Jacqueline Denis-Lempereur et Olivier Postel-Vinay — *A*	826	65
Bombes et explosifs (terrorisme) par Renaud de La Taille — *A*	824	29
"Bonbon électronique" : pilule-sonde pour explorer les intestins par Pierre Rossion — *A*	826	26
Bougie "son et lumière" — *E*	831	161
Bouilloire mélodique — *E*	830	176
Bouteilles de vin (une machine qui habille automatique les) (Des marchés à saisir)	829	122
Bouteilles (la coquille à rafraichir les) (Des marchés à saisir)	831	124
Brams Steven et théorie des jeux	828	27
Pr Branemark et implants dentaires	825	106
Brevets (les Français déposent plus de brevets) — *E*	823	114
Brevets (700) pour l'industrie — *E*	830	121
Brinster Ralph (lait et vache pharmacienne	822	37
Briquettes de papier pour votre cheminée — *E*	821	145
Bureau informatique — *E*	828	110

C

Câble (sous-marin) contre satellite par Stéphane Chenard — *A*	831	84
Cadran solaire (le) du berger — *E*	828	155
Caducée — *E*	821	66
Café (pour ou contre le) par Nathalie Leygues — *A*	824	138
Café (pas trop de) — *E*	820	64
Caillebotis porteurs anticorrosion — *E*	822	117
Caille-poulet (la) explique la sclérose en plaques par Pierre Rossion — *A*	827	59
Calculatrice à programmation automatique HP 18 C — *E*	831	160
Caméra :		
• Olympus VX-308 — *E*	820	151
• Toshiba (la plus petite vidéo du monde) — *E*	826	145
• NVM 32 Bisset (vidéo de 180 g) — *E*	828	153
• CCD (la plus petite) "Tom Pouce" — *E*	829	121
• CCD et récolte de fruits robotisée	830	112
Camescopes :		
• Photokina 86 par Roger Bellone — *A*	829	134
• La vidéo 8 mm se met en place par Jean-Joseph Josselyn — *A*	830	122
• Olympus VHS Movie VX 2 700 g — *E*	821	145
• MVS 3000 et MVS 5000 — *E*	823	151
• JVC GR C 7 et GR-CY — *E*	823	151
• Pioneer Vidéo Movie VX-M 800 — *E*	824	165
• 2 boitiers étanches pour camescope — *E*	824	166
• Bauer VCC 506 Autofocus — *E*	824	167
• Sanyo VEM - F 800 — *E*	825	156
• Sony Handycam CCD-M8 — *E*	827	152
• Minolta CR 8000 AF — *E*	828	151
• JVC Videomovie GR-09 — *E*	830	173
• Grundig VS 150 AF — *E*	830	172
Camion bi-énergie (Des marchés à saisir)	828	101
Camping de l'Hérault : faire pousser les arbres avec les eaux usées par Edgar Gärtner — *A*	831	132
Canadair (le) en voie d'extinction par Jean Vidal — *A*	827	88
Cancer :		
• Interleukine contre cancer : espoir et prudence par Jean Ferrara et le Dr J.-M. Bader — *A*	822	30
• Hormone mâle contre cancers féminins par Pierre Rossion — *A*	827	62
• Cancer du sein chez l'homme — *E*	820	67
• Dentistes et cancers du cerveau — *E*	824	73
• Cancers à Pasteur — *E*	826	63
• Cancer par perte de gènes — *E*	830	78
Canibalisme (le) a-t-il existé ? par Jean-Michel Bader — *A*	831	22
C.A.O. et Space Dit pour Macintosh — *E*	827	157
Carlson Shawn et astrologie	825	63
Carte bleue (les pirates de la) par Henri-Pierre Penel — *A*	827	108
Cartes d'identité infalsifiables par Pierre Rossion — *A*	825	126
Carte de crédit et porte-jetons électronique sur carte bleue — *E*	821	107
Carte routière (la) électronique et européenne par Luc Augier — *A*	827	122
Cartographie : avis aux géologues amateurs ! par Françoise Harrois-Monin — *A*	824	136
Casque (un) plus sûr — *E*	822	119
Cassettes Fuji GT-I et II adaptées à l'automobile — *E*	825	157
Caullery Maurice et génétique française	821	18
Cellules humaines fabriquées à l'usine par Alexandre Dorozynski et J.-M. Bader — *A*	829	62
Cellules photovoltaïques	829	44
Centrales solaires dans l'espace par Samuel Joffre et Daniel Botton — *A*	831	110
Centre d'études des supports de publicité (CESP)	821	68
Centre français de transfert en biotechnologie-microbiologie — *E*	828	110
CERN à Genève (Accélérateur de particules) par Hélène Guillemot — *A*	830	42

TABLE DES MATIÈRES 1986

	N°	Page
Cérumen (aspirateur de) (Des marchés à saisir)	828	101
Cerveau :		
• Les 3 premières années de la vie par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	820	31
• Contre le vieillissement, la gymnastique du cerveau par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	821	56
• Cerveau réparé par Jacqueline RENAUD — *A*	827	44
• Neurophysiologie de la violence	831	13
Cerveaux (fuite des) : Les maths françaises en péril — *A*	828	66
Cesium 134 (Tchernobyl) par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	829	28
Chagrin (le) tue vraiment — *E*	831	50
Chaînes automobile (l'appareil qui remplace les) (Des marchés à saisir)	825	102
Challenger (catastrophe) et conséquences par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	823	86
Champ magnétique terrestre (inversions du)	828	16
Champignons (les) identifiés par ordinateur par Jacques LEBBE — *A*	829	126
Champignons identifiés par micro-ordinateur — *E*	826	103
Chapoutot Alain et bateau à ailes d'avion	828	100
Char (le) à six pattes par Renaud de LA TAILLE — *A*	821	78
Chariot de golf valise à une seule roue (Des marchés à saisir)	821	106
Charpente et guide cloueur — *E*	830	116
Chasse et l'immigrant clandestin : mi-lapin, mi-lièvre par Eric JOLY — *A*	829	124
Chauffage : briquettes de papier pour votre cheminée — *E*	821	145
Chauffage : vos radiateurs de chauffage central sans chaudière — *E*	826	150
Chauve-souris frugivores (confusion sur les) — *E*	825	84
Check motor (boîtier électronique pour surveillance des moteurs automobile) — *E*	825	98
Dr Cheney Paul et biologie	831	36
Chercheur cherche emploi stable par Jean HEYRAS — *A*	820	6
Dr Chermann (moustiques et SIDA)	829	71
Chimère, caille-poulet, immunologie et sclérose en plaques par Pierre ROSSION — *A*	827	59
Chine (capital risque chinois) — *E*	827	104
Chinon A3 (à) EDF prépare la bombe à neutrons ? par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR et Olivier POSTEL-VINAY — *A*	826	65
Choc thermique (protéines du) par Marie-Laure MOINET et Pierre ROSSION — *A*	830	68
Cholestérol et biologie	825	75
Chronobiologie : benzodiazépines et pilule à changer l'heure par Jean FERRARA — *A*	826	28
Ciel (pour lire le) — *E*	831	162
Cigarettes (interrupteur de) Mini-Kwick — *E*	821	145
Ciré flottant Guy Cotten — *E*	827	106
Cisaillements de vent (schémas) par Michel REDDAN — *A*	828	83
Ciseaux en céramique — *E*	822	155
Clavier à code muraille (Des marchés à saisir)	822	118
Clef à puce — *E*	829	166
Cleyet-Marrel Dany et Montgolfière	829	91
Climat :		
• La fontaine stratosphérique par Stéphane CHENARD — *A*	824	68
• L'âge de la pierre gelée par Elisende COLADAN — *A*	821	47
• Les prophètes de l'été carbonique par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	827	15
• La bizarre année 84 sur l'Atlantique — *E*	828	79
Clipperton, la nouvelle île aux trésors ? par Laurent Douek — *A*	828	92
Clipperton (erratum) — *E*	829	105
Clous (moule formé de) — *E*	829	168
Code barre génétique et ADN	823	45
Codes à barre — *E*	825	103
Code Transac et carte bleue	827	108
Cœur (greffes du) — *E*	822	59
Coffre-fort de poche — *E*	829	167
Coffre-fort miniature Looren (M18 — *E*	830	175
Colle polystyrène et pour polyuréthane — *E*	820	148
Collier à ultrasons contre parasites du chien — *E*	829	168
Collisionneur électronposition LEP par Hélène GUILLEMOT — *A*	830	46
Colomb Christophe — *E*	*831*	*51*
Comète :		
• *En avion avec Science & Vie* pour voir la Comète de Halley — *E*	820	150
• Comète de Halley (la belle comète de 1910 n'était pas Halley !) par Anna ALTER — *A*	821	42
• Voyages en Amérique et concours photo (Comète de Halley) — *E*	822	154
• Voyage et Comète de Halley — *E*	822	8
• Mission suicide pour "Giotto" et Comète de Halley par J.-R. GERMAIN — *A*	822	84
• Comète de Halley — *E*	823	150
• Comète de Halley par J.-R. GERMAIN — *A*	823	23
• Comète de Halley : Photo, les gagnants de notre concours par Roger BELLONE — *A*	826	48
• Comète de Halley et étoiles filantes	826	44
• Comètes de Halley et Arend-Roland — *E*	826	6
• Comète de Wilson — *E*	830	80
• Compact-disque pour automobile par Laurent DOUEK — *A*	824	131
• Compensation ? (comment s'accomoder de la) — *E*	828	108
• Compresseur (un) pour la maison — *E*	820	153
Concours :		
• Fondexpa : *Science & Vie* aide les artisans exportateurs — *E*	820	111
• Concours photo et Comète de Halley	821	146
• Orchidées et concours photos — *E*	821	145
• Concours photo et Comète de Halley	822	154
• Concours Société générale et innovation — *E*	823	117
• Concours Leitz - *Science & Vie* (Comète de Halley) — *E*	823	151
• Concours sur la recherche informatique — *E*	824	111
• Concours : envoyer un message aux extraterrestres	825	56
• Concours Antarctique par Anna ALTER — *A*	828	14
• Concours : 3 semaines en Antarctique — *A*	829	92
Pr Condon et soucoupes volantes	831	28
Contraception et vaccin à l'essai — *E*	823	62
Coquillage abyssal — *E*	829	103
Coquilles d'escargots (vraies et fausses) — *E*	820	110
Cosmologie : l'univers reprend un coup de vieux par Anna ALTER — *A*	821	37
Coton de l'espace — *E*	824	76
Couveuse (mini) électrique — *E*	821	141
Crevettes d'eau douce et chevrettes par Jean-Christophe DUCLOS — *A*	826	118
Cric électrique — *E*	828	154
Criminologie (la Lune est acquittée de meurtre) — *E*	822	57
Criquets (en France aussi les) par Louis DELPLANQUE et Michèle ROUX-SAGET — *A*	829	81
Croissance (pleins feux sur les facteurs de) — *E*	831	49
Crozier Michel et "phénomène bureaucratique"	821	8
Cuenot Lucien et génétique française	821	17
Cuisinière aux halogènes — *E*	831	162
Cuisinière bois-charbon (première) — *E*	829	169
Cyclosporine-SIDA (la troublante affaire) par le Dr Jean-Michel BADER — *A*	820	36
D		
Daltonisme (guérir le) et voir dans l'infrarouge par Jean-Michel BADER — *A*	828	37
Dassault au "point fixe" et Rafale (avion) — *E*	821	103
Davis E. Wade et venin de crapaud	821	66
Débroussaillage automatique (tête de) (Des marchés à saisir)	823	116
Déchets et décharges industrielles par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	821	84
Déchets nucléaires : le CEA désavoué par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	789	85
Déchets radioactifs	750	49
Déchets radioactifs (le sale air de la peur à Windscale) par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	797	95
Déchets radioactifs : vivrez-vous près d'une poubelle nucléaire ? par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	804	86
Déchets (traitement des) et vermicomposting — *E*	775	97
Découpeuse à froid pour les milieux dangereux — *E*	829	120
Défense et essais nucléaires : le détecteur de mensonges des géophysiciens par Sven ORTOLI — *A*	829	17
Défense : sous-marin nucléaire soviétique Yankee 1 au large des Bermudes par Jean-René Germain — *A*	830	89
Défense : (40 000 volts pour votre auto) — *E*	823	154
Delta plaine (Des marchés à saisir)	827	97
Démence sénile ? (l'aluminium, facteur de) — *A*	823	50
Démographie du vieillissement	821	58
Dents (des fausses) qui tiennent mieux que les vraies (implants Branemark) par Jean-Michel BADER — *A*	825	104
Dents (les prothésistes ont une dent contre les dentistes) — *E*	822	58
Dentistes et cancers du cerveau — *E*	824	73
Dentisterie : 2 premières mondiales sur un porte dentaire français ATS — *E*	829	120
Désarmement et essais nucléaires par Sven ORTOLI — *A*	829	6
Déshydratation et médecine sportive : les noyés de la terre ferme — *A*	824	52
Détecteur de métaux C-Scope — *E*	826	148
Détection électromagnétique — *E*	829	119
Diane (projet) et neutronographie — *E*	830	115
Dickel David N. et paléontologie	831	34
Dictionnaire chinois (le plus grand — *E*	820	67
Diététique : pomme de terre, tomate et appendicite — *E*	825	84
Diététique et fonds publics — *E*	831	121
Dinosaures (disparition des) et volcans — *E*	822	57
Dioxine, pollution et pots d'échappement des voitures — *E*	820	66
Disques compacts (laser) pour automobile par Laurent DOUEK — *A*	824	129
Disque compact : des platines qui lisent le texte et l'image — *E*	824	166
Disque compact et 11 lecteurs de disques à laser au banc d'essai	825	112
Disque compact, support informatique et vidéo — *E*	825	98
Disque optique effaçable dans un an en France — *E*	826	146
Doppler (effet)	821	39
Pr Doran R. et paléontologie	831	34
Dormion Gilles et pyramide	828	80
Dormion Gilles et Pyramide	830	26
Dr Dorow R. et mémoire	828	25
Douanes informatiques à l'étude en Suède — *E*	829	118
DRAM (transistor à sillon) — *E*	823	61

E

	N°	Page
Eaux (radiographie des) et satellites de télédétection par Isabelle BOURDIAL — *A*	831	92
Eaux usées des campings pour faire pousser les arbres par Edgar GARTNER — *A*	831	132
Eau (irradiation par l') — *E*	824	75
Eau (mélangeur d') — *E*	827	154
Eau (pour filtrer l') — *E*	830	176
Ebersolt Gille et radeau des cimes	829	88
Ecartométrie	825	92
Echafaudage mobile — *E*	827	157
Echasses articulées (Des marchés à saisir)	824	112
Echelles à crinolines (condamnation d'accès pour les) — *E*	829	121
Echelle (quand l') s'aggrippe... — *E*	830	117
Echographie et infarctus	828	51
Eclipse du soleil à Pékin — *E*	828	156
Ecologie (alerte aux zones humides) — *E*	825	83
Ecosystèmes : le pavillon des délices futurs — *E*	831	52
Ecran d'ordinateur (les dangers de l') par Sylvie GABRIEL — *A*	822	68
E.D.R.F., agent électrique de la tension artérielle — *E*	824	75
Education : les illettrés dans l'armée — *E*	824	79
Effet Compton (et rayons X)	826	95
Effet de serre	827	16
Effet Magnus et aéronautique des balles	823	27
Effet tunnel (microscopes à) par Patrick DECLOITRE — *A*	830	54
Effet Werther et suicides	830	18
E.D.F. (facteur de croissance) — *E*	831	49
Egypte : pyramide de Khéops : la chambre secrete par Jean-Pierre ADAM — *A*	830	24
Elastomères thermoplastiques Géoplast — *E*	820	113
Electrapette (pipettage à microprocesseur) — *E*	823	112
Electrocardiogramme et infarctus	828	50
Electronique et transistor à sillon — *E*	823	61
Electronique : votre filtre sur une puce — *E*	824	107
Electronique (les moteurs sous surveillance) — *E*	825	98
Eléphants (le téléphone secret des) par Georges DUPONT — *A*	825	76
Elevage : cycle X pour fabriquer les aliments du bétail à la ferme — *E*	828	107
Emballage anti-choc pour objets chics — *E*	831	121
Empreintes digitales (l'ADN remplace les) par Pierre ROSSION — *A*	823	42
Enceinte acoustique qui se branche sur le 220 V — *E*	826	147
Endocrinologie : il n'y a pas de phéromones humaines — *E*	826	60
Energie :		
• Centrales solaires dans l'espace par Samuel JOFFRE et Daniel BOTTON — *A*	831	110
• Mer Noire contre or noir...	827	104
• Tchernobyl : les réponses aux 11 questions que tout le monde se pose par J.-M. BADER, J. DENIS-LEMPEREUR, L. DOUEK, A. DOROZYNSKI, F. HARROIS-MONIN, S. ORTOLI, O. POSTEL-VINAY — *A*	825	18
• Tchernobyl : les doses en France étaient corsées ! par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	827	10
• Après Tchernobyl : crépuscule des atomes par Yves LENOIR — *A*	831	106
• A Chinon, EDF prépare la bombe à neutrons par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR et O. POSTEL-VINAY — *A*	826	65
• La civilisation solaire par Antoine LABEYRIE — *A*	829	41
• Voici les super cellules — *E*	826	64
• Enfants : les 3 premières années de la vie par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	820	30
• Enfants et "Baby Keep" (système anti-escapades) — *E*	822	117
• Enseignement : l'écolier noté par la machine par Bernard DESPREZ — *A*	829	114
• Entreprises : quand les grandes aident les petites — *E*	824	109
• Environnement : Faire pousser les arbres avec des eaux usées par Edgar GÄRTNER — *A*	831	132
• Episcope : agrandir à l'aise — *E*	824	170
• Epistémologie : Gödel, Escher, Bach : la logique du faux-vrai par Samuel JOFFRE — *A*	826	56
• Escargots (vraies et fausses coquilles d') — *E*	820	110
• Escarres (couvre-matelas anti-) (Des marchés à saisir)	828	101
• *Esnoux Patrice* et Lamarckisme	827	6
Espace :		
• L'étoffe des héros par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	822	86
• Et si la navette devait se poser "aux vaches"... (accidents envisagés) par Stéphane CHENARD — *A*	822	90
• L'Amérique spatiale paralysée (accident Challenger) — *A*	823	86
• Satellite : le témoin n° 1 (Tchernobyl) par Sven ORTOLI — *A*	825	44
• L'espace en panne (accident Challenger) par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	828	52
• Spot a vu la navette russe par Jean-René GERMAIN — *A*	830	84
Esperanto (l'industrie se met à l') — *E*	828	110
Espionnage aérien — *E*	821	105
Essais nucléaires : le détecteur de mensonges des géophysiciens par Sven ORTOLI — *A*	829	22
Essence sans plomb — *E*	821	5
Essence sans plomb — *E*	822	6
Pr Essex et SIDA	824	42
Ethnologie — *E*	825	79
Ethologie : Washoe enseigne à son fils par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	822	50
Etiquettes adhésives — *E*	822	116
Etoiles filantes (pourquoi pleut-il des) ? par Anna ALTER — *A*	826	42
Etoiles filantes	828	156
Eve était noire (génétique) par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	825	66
Pr Even Philippe et SIDA	820	36
Evolution : la troisième voie par Pierre ROSSION — *A*	825	72
Evolution de l'homme	827	8
Expérimentation thérapeutique (les tricheurs en blouse blanche) par Jean-Michel BADER — *A*	826	14
Explorations : le radeau de cimes par Pierre ROSSION — *A*	829	88
Explosifs (d'où viennent les) et terrorisme) par Renaud de LA TAILLE — *A*	824	26
Explosion (conséquence d'une)	823	70
Explosion nucléaire	829	22
Extraterrestre (l'hypothèse) par Michel ROUZÉ — *A*	825	56
Extraterrestre (capterons-nous un jour une radio) ? par Samuel JOFFRE — *A*	826	45

F

	N°	Page
Facet (programme franco-américain de coopération pour l'entreprise et la technologie) — *E*	825	103
Faille de San Andreas et tremblements de terre	831	102
Fast-food (le) en flèche — *E*	829	121
Fauteuil roulant pour handicapés... pour être debout — *E*	830	117
F.D.A. (Food and Drug Administration)	826	15
Fer à repasser (micro-ordinateur dans un) — *E*	823	155
Fermentation cellulaire et ingénierie génétique	829	66
Fibre optique	831	85
Ficelle (les physiciens découvrent la) par Hélène GUILLEMOT — *A*	820	22
Films Agfacolor X Ri, Kodacolor Gold de 100 et 400 ISO — *E*	822	152
Films Eastman color plus sensible et plus fin Eastman Color 7292 — *E*	822	151
Films édités en 8 mm — *E*	825	159
Flash Osram 3440 — *E*	820	152
Flashes (banc d'essais des) par Laurent DOUEK — *A*	828	123
Flasmètre de moins de 1 000 F Vourtenay M 44 — *E*	826	146
Flipper (Candide joue au) par Pierre COURBIER — *A*	827	114
Florin (blé) et androgénèse par Marie-Laure MOINET — *A*	823	104
Fondexpa et Grand Prix de l'Exportation artisanale — *E*	820	111
Fontaine stratosphérique (climat) par Stéphane CHENARD — *A*	824	69
Force 5 sur la physique par Sven ORTOLI — *A*	822	20
Forêt, maladie des arbres et télédétection	820	92
Four à micro-ondes — *E*	830	10
Fraiseuse à usiner les formes complexes — *E*	826	101
FRAP (Fondation pour la Recherche sur les Administrations Publiques)	829	108
Fraudes et carte bleue par Henri-Pierre PENEL — *A*	827	111
Freins (les) anti-blocage) par Luc AUGIER — *A*	824	88
Frères Lumière — *E*	821	6
Frites (les pommes) du Cap Cod et ANF — *E*	826	61
Fromage : un robot pour fabriquer les camemberts — *E*	825	97
Fromage (le) qui tue (Amérique) — *E*	830	10
Fruits (récolte de) et robotique par Gérard MORICE — *A*	830	110
Funiculaire le plus rapide du monde — *E*	830	116
Fusée électromagnétique	831	112

G

	N°	Page
Gajdusek Carlston et cannibalisme	831	23
Galaxies rouges M 82, NGC 3690, Mrk 231 par Anna ALTER — *A*	820	20
Pr Gallo et SIDA	824	43
Pr Gallo Robert et nouveaux virus	831	36
Gamaline et obésité	820	53
Gants liquides — *E*	830	176
Garde-fous escamotable — *E*	829	118
Carton W.R.S. et synchrotron électoral	822	12
Garvin James et géologie	829	101
Gaz carbonique et climat par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	827	15
Gaz : cartouches de gaz interchangeables — *E*	826	148
"Gaz-fuse" (baptême du feu pour le) — *E*	827	97
Gélifraction et climats	821	47
Génétique :		
• Les difficiles débuts de la génétique française par Denis BUICAN — *A*	821	15
• Lait et vache pharmacienne — *A*	822	32
• La machine à décoder les gènes (séquanateur) par Pierre ROSSION — *A*	823	36
• L'ADN remplace les empreintes digitales par Pierre ROSSION — *A*	823	42
• Eve était noire par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	825	66
• Hormone mâle contre cancers féminins par Pierre ROSSION — *A*	827	60
• On a "vacciné" des plantes par Marie-Laure MOINET — *A*	831	41
• Gènes humains vieux de 8 000 ans par Jean FERRARA — *A*	831	34

	N°	Page
• Le petit bout de l'Y — *E*	827	74
• Un beau cas d'amplification génique — *E*	830	80
• Génie génétique : guérir le daltonisme et voir dans l'infrarouge par Jean-Michel BADER — *A*	828	37
• Cellules humaines fabriquées à l'usine ! par A. DOROZYNSKI et J.-M. BADER — *A*	829	62
• Le torpillage du génie génétique français par Marie-Laure MOINET — *A*	831	62
Géographie : Quand les Canadiens sont des Africains — *E*	830	79
Géologie :		
• Géologie et cartographie par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	824	136
• Glaces antarctiques 6 fois plus jeunes qu'on l'avait cru — *E*	824	74
• Météorite de l'Elgygytgyn — *E*	829	101
• L'oxygène viendrait du fond de la Terre — *E*	823	67
Gerbner Georges et télévision	830	20
Giotto (mission suicide pour) par Jea-René GERMAIN — *A*	822	84
Pr Girard et vaccin anti-sida — *E*	831	55
Givre (prévenir le) — *E*	828	101
Glaces antarctiques — *E*	824	74
Glaser Peter et centrales solaires dans l'espace	831	110
Glashow Sheldon et physique	822	156
Globules rouges synthétiques faits main — *E*	820	63
Goidin Jean-Patrice et la Grande Pyramide	828	80
Goidin Jean-Patrice et Pyramide	830	26
Golf (distributeur automatique de balles de) (Des marchés à saisir)	827	98
Gonfleur avec lampe et feu de détresse — *E*	826	149
Graffiti (nouveau revêtement anti) — *A*	828	110
Grand d'Esnon Antoine et récolte de fruits robotisée	830	110
Green Michael et théorie des cordes	820	28
Greffes du cœur : place aux jeunes ! — *E*	822	59
Pr Grenier Jacques Felix et navette intestinale	826	24
Grundig, *Science & Vie* et maison du futur	822	75
Guerre :		
• Guerre et terrorisme : d'où viennent les explosifs ? par Renaud de LA TAILLE — *A*	824	26
• Guerre et terrorisme par Sven ORTOLI — *A*	824	18
• Tripoli : le raid au radar par Samuel JOFFRE — *A*	825	87
• Théorie des jeux au service de l'art de la guerre par Sven ORTOLI — *A*	828	26
• Guerre du Kippour	828	34
Guyenot Emile et génétique française	821	18
Gymnastique du cerveau et sénescence cérébrale par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	821	59

H

Halle Francis : le radeau des cimes (montgolfière)	829	89
Handicapés (le ski à portée des) — *E*	824	111
Handicapés (fauteuil roulant pour être debout) — *E*	830	117
Haut-parleur à membrane — *E*	824	164
Hélicoptère (l') : la meilleure arme antichar par Serge BROSSELIN — *A*	822	104
Helios (satellite)	825	47
Hépatite B enfin au labo — *E*	831	50
Hérédité et génétique française	821	15
Herse antiterrotiste Stoperse — *E*	828	110
Hi-Fi :		
• Amplificateur commandé par microprocesseur — *E*	825	157
• Enceinte pour reproduire les sons — *E*	828	105
• Chaîne (mini) haute-fidélité portable — *E*	825	159
• Chaîne (mini) à télécommande à infrarouge — *E*	826	147
• Disques compacts (laser) pour voiture par Laurent DOUEK — *A*	824	129
• Enceintes qui associent musicalité et esthétique — *E*	826	145
• Lecteurs (11) de disques à laser au banc d'essai par Alain BELZ — *A*	825	112
• Lecteur de disque compact — *E*	825	159
• Lecteur de disque compact (le plus petit) doté de la radio — *E*	829	164
• Lecteur de disque compact sur un auto-radio — *E*	829	164
• Pour magnétoscopes VHS Multiplex — *E*	829	165
• Synchronisation totale en copie de cassette auto-radio cassette WQ 282 Sharp — *E*	827	150
Hoftadter Douglas et la logique du faux-vrai	826	56
Hologrammes... dans les yeux — *E*	831	162
Homard "naturel" — *E*	829	99
Homéopathie : les voyances du double aveugle par Michel ROUZÉ — *A*	822	45
Horlogerie : la pendule Astrolabe par Renaud de LA TAILLE — *A*	822	121
Horlogerie : la montre solaire par Renaud de LA TAILLE — *A*	824	124
Horloge à billes — *E*	823	155
Horloge Black Ball — *E*	825	161
Hormone MIS (Hormone mâle contre cancers féminins) par Pierre ROSSION — *A*	827	62
Horoscope : l'astrologie mesurée par le physicien — *A*	825	64
Hubble (constante de)	821	37
Hugo Victor et le Sumérien — *E*	821	6
Huile de foie de morue — *E*	820	67
Huitres (ouvre-) — *E*	821	142
Humidité (analyseur automatique d') — *E*	831	120
Huyghens (montre mécanique)	824	118
Hypothalamus	831	16

I

I.A.O. (Identification assistée par ordinateur) — *A*	829	126
I.A.U.R.I.F. (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Ile-de-France)	831	93
Identification automatique (premières assises nationales de l') — *E*	825	102
IFREMER (Institut français de recherches pour l'exploitation de la mer)	826	98
I.G.N. (Institut géographique national)	820	98
Illettrés (les) dans l'armée — *E*	824	79
Immunologie :		
• La caille-poulet explique la sclérose en plaques par Pierre ROSSION — *A*	827	59
• Lymphocytes T : une découverte, un mystère — *E*	831	54
Immunité cellulaire et SIDA	820	43
Implants dentaires (Pr Branemark) par le Dr Jean-Michel BADER — *A*	825	104
Imprimerie (mini) couleurs — *E*	822	153
Incendies de forêt : le canadair en voie d'extinction par Jean VIDAL — *A*	827	88
Incendies (coupe-feu original) — *E*	822	115
Industrie et guide des "installations classées" dangereuses	823	74
Infarctus (l') malade de la technicité ? par Jean FERRARA — *A*	828	46
Infarctus encore un gène de l') par A. DOROZYNSKI — *A*	830	66
Informatique :		
• Candide pilote immobile par Pierre COURBIER — *A*	820	116
• La maison de demain a un cerveau par Claudine MULARD — *A*	822	72
• Micros en crise par Thierry DEPAULIS — *A*	822	77
• L'inintelligence artificielle par Roland OLIVET — *A*	823	16
• Banques de données : la théorie des trois "plus" par Gérard MORICE — *A*	823	106
• Candide metteur en page par Pierre COURBIER — *A*	824	132
• Candide joue au flipper par Pierre COURBIER — *A*	827	114
• Les machines à écrire électronique portatives s'informatisent par Laurent DOUEK — *A*	829	136
• L'écolier noté par la machine par Bernard DESPREZ — *A*	829	114
• Les champignons identifiés par ordinateur par Jacques LEBBE — *A*	829	126
• La fin du clavier ? par Pierre COURBIER — *A*	831	126
• Logiciels "Réseau planétaire" — *E*	821	144
• Programme Strator 200 chez le débitant de tabac — *E*	821	107
• Système Renault et automobile — *E*	823	112
• Disque dur français pour Macintosh — *E*	823	113
• Souris Mac Turbo Touch — *E*	824	170
• Multiplicateur de puissance pour ordinateur — *E*	824	170
• Porte qui obéit à la voie — *E*	824	108
• Enfin la couleur sur Macintosh — *E*	825	162
• Les souffrances du jeunes matheux — *E*	826	5
• Nouvelle tête de saisie graphique — *E*	826	148
• Triathlon et informatique française — *E*	828	6
• Micro-ordinateur pour environnements difficiles — *E*	829	118
• Un logiciel pour rechercher les photos sur vidéo disque — *E*	822	119
Informatisation (l') se généralise et agro-alimentaire — *E*	823	117
Infrarouge (photographie couleurs dans l') par Alex KOVALEFF — *A*	824	126
Infrarouge (l'ère de l') — *E*	823	111
Infrasons (le téléphone secret des éléphants)	825	76
Ingénierie génétique — *E*	829	63
Ingénierie génétique	831	35
Innovation : c'est le commercial qui pêche — *E*	821	101
Innovation (accord BNP-ANVAR pour l') — *E*	824	110
Insecticide (aldicarbe) — *E*	824	76
Insecticide, insectes et amplification génique — *E*	830	80
Institut national de la recherche sur la prévention du vieillissement cérébral (INRPVC)	821	58
Intelligence artificielle contre intelligence naturelle par Roland OLIVIER — *A*	823	16
Intelligence artificielle et auto-référence	826	58
Intelsat	831	86
Interféron (bombe aérosol à) — *E*	824	76
Interleukine contre cancer : espoir et prudence par Jean FERRARA et Jean-Michel BADER — *A*	822	30
Interrupteurs électriques automatiques Nite Life — *E*	827	156
Interrupteur électronique (lumière variable pour caravanes et bateaux) — *E*	829	168
Interrupteur automatique Welcome Light — *E*	831	160
Intestin (la navette intestinale) par Pierre ROSSION — *A*	826	24
Intestin, flore bactérienne et "souris-homme" — *E*	827	76
Iode 131 et radioactivité	827	12
Iode 131 et Tchernobyl par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	829	28
Irradiation par l'eau — *E*	824	75
Irradiation sur les organismes vivants	825	32

	N°	Page
Irradiation (stérilisation par) — ***E***	826	59
Irradiation des aliments — ***E***	830	75
Isolation et économie de chauffage — ***E***	820	113

J

Japon (effondrement du) — ***E***	821	63
Jeep sous-marine (Astros) — ***E***	820	109
Pr Jeffreys et ADN	823	43
Jeu : Monty — ***E***	821	143
Jeu de société Sherlock Holmes — ***E***	821	139
Jeu "Eaux vives" — ***E***	822	155
Jeux (théorie des) au service de l'art de la guerre par Sven Ortoli — ***A***	828	26
Jeu : Paranoïa — ***E***	830	174
Jouets en caoutchouc (bruit des) — ***E***	820	67
Jumelles les plus lumineuses et les plus chères — ***E***	823	155

K

Kaons (particules)	822	21
Kiwi (le) conquiert nos vergers — ***A***	820	104
Dr Krauss et biologie	830	66

L

Lac Nios (Cameroun) Volcan par Michel Rouze — ***A***	829	74
Lait et vache pharmacienne par Marie-Laure Moinet — ***A***	822	32
Lamarckisme (l'éternel retour du) — ***E***	827	6
Lampes à vapeur de sodium à usage domestique — ***E***	826	149
Langage des singes : Washoe enseigne à son fils la langue humaine par Françoise Harrois-Monin — ***A***	822	50
Langage : la machine à faire des discours.... — ***E***	820	64
Langue française — ***E***	828	6
Lapin dans la lune et peuplement des Amériques — ***E***	827	77
Lapin (mi-), mi-lièvre par Eric Joly — ***A***	829	124
Lasers anti-cellulite et lasers anti-rides	820	53
Laser (périscope et rayon)	822	105
Laser (de la flamme au) et sondage	830	108
Leakey Richard — ***E***	830	76
Le Ber Marc et climat	821	47
Lecteur de disque compact — ***E***	830	172
Mme Le Douarin et cerveau réparé	827	48
Leger Alain et poussière d'étoiles	821	32
Lémuriens (les) en pension à Vincennes par Jacqueline Denis-Lempereur — ***A***	824	56
LEP (accélérateur de particules)	830	42
LES (Association française de négociateurs de licences)	829	107
Linguistique : le plus grand dictionnaire chinois — ***E***	820	67
Livre (porte) pour handicapés — ***E***	824	169
Logiciels et cours de solfège sur Apple II — ***E***	820	151
Logiciels "Réseau planétaire" et psychanalyse — ***E***	821	144
Logiciel Pertmaster (outil de planification) — ***E***	823	117
Logiciels : un milliard de pertes — ***E***	829	118
Logiciel grapheur traitant 6 000 données Mc Spin — ***E***	829	169
Logiciel de survie des espèces sous-marines Wator — ***E***	829	169
Logiciel Sudoto pour gestion des garages automobiles — ***E***	831	121
Losee-Olson Susan et pilule à changer l'heure	826	29
Loup de Tasmanie — ***E***	827	75
Lumière (des atomes piégés dans la) par Sven Ortoli — ***A***	829	56
Lune (la) est acquittée de meurtre — ***E***	822	56
Lune : fille de notre Terre par Anna Alter — ***A***	829	50
Lunettes pour images en relief	820	97
Lunettes astronomiques compactes par Renaud de La Taille — ***A***	830	130
Lymphocytes T — ***E***	831	54

M

Maalox (médicament)	823	52
Machines à écrire (les) électroniques portatives s'informatisent par Laurent Douek — ***A***	829	136
Machine à laver le linge SUFAM — ***E***	821	142
Machine à vapeur (le retour de la) — ***E***	825	162
Machine Design — ***E***	824	110
Machine pour assemblage automatique de composants — ***E***	828	112
Magnétophone à cassette Sharp HK 9000 H — ***E***	825	158
Magnétophone cinéma-télévision — ***E***	830	170
Magnétophone numérique pour grand public — ***E***	831	158
Magnétophone solaire (mini) — ***E***	825	157
Magnétoscope bi-standard Translator — ***E***	829	164
Magnétoscopes made in Korea (marché des) — ***E***	825	158
Magnétoscope numérique Toshiba A-66 D — ***E***	826	144
Magnétoscope programmable sans horloge — ***E***	827	150
Magnétoscope VHS numérique Digicontrol VHS — ***E***	823	152
Maintenance : check-up permanent des installations de production et Polydiag 2000 — ***E***	827	105
Maison (la) de demain a un cerveau par Claudine Mulard — ***A***	822	73
Maladie des légionnaires — ***E***	823	65
Maladie d'Alzheimer	823	47
Maladie d'Alzheimer — ***E***	826*	4
Maladies coronaires (le gène des) par Pierre Rossion — ***A***	825	75
Maladie de Denver	823	47
Maladie de Parkinson et pesticide — ***E***	823	62
Maladie du lac Tahoe (faux SIDA)	831	36
Mante religieuse — ***E***	825	85
Maquettoscope JB : pour voir en vraie grandeur dans une maquette — ***E***	828	110
Marine de guerre : Le Richelieu — ***E***	827	103
Marketing et valeur des prénoms — ***E***	823	115
Marmousets — ***E***	827	73
Marsupial (le plus vieux) — ***E***	826	60
Masers et galaxies rouges	820	21
Matériaux : nouvel alliage aluminium-lithium — ***E***	826	103
Maths : un nombre premier de plus — ***E***	820	63
Maths (bosse des) : allergie et gaucherie — ***E***	827	73
Maths (les) françaises en péril par Françoise Harrois-Monin — ***A***	828	64
Matière noire (avec les quarks plus de glitches) — ***E***	821	62
Pr Matos et archéologie	827	42
Maury Xavier et informatique	831	126
Maya (décadence) : un mythe à réviser — ***E***	824	75
Mécanique des fluides et aéronautique des balles	823	28
Mécanique quantique et effet tunnel	830	54
Mécanique quantique et théorie des cordes par Hélène Guillemot — ***A***	820	27
Mécanique quantique et physique des particules	821	28
Médecine :		
• Après les antibiotiques, les anti-adhésines par Marie-Laure Moinet — ***A***	826	30
• Médecine sportive : les noyés de la terre ferme (déshydratation) par le Dr Jean-Michel Bader — ***A***	824	52
Médicament :		
• Piracetam et CI 911 contre le vieillissement — ***E***	822	55
• Cyclosporine par Jean-Michel Bader — ***A***	820	47
• Les tricheurs en blouse blanche par Jean-Michel Bader — ***A***	826	14
Méduses (la marée gélatineuse sur les plages) par Michel Rouzé — ***A***	826	40
Mémoire de l'enfance — ***E***	824	10
Mémoire (molécule de la) par Pierre Rossion — ***A***	828	24
Mémoire au silicium pour remplacer le disque dur — ***E***	828	156
Mendel Gregori et génétique française	821	16
Mer Noire contre or noir... — ***E***	827	104
Méridiens d'acupuncture par le Dr Jean-Michel Bader — ***A***	823	56
Mesure automatique des tenseurs de contraintes (Des marchés à saisir)	823	116
Mesures (un appareil de) modulaire Soloma: — ***E***	830	174
Métabolisme (système expert qui simule le) — ***E***	829	123
Métaux (sondage : de la flamme au laser) par Renaud de La Taille — ***A***	830	107
Météorite de l'Elgygtgyn — ***E***	829	101
Méthanol (pourquoi le) est un poison mortel ! par Anne-Marie Rouzeré — ***A***	824	98
Méthode Caltech de synthèse des gènes	823	40
Mètre : de la lumière — ***E***	821	63
Mètre à ultrasons — ***E***	823	155
MIC (Isocyanate de méthyle) pesticide	822	62
Microbes (espionnage chez les) par le Dr Jean-Michel Bader — ***A***	820	49
Microgravimètre et archéologie	830	32
Microscope à effet tunnel par Patrick Decloitre — ***A***	830	54
Migraine (la) est un orage nerveux — ***E***	823	66
Minitel/telex — ***E***	820	112
Minitels intelligents M20 (Matra Communication) — ***E***	820	112
Minitel : les performances de la "MT 40" — ***E***	821	103
Minitel (premier annuaire télématique des transporteurs) — ***E***	824	111
Minitel (écran plat pour le) — ***E***	824	113
Minitel et service ZET : parapsychologie — ***E***	830	77
Minitel (copiez votre) — ***E***	831	161
Miranda et Uranus	822	26
Mise en page : Candide metteur en page par Pierre Courbier — ***A***	824	132
Missiles libyens en révision à St-Denis — ***E***	824	78
Mitochondries (Eve était noire) - génétique — ***A***	825	66
Molécule de la mémoire par Pierre Rossion — ***A***	828	24
Montagnes (machine à fabriquer des chaînes de) — ***E***	820	65
Pr Montagnier et SIDA	824	42
Montgolfière : le radeau des cimes par Pierre Rossion — ***A***	829	88
Montre arctique Yema North Pole — ***E***	829	168
Montres et pendule Astrolabe par Renaud de La Taille — ***A***	822	122
Montre solaire par Renaud de La Taille — ***A***	824	117
Montre (première) sous-marine multifonctions — ***E***	820	148
Morgan Thomas Hunt et génétique	821	17
Motos (freinage ABS aussi sur les) — ***E***	831	162
Moto auto side-car Domani — ***E***	820	147
Motocom (pour communiquer 5 sur 5) — ***E***	820	151
Mouches (comment les) marchent au plafond — ***E***	822	59
Moule formé de clous — ***E***	829	168
Moulinet de pêche à gâchette — ***E***	826	148
Moustiques (les) vecteurs du SIDA ? par Yves Houllaves — ***A***	829	71

	N°	Page
Multimètre analogique/numérique — *E*	825	161
Multimètre miniaturisé Microtest 01 — *E*	826	150

N

Navette intestinale pour explorer les intestins par Pierre Rossion — *A*	826	24
Navette soviétique (Spot a vu la) par Jean-René Germain — *A*	830	84
Navette spatiale (fiche technique)	822	95
Navette spatiale (et si la navette devait se poser "aux vaches") par Stéphane Chenard — *A*	822	94
Navigation maritime : compas d'étoiles et voyage des Micronésiens (archéologie) — *A*	823	35
Dr Neidhardt Frederik et protéines	830	68
Neige (sel de déneigement non corrosif) (Des marchés à saisir)	827	96
Neurologie : les trois premières années de la vie par Olivier Postel-Vinay — *A*	820	30
Neurologie : analyse d'un acte — *E*	828	78
Neutrinos (et Univers)	824	39
Neutron et physique — *E*	821	20
Neutronographie : pour éviter que les avions ne partent en morceaux... — *E*	830	115
NGF et EGF — *E*	831	49
Nodules polymétalliques par Laurent Douek — *A*	828	92
NORESS (Norwegian Regional Seismic Array)	829	26
NORSAR (Norwegian Seismic Array)	829	25
Nucléaires (essais) : le détecteur de mensonges des géophysiciens par Sven Ortoli — *A*	829	17
Nucléaire : le vrai coût d'un accident nucléaire par Françoise Harrois-Monin — *A*	829	36
Nucléaire : les employés de Sellafield regorgent de plutonium — *E*	830	79
Nuit (pourquoi elle est noire) — *A*	830	58

O

Obéron et Uranus	822	27
Obésité : sois maigre et tais-toi ! par Michel Rouzé — *A*	820	52
Oiseau électrique et transport	821	81
Oiseaux : les pics, flics et conseillers par Michel Cuisin — *A*	821	53
Oiseau : gelinottes des saultes — *E*	827	72
Ondes de "volume" et essais nucléaires	829	22
Ophtalmologie et danger des écrans	822	68
Orchidées (premier concours de photos d') — *E*	821	145
Ordinateur :		
• Les dangers de l'écran de l'ordinateur par Sylvie Gabriel — *A*	822	68
• Micro-ordinateurs en crise par Thierry Depaulis — *A*	822	77
• L'ordinateur fait la mise au point (Nikon F-501 AF) — *A*	823	118
• Ordinateur optique — *E*	823	155
• Ordinateur (micro) qui obéit au doigt et à l'œil — *E*	824	168
Orgue électronique de poche — *E*	821	142
Ornithorynque (l') est branché par Alexandre Dorozynski — *A*	826	64
Orthoptère en kit — *E*	824	168
Ostéo-intégration et implants dentaires	825	109
Outillage : la trousse mains libres — *E*	831	123
O.V.N.I. : les marchands des soucoupes boivent la tasse par Michel Rouzé — *A*	831	28
Oxygène (l') viendrait du fond de la Terre — *E*	823	67
Ozone (trou d') sur l'Antarctique — *E*	829	104

P

Paléoanthropologie : tam-tam sur un crâne — *E*	830	76
Paléoclimatologie : l'âge de la pierre gelée par Elisende Coladan — *A*	821	47
Paléontologie :		
• L'amphipithèque et nous par Pierre Rossion — *A*	824	58
• Le Tanystropheus était vraiment trop long — *E*	823	64
• Les Américains sont plus anciens qu'on croyait — *E*	823	66
• Confusion sur les chauves-souris frugivores — *E*	825	84
• La trace de pas qui n'en était pas une — *E*	828	76
• Des gènes humains vieux de 8 000 ans par Jean Ferrara — *A*	831	34
Paludisme (transmission du)	829	72
Panneaux solaires (des) flexibles — *E*	824	170
Pantélégraphe de l'abbé Caselli et télévision	831	74
Parapsychologie (la voyante qui ne croit pas à la) — *E*	822	8
Parapsychologie : les fantasmes paranormaux d'un industriel par Michel Rouzé — *A*	830	36
Parapsychologie : portes fermées et portes étroites — *E*	831	4
Parasol (un) pour bronzer — *E*	828	154
Paratonnerre (le) qui attire la foudre — *E*	825	163
Parole (traitement automatique de la) : les voix du rail — *E*	822	116
Particules élémentaires (les 12) et théorie des cordes	820	28
Pasteur (cancers à) : une enquête bien compliquée — *E*	826	63
Patinette des neiges (Des marchés à saisir)	830	120
Payne Katharine et éléphants	825	77
P.C.B. (ne vous chauffez pas aux) par Jacqueline Denis-Lempereur — *A*	824	96
Peau de verre pour économiser le chauffage — *E*	820	113
Peau de raies et de requins utilisées pour le tannage — *E*	823	114
Peinture insecticide : un espoir pour les asthmatiques — *E*	822	113
Pelle araignée (mini) héliportable — *E*	823	113
Pendule thermomètre numérique — *E*	823	155
Pendule solaire — *E*	824	170
Peptide et lait	822	40
Personal Writer (écriture et informatique) — *A*	831	126
Pèse-personne qui parle — *E*	821	143
Pesticide et maladie de Parkinson — *E*	823	62
Pétrole (du) dans le Bassin parisien — *E*	823	114
Phéromones humaines (il n'y pas de) — *E*	826	60
Phoque moine (le) entre vie et mort par Isabelle Bourdial — *A*	827	68
Photokina 1986 : le mariage discret de la photo et de la vidéo par Roger Bellone — *A*	829	130
Photo :		
• Cours de photographie — *E*	826	144
• Banc d'essais des flashes par Laurent Douek — *A*	828	123
• Photographie couleurs dans l'infrarouge par Alex Kovaleff — *A*	824	126
• Photo, quadrichromie et reproductions les plus grandes de ce monde — *E*	830	119
• Photo et guide cinéphotoguide — *E*	826	147
• Lentille asphérique dans l'objectif d'un compact 24 × 36 — *E*	827	152
• Agrandissez vos diapos sur papier — *E*	822	152
• Pour impressionner le copyright sur les films — *E*	828	152
• Des films qui corrigent les erreurs d'exposition par Alex Kovaleff — *A*	826	114
• Films en couleurs Fujicolor Super HR 100 et 400 — *E*	824	167
• Filtres dégradés Fluo Cokin — *E*	828	150
• Vues aériennes depuis le sol système Lambolair — *E*	829	119
• La projection photo s'informatise (système Datavision par Roger Bellone — *A*	831	128
• Marché mondial de la photo — *E*	828	152
• Projecteurs de diapositives — *E*	831	157
• Action 8 Vidéo VN-800	829	134
• Téléobjectif français pour images "piquées" Angénieux — *E*	826	144
• Flash annulaire Canon ML-2 — *E*	824	164
• Appareil informatisé Canon T 90 24 × 36 reflex programmable — *A*	821	108
• Canon RC-701	827	118
• Canon Top Twin 24 × 36 bi-focal	829	132
• Chinon Multiprogram CP-7 m — *E*	828	153
• Haking-Uno A — *E*	825	159
• Compacts 24 × 36 sous-marins — *E*	823	154
• Compact 24 × 36 pour photo sous-marine amateur Fuji Baroudeur HD-R — *E*	828	150
• Fuji-color Super HR 100 — *E*	828	151
• Fijix ES-2P	829	133
• Fuji DL-300 et Fuji DL-150 — *E*	830	170
• Fuji GX 680 PRO — *E*	830	171
• Hectron 24 × 36 pour diapositives en relief — *E*	831	158
• Kodachrome de 200 Iso — *E*	827	152
• Kodak Ektachrome Duplicating 6121 — *E*	831	159
• Kodak 35 EF - 35 AF-1 - 35 AF-2 — *E*	822	152
• Reprise des appareils Kodak instantanés — *E*	825	156
• Konica MR 70 - Fuji TW 300 — *E*	821	143
• Leica R 4 S — *E*	823	152
• Leitz DU - 24 P — *E*	828	150
• Minolta 5000 — *E*	825	156
• Minolta FS-E 24 × 36 — *E*	824	165
• Flash Minolta pour photomacrographie Macro 1200 AF — *E*	831	158
• Minox 35 ML — *E*	820	152
• Nikonos UW -Nikkor 2,8/20 mm grand angulaire (photo sous-marine) — *E*	820	152
• Nikon Still Video	829	133
• L'ordinateur fait la mise au point (Nikon F-501 AF)par Roger Bellone — *A*	823	118
• Nikon L 35 TW-AF-AD — *E*	823	152
• Olympus AFL-T	829	132
• Olympus AF-1 24 × 36 étanche à deux cellules — *E*	826	146
• Olympus OM-4 Ti par Roger Bellone — *A*	827	116
• Olympus OM 707	829	133
• Objectif Olympus Zuiko Auto macro — *E*	830	172
• Photo magnétique et super flash électronique : Olympus OM-4 Ti, Canon RC-701 par Roger Bellone — *A*	827	116
• Pentax PC-35 AF-M-SE — *E*	826	147
• Pentax P 50 — *E*	828	151
• Pentax P 50 — *E*	830	173
• Polaroïd 670 Deluxe pour instantané — *E*	820	152
• Polaroïd "Système Image" — *E*	827	151
• Reflex XR-20 SP Program Ricoh — *E*	820	152
• Rollei Reflex 6 × 6 SL 66 — *E*	831	159
• Rollei Fototechnic et Rolleiflex 3003 — *E*	830	171
• Un thermomètre qui surveille la température des bains ER-208 — *E*	825	158
• Vivitar TW 35	829	132
• Zoom automatique 75-300 mm ultra-compact — *E*	824	167
Photothèque sur vidéodisque — *E*	822	119
Photocommande, télécommande — *E*	823	111
Photocopie couleur géante par Alex Kovaleff — *A*	820	120

TABLE DES MATIÈRES 1986

	N°	Page
Photocopies (téléphonez vos) par Henri-Pierre PENEL — *A*	822	126
Physique :		
• Les physiciens découvrent la ficelle par Hélène GUILLEMOT — *A*	820	22
• Poussières d'étoiles par Sven ORTOLI — *A*	821	32
• L'onde et la particule, quand la vérité sort de la bouche du neutron par Jean-Pierre VIGIER — *A*	821	20
• Physique et Force 5 par Sven ORTOLI — *A*	822	20
• Atomes ralentis — *E*	828	75
• Des atomes piégés dans la lumière par Sven ORTOLI — *A*	829	56
• Physique et fission nucléaire à Princeton — *E*	829	99
• Accélérateur de particules du CERN à Genève par Hélène GUILLEMOT — *A*	830	42
• Des Nobel au bout du Tunnel (prix Nobel physique 86) - Microscope à effet tunnel par Patrick DECLOITRE — *A*	830	54
• Pour un billard moléculaire — *E*	831	49
Pics (les) flics et conseillers par Michel CUISIN — *A*	821	53
Pifométrie (de Popper à la) ("avrilogie") — *E*	823	63
Pile ultra-plate — *E*	821	105
Pile au lithium (Kodak) — *E*	829	165
Pilule à changer l'heure, benzodiazépine et chronobiologie par Jean FERRARA — *A*	826	28
Pilule sonde pour l'intestin par Pierre ROSSION — *A*	826	24
Pioneer 10 et 11 (message aux extra-terrestres	825	60
Pipettage à microprocesseur — *E*	823	112
Piracetam (médicament) contre le vieillissement — *E*	822	55
Pistolet à peinture à microprocesseur — *E*	831	161
Planar (système)	820	113
Planche à voile (indicateur de vitesse pour) — *E*	828	154
Planck (République Max) par Jean FERRARA — *A*	828	68
Planimètre automatique — *E*	824	170
Plantes (on a "vacciné" des) par Marie-Laure MOINET — *A*	831	41
Plasminogène activateur et génétique	831	65
Plastiques (train de laminoir pour) — *E*	831	121
Plongée : le match plongeurs/robots par Laurent DOUEK et Jean-Albert FOEX — *A*	827	78
Plongée : 52,5 mètres sans appareil respiratoire — *E*	821	104
Pluie (les voleurs de) — *E*	830	6
Plutonium et bombe à neutrons	826	72
Poisson :		
• Alerte aux silures ! — *E*	821	62
• Poissons malades de nos rejets et pollution par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	826	98
• Poissons venimeux des côtes françaises par Paul HELANDER — *A*	827	66
Polio (virus de la)	827	48
Polio : 30 ans après... — *E*	829	100
Politique et science (le synchrotron électoral) — *A*	822	12
Pollen (l'art splendide des grains de) — *E*	822	60
Pollution :		
• Aldicarbe (l'insecticide qui attaquerait l'immunité) — *E*	824	76
• Ne vous chauffez pas aux P.C.B. par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	824	96
• Analyseur automatique de bactéries — *E*	824	113
• Les poubelles de l'industrie débordent par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	821	84
• Les poissons malades de nos rejets par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	826	98
• Bâle : 5 réponses à vos questions par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	831	58
• Bhopal et polémique — *E*	825	11
• Les risques d'un "Bhopal" français par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	823	68
• Bhopal : à chacun sa vérité — *A*	822	62
Polystyrène (des billes, oui, des cristaux, c'est à voir) — *E*	825	81
Pomme de terre, tomate et appendicite — *E*	825	84
Pompe sans tuyau — *E*	825	100
Pompe centrifuge funeste (agro-alimentaire) par Marie-Laure MOINET — *A*	827	100
Dr Popplewell Ron et nucléaire	830	79
Porte à chaud (+ chauffage) — *E*	828	105
Portraits électroniques — *E*	820	148
Poulpe à oreilles — *E*	821	67
Poussières cosmiques par Sven ORTOLI — *A*	821	34
Précicoupe (la coupe dernier cri) (Des marchés à saisir)	827	98
Prénoms (valeur des) — *E*	823	115
Prises électriques du monde (une fiche convenant à toutes les) — *E*	823	155
Prix Nobel Physique 86 : microscope à effet tunnel de G. Binning et H. Rohrer par Patrick DECLOITRE — *A*	830	54
Prolactine du lait	822	43
Protéases et protéines du choc thermique	830	70
Protéines de la canicule par Marie-Laure MOINET et Pierre ROSSION — *A*	830	68
Protéines du lait	822	32
Psychiatrie et définition universelle des troubles mentaux — *E*	822	57
Psychiatrie, psychanalyse soviétique — *E*	829	100
Psychiatrie soviétique — *E*	831	5
Psychologie : Le sportif est plus extraverti et se connaît mieux que le non-sportif — *E*	826	62
Psychologie : l'homme seul est inquiet — *E*	830	78
Publicité et liberté — *E*	824	10
Publipostage et chaîne intégrée Compurite — *E*	826	102
Puce (votre filtre sur une) — *E*	824	107
Puget Jean-Loup et poussière d'étoiles	821	32
Puiseux Louis et Tchernobyl	831	106
Pulsar (appareil) et obésité	820	52
Pyramide :nouvel assaut des "secrets" de la Grande) — *E*	828	80
Pyramide de Keops : la chambre secrète par Jean-Pierre ADAM — *A*	830	24
Pyrotechnique (la) remplace le forage — *E*	830	118
Q		
Quarks (avec les) plus de glitches — *E*	821	61
Quoniam Christian et bateau à ailes d'avion	828	100
R		
Radars anti-collision sur les automobiles — *E*	827	107
Radar multimode RACAAS	830	98
Radar : Tripoli, le raid du radar par Samuel JOFFRE — *A*	825	88
Radeau des cimes : barque volante portée par un ballon par Pierre ROSSION — *A*	829	88
Radicaux libres (causes du vieillissement par Pierre ROSSION — *A*	828	44
Radio : poste satellite à mémoire — *E*	823	151
Radio Grundig Satellit 400 international — *E*	828	152
Radioactivité (37 appareils pour mesurer la radioactivité)	825	26
Radioactivité de Tchernobyl	827	11
Radioactivité (mesurez vous-même la) — *E*	830	175
Radiocom 2000 par Gérard MORICE — *A*	823	123
Radio-extraterrestre ? (Capterons-nous un jour) — *A*	826	45
Radioguidage et carte routière électronique européenne — *A*	827	122
Radiovision décodeur DBR — *E*	825	162
Ragondins (avez-vous mangé du) ? par Marie-Laure MOINET — *A*	827	124
Rambach Alain et génie génétique français	831	62
Rapport Rogers et espace	828	62
Rasoir pour rasage à sec — *E*	831	161
Rats et souris (dispositif qui élimine) (Des marchés à saisir)	823	116
Pr Rauch et mécanique quantique	821	28
Rayons X et terroriste	826	92
Réanimation (un kit d'oxygène pour) — *E*	825	160
Recherche :		
• La recherche malade de la bureaucratie par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	821	8
• La République Max Planck par Jean FERRARA — *A*	828	68
• Les maths françaises en péril par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	828	64
• Chercheur cherche emploi stable par Jean HEYRAS et Olivier POSTEL-VINAY — *A*	820	6
• Les hauts et les bas du budget de la recherche	829	112
• Récolte de fruits robotisée par Gérard MORICE — *A*	830	111
• Réflecteur radar dans les brodequins — *E*	830	137
• Réfrigérateur solaire sans moteur — *E*	831	120
• Régie pour vidéastes amateurs — *E*	821	140
• Régimes et obésité	820	59
• Régimes : un ballon dans l'estomac pour maigrir — *E*	824	75
• *Reid Michael* et scooter orthopédique — *E*	829	117
• Rem et Tchernobyl	829	29
• Remontées mécaniques (3500) — *E*	820	115
• Répertoires téléphoniques à microprocesseur — *E*	825	162
• Répondeur téléphonique de dissuasion — *E*	823	154
• Répondeur téléphonique de voyage — *E*	829	167
• République Max Planck par Jean FERRARA — *A*	828	68
• Résonnance (pourquoi les sables chantent) — *E*	830	81
• Restauration des fresques et sphère d'intégration externe — *E*	822	115
• Rétro-projecteur portable (mini) — *E*	826	102
• Réveil-matin qui obéit à la voix — *E*	825	160
• Rhône-Poulenc, Genetica et torpillage du génie génétique français par Marie-Laure MOINET — *A*	831	62
• Richelieu : 1er porte-avions nucléaire français — *E*	827	103
• Riz (comme faire cuire en 3 mn du) (Des marchés à saisir)	821	106
Robotique :		
• Récolte de fruits robotisée par Gérard MORICE — *A*	830	109
• Robot pour fabriquer les camemberts — *E*	825	97
• Robots et plongée par Laurent DOUEK et Jean-Albert FOEX — *A*	827	84
• Robots de la guerre par Sven ORTOLI — *A*	831	116
• Des robots à − 28 °C — *E*	825	103
• Des robots pour construire les robots de votre invention — *E*	825	160
• Robot : il balaie pour vous — *E*	830	121
• Robot nourricier (Des marchés à saisir)	831	124
• Rocking pas cher... et automatique (Des marchés à saisir)	827	96
• *Rohrer H.* et microscope à effet tunnel	830	54
• *Rosenberg Steven* et cancer	822	30
• *Rostand Jean* et génétique française	821	19
• Route nouvelle faite avec l'ancienne — *E*	831	125

	N°	Page
• *Roux Ambroise* et parapsychologie	830	36
• Rythme circadien	826	29

S

Sables chantent (pourquoi les) — ***E***	830	81
Salicylate (le) fait entendre de la musique — ***E***	820	64
Salomon Jean-Jacques et rapport sur la politique française	821	9
Salon des Inventions de Genève — ***E***	820	112
Sang artificiel : globules rouges faits main — ***E***	820	63
Sangsues (retour aux) — ***E***	830	81
Satellites :		
• Le témoin n° 1 (Tchernobyl; par Sven Ortoli — ***A***	825	44
• Satellite SPOT et télédétection par Françoise Harrois-Monin — ***A***	820	89
• Spot a vu la navette russe par Jean-René Germain — ***A***	830	84
• Satellites de télécommunication — ***A***	831	84
• Satellites de télécommunication TDF et TV-SAT 1 — ***A***	824	87
• Satellites de télédéfection et radiographie des eaux par Isabelle Bourdial — ***A***	831	92
• Satellite Landsat 5	831	93
Sauterelles	829	82
Scaphandre WASP	827	87
Schizophrénie, hiver et virus — ***E***	828	77
Schizophrénie et psychiatrie soviétique — ***E***	829	100
Schwartz John et théorie des cordes	820	28
Sclérose en plaques : une petite percée — ***E***	820	66
Sclérose en plaques (la caille-poulet explique la) par Pierre Rossion — ***A***	827	59
Sclérose en plaques : que fait là ce spirochète ? — ***E***	828	75
Scooter orthopédique — ***E***	829	117
Sculpture pour une mouche — ***E***	829	168
Sécurité :		
• Le terroriste percé à jour par Renaud de La Taille — ***A***	826	92
• Garde-fous escamotables — ***E***	829	118
• Protection enterrée pour lieux à hauts risques — ***E***	829	120
• Découpeuse à froid pour les milieux dangereux — ***E***	829	121
• Rapidité et sécurité et guide cloueur pour charpente — ***E***	830	116
Séismes : une prévision à 6 heures ? par Françoise Harrois-Monin — ***A***	831	98
Sel de déneigement non corrosif (Des marchés à saisir)	827	96
Semi-conducteurs DRAM et transistor à sillon — ***E***	823	62
Sénescence cérébrale (contre le vieillissement, la gymnastique du cerveau) — ***A***	821	56
Séquanateur (la machine à décoder les gènes) par Pierre Rossion — ***A***	823	36
Sérigraphie en kit — ***E***	825	162
Sérum-albumine humaine et génétique française	831	62
Sexe (choix du) d'un enfant — ***E***	826	64
Sexe des enfants (choisir le) — ***E***	828	79
SICOB (désaffection du)	822	77
SIDA :		
• La troublante affaire du SIDA-cyclosporine par Jean-Michel Bader — ***A***	820	36
• SIDA : la fraude ? par Eric Masson — ***A***	824	42
• SIDA (les moustiques vecteur du) par Yves Houllaves — ***A***	829	71
• SIDA : la voie du singe — ***E***	821	64
• SIDA et immunodéficience du culturisme — ***E***	823	64
• SIDA (origine du) — ***E***	823	67
• SIDA (vaccin anti) : ce serait bien compliqué ! — ***E***	825	82
• SIDA : en attendant le vaccin — ***E***	827	71
• La piste du phagocyte — ***E***	828	78
• Vaccin anti-SIDA — ***E***	831	55
• SIDA et maladie du lac Tahoe	831	36
Side-car Domani — ***E***	820	147
Siège (mécanismes de réglage de) (Des marchés à saisir)	821	106
Silures (poissons) — ***E***	821	63
Simex : système expert en simulation du métabolisme par micro-ordinateur — ***E***	829	123
Simulateur de pilotage — ***E***	827	156
Simulation de vol (micro-informatique) — ***A***	820	116
Sinclair (les déboires de)	822	79
Singes et langage	822	51
Sirius (quand) était rouge — ***E***	822	58
Skis nouveaux (15) et 12 équipements au banc d'essai par Franz Schnalzger — ***A***	830	136
Ski (le) à la portée des handicapés — ***E***	824	111
Ski-voile (Des marchés à saisir)	820	114
Sociologie : êtes-vous téléconformiste ? par Olivier Postel-Vinay — ***A***	830	16
Sols (nouvelle technique géotextile pour stabiliser les) — ***A***	825	100
Soleil (montre solaire) par Renaud de La Taille — ***A***	824	118
Solfège sans peine sur Apple II — ***E***	820	151
Solitude (l'homme seul est inquiet) — ***E***	830	78
Sonde Giotto (mission suicide pour la) par Jean-René Germain — ***A***	822	84
Sonde Giotto et Véga et comète de Halley par Jean-René Germain — ***A***	823	23
SOS Moteur au secours de l'allumage — ***E***	827	154
Soucoupe plongeante Cyana et Méduses	826	40
Soucoupes volantes (les marchands de soucoupes boivent la tasse) par Michel Rouzé — ***A***	831	28
Sondage : de la flamme au laser par Renaud de La Taille — ***A***	830	102
Souris (le génie chez les) — ***E***	831	53
Sous-marin :		
• Sous-marin au 1/250e télécommandé — ***E***	824	168
• Sous-marin l'Epaulard	827	84
• Saga, hôtel des profondeurs	827	85
• Yankee 1 au large des Bermudes par Jean-René Germain — ***A***	830	89
• Fiche technique du Redoutable	830	88
Spectroscopie astronomique (poussière d'étoiles) par Sven Ortoli — ***A***	821	32
Sphère d'intégration externe pour restaurer les fresques — ***E***	822	115
Sponsoring (2 ouvrages pour faire le point) — ***E***	825	101
Sport :		
• Aéronautique des balles par Renaud de La Taille — ***A***	823	26
• Les noyés de la terre ferme par le Dr Jean-Michel Bader — ***A***	824	52
• Le sportif est plus extraverti et se connaît mieux que le non-sportif — ***E***	826	62
• La panoplie du randonneur devient technique par Franz Schnalzger — ***A***	827	120
Spot (satellite) par Françoise Harrois-Monin — ***A***	820	89
Spot a vu la navette russe par Jean-René Germain — ***A***	830	84
Dr Sprott Dennis et évolution de l'homme	825	72
Stade olympique de Paris (le mystère du) — ***E***	827	74
Station orbitale modulaire russe MIR — ***A***	823	97
Station solaire orbitale	831	110
S.T.M. (Scanning Tunneling Microscope)	830	54
Stratégie : la théorie des jeux au service de l'art de la guerre — ***A***	828	26
Stress et patrons japonais — ***E***	831	50
Subduction et machine à fabriquer des chaînes de montagnes — ***E***	820	65
Suicide : "effet Werther"	830	18
Superfund et décharges industrielles	821	92
Surf (mi-) mi-skate (Des marchés à saisir)	820	114
Surgénérateurs et Tchernobyl	825	25
Surveillance par micro-émetteur Babysitter — ***E***	831	160
Synchrotron électoral par Olivier Postel-Vinay — ***A***	822	12

T

Table élévatrice (la plus petite) — ***E***	830	121
Table d'opération mobile — ***E***	831	122
Tableau noir magique — ***E***	826	104
Tableau électronique distributeur de fiches d'informations — ***E***	828	109
Tannage : 2 nouvelles matières premières : raie et requin — ***E***	823	114
Tanton Jean-Yves et Bateau	828	100
Tasaday (Ile de Mindanao)	825	79
Taupes (ultrasons contre les) — ***E***	821	105
Tchernobyl :		
• Un satellite mène l'enquête par Sven Ortoli — ***A***	825	44
• Les réponses aux 11 questions que tout le monde se pose par J.-M. Bader, J. Denis-Lempereur, A. Dorozynski, L. Douek, F. Harrois-Monin, S. Ortoli, O. Postel-Vinay — ***A***	825	19
• Les doses en France étaient corsées par Jacqueline Denis-Lempereur — ***A***	827	10
• Tchernobyl, normes et mesures — ***E***	828	6
• Tchernobyl : l'iode s'en va, le césium reste par Jacqueline Denis-Lempereur — ***A***	829	28
• Technologie et sondage par Renaud de La Taille — ***A***	830	106
• Tectonique des plaques — ***E***	821	64
• Télécommande : l'ère de l'infrarouge à vocation industrielle — ***E***	823	111
Télécommunication :		
• Satellites de télécommunication : TDF et TV-SAT 1 — ***A***	824	87
• Câble sous-marin contre satellite par Stéphane Chenard — ***A***	831	84
Téléconformiste (Etes-vous) ? par Olivier Postel-Vinay — ***A***	830	16
Télécopie : le premier micro-serveur diffuseur — ***E***	829	123
Télécopieur portable Fax 2000 — ***E***	824	110
Télédétection (Spot) : le marché des images de la terre par Françoise Harrois-Monin — ***A***	820	89
Télédétection (satellites de) et radiographie des eaux par Isabelle Bourdial — ***A***	831	92
Télédétection et radiographie des eaux	831	95
Téléphone :		
• Téléphonez vos photocopies par Henri-Pierre Penel — ***A***	822	126
• Système Radiocom 2000 par Gérard Morice — ***A***	823	123
• Les pirates du téléphone par Henri-Pierre Penel — ***A***	826	107
• Modem de poche PX 1000/J — ***E***	828	154
• Lumitel et Minilog (avertisseur visuel) — ***E***	824	169
• Répondeur téléphonique de voyage — ***E***	829	167
• Les pirates du téléphone — ***E***	830	6
Télescope le plus "pointu" du monde — ***E***	823	63
Télésurveillance : le son plus l'image — ***E***	827	104
Télésurveillance (centrale de) — ***E***	828	155

TABLE DES MATIÈRES 1986

	N°	Page
Télévision :		
• Qui regarde mon spot télé ? par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	821	68
• Mini-téléviseur-magnétoscope Citizen Bookvision — *E*	822	153
• Télévision de demain	822	76
• Quels canaux pour la 5e par Henri-Pierre PENEL — *A*	822	82
• La mort du Secam - D2 Mac-Paquet par Roger BELLONE — *A*	824	83
• Standard international de télévision haute définition — *E*	824	167
• Télévision numérique par Laurent DOUEK — *A*	825	120
• Autoradio à téléviseur incorporé — *E*	825	157
• La plus petite caméra vidéo couleur du monde — *E*	826	145
• Télévision haute définition pour 1995 par Roger BELLONE — *A*	826	110
• Téléviseurs à écran plat Toshiba — *E*	827	153
• Studio compact modulaire Video Jockey — *E*	828	108
• Quel téléviseur acheter aujourd'hui ? par Laurent DOUEK — *A*	828	114
• Téléviseur à magnétoscope incorporé — *E*	829	164
• Répartiteur Omenex OMX AC plus : pour enregistrer Canal Plus — *E*	830	171
• Etes-vous téléconformiste ? par Olivier POSTEL-VINAY — *A*	830	16
• La télévision a 50 ans par Fréféric BLASSEL — *A*	831	66
• Grundig Recorder 5500 — *E*	831	159
Tension artérielle — *E*	824	75
Tension (contrôleur de poche de) — *E*	828	156
Terminal libre-service pour prendre ses billets d'avion) — *E*	825	101
Terre en relief et lunettes (encart)	820	97
Terrorisme fils de pub par Sven ORTOLI — *A*	824	18
Terrorisme : d'où viennent les explosifs ? par Renaud de LA TAILLE — *A*	824	26
Terrorisme percé à jour par Renaud de LA TAILLE — *A*	826	92
Testostérone — *E*	827	73
Trétacoq (vaccin innocenté, mais à huis clos) par Jean-Michel BADER — *A*	824	48
Texsol (technique géotextile pour stabiliser les sols) — *E*	825	100
Textile : couleurs magnétiques — *E*	828	110
"Thematic Mapper" et radiographie des eaux	831	93
Théorie des cordes	820	22
Théorie des jeux au service de l'art de la guerre par Sven ORTOLI — *A*	828	27
Thermomètre qui surveille la température des bains — *E*	825	158
Thermomètre numérique TGV — *E*	825	163
Thermomètre à mémoire — *E*	827	156
Thermomètre (papiers) — *E*	828	108
Thylacine (loup de Tasmanie) — *E*	827	75
Thylacine et fantasmes — *E*	830	10
Tire-bouchon (un parapluie sur un) — *E*	830	176
Tissu magnétosensible et couleurs magnétiques — *E*	828	110
Tissu 8 fois plus isolant Cap 20 — *E*	830	137
Titania et Uranus	822	27
Traite et pompe centrifuge par Marie-Laure MOINET — *A*	827	100
Transport : le char à six pattes (ASV) par Renaud de LA TAILLE — *A*	821	78
Travaux publics : le pont le plus cher du monde, Tunnel sous la Manche par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	820	79
Travaux publics : mini-pelle araignée héliportable — *E*	823	113
Travaux publics : technique géotextile pour stabiliser les sols — *E*	825	100
Tremblements de terre : une prévision à 6 heures ? par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	831	98
Tribunes télescopiques — *E*	824	108
Tripoli : le raid au radar par Samuel JOFFRE — *A*	825	87
Trou noir et nova à rayons X AOG20-00	823	64
Trypanosome — *E*	830	80
Tube cathodique et télévision	831	72
Tunnel sous la Manche : le pont le plus cher du monde par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — *A*	820	79
Tunnel sous la Manche : une taupe géante pour le chantier du siècle par Laurent DOUEK et Jocelyn JEAN-JOSEPH — *A*	823	100
Dr. Turek Fred W. et pilule à changer l'heure	826	29
Tuteur lumineux pour le jardinage — *E*	828	156
U		
Ultrasons contre les taupes — *E*	821	105
Ultrasons contre parasites du chien — *E*	829	168
Umbriel et Uranus	822	27
Union Carbide et Bhopal	822	62
Univers (l') reprend un coup de vieux par Anna ALTER — *A*	821	37
Univers (la masse cachée de l') par Anna ALTER — *A*	824	34
Univers et mirages gravitationnels par Anna ALTER — *A*	827	36
Univers (pourquoi la nuit est noire) par Sven ORTOLI — *A*	830	58
Uranus enfin vue de près par Anna ALTER — *A*	820	14
Uranus (les mondes étranges d') par Stéphane CHENARD — *A*	822	24
Usinage : le centre des machines en marche — *E*	827	105
Usines les plus dangereuses de France — *A*	823	77
V		
Vaccin contraceptif à l'essai — *E*	823	62
Vaccin (le) est innocenté, mais à huis-clos par Jean-Michel BADER — *A*	824	48
Vaccin anti-SIDA — *E*	825	82
Vaccins (le bel été des) — *E*	828	81
Vaccin : on a "vacciné" des plantes par Marie-Laure MOINET — *A*	831	41
Vache pharmacienne par Marie-Laure MOINET — *A*	822	32
Valium et mémoire	828	24
Van Bogelen	830	68
Variateur de vitesse (Des marchés à saisir)	827	98
De Vaucouleurs Gérard et univers	821	40
Veilleuse émettrice JMC et baby-sitting sur la FM — *E*	829	166
Dr Venet Alain et SIDA	820	36
Vent (vitesse du) visualisée — *E*	824	111
Vent (le) du Diable (cisaillement) par Michel REDDAN — *A*	828	83
Vestes "imper-respirantes" — *E*	830	137
Vêtements (essayer des) dans se déshabiller... — *E*	828	109
Vibrations (instrument de poche pour contrôler les) — *E*	826	105
Vidange (auto) (Des marchés à saisir)	827	97
Vidéo :		
• Régie pour vidéastes amateurs — *E*	821	140
• Disque compact, support informatique — *E*	825	98
• Système POS et télésurveillance — *E*	827	104
• Vidéo 8 mm (la) se met en place : camescope par Josselyn JEAN-JOSEPH — *A*	830	122
• Pour titrer en améliorer les enregistrements vidéo Bauer VED 200 et VTG 1000 — *E*	830	172
• Vidéodisque : disque optique effaçable dans un an en France — *E*	826	146
• Videotex français en Chinois — *E*	824	108
• Vie (les trois premières années de la) — *E*	824	8
• Vieillissement (médicament piracetam contre le) — *E*	822	55
• Vieillissement et gymnastique du cerveau par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	821	58
• Vieillissement : les radicaux libres, cause du par Pierr ROSSION — *A*	828	44
• Vins frelatés : pourquoi le méthanol est un poison mortel ! par Anne-Marie ROUZERÉ — *A*	824	98
• Violence (neurophysiologie de la) par le Dr Jacqueline RENAUD — *A*	831	13
• Violon en kit — *E*	824	168
• Viroïdes (et si les) étaient des introns en rupture de ban ? — *E*	831	50
• Virologie : 2 nouveaux virus, 2 énigmes par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	831	36
• Virus HTLV et LAV — *A*	824	42
• Virus (portrait minute de) — *E*	827	71
• Virus de la mosaïque du tabac	831	42
• Virus HBLV (virus herpétique)	831	36
• Vision des couleurs (mécanisme de la)	828	38
• Vitamine B 12 et génie génétique français	831	62
• Vitamine C (subtilités de la) — *E*	824	79
• Vitrage énergétique : St-Gobain contre Pilkington — *E*	827	106
• Vitrerie flexible (Des marchés à saisir)	831	125
• Vivagel (des robots à – 28 °C) — *E*	825	103
• VMT (virus de la mosaïque du tabac — *A*	831	43
• Voie lactée (la) a des problèmes de cœur par Anna ALTER — *A*	825	50
• Voix synthétique — *E*	822	116
• Voix (la porte qui obéit à la) — *E*	824	108
• Voix (changeur de) téléphonique — *E*	825	163
• Vols par an aux grands magasins (9 milliards de) — *E*	823	114
• Volcan : Que s'est-il passé au Cameroun ? par Michel ROUZÉ — *A*	829	74
• Voyage en Amérique du Sud et comète de Halley	821	44
• Voyage et concours photo FNAC	826	44
• Voyager 2 (sonde)	820	14
• Voyager 2	822	24
• *De Vries Hugo* et génétique française	821	16
W		
Washoe, enseigne à son fils la langue humaine par Françoise HARROIS-MONIN — *A*	822	50
Watson Paul et araignée	830	72
Westermeyer Joseph et troubles mentaux	822	57
Pr Wilson et génétique	825	66
Y		
Yersinia pseudotuberculosis (bactérie)	820	49
Z		
Zombies (les) se font avec du venin de crapaud — *E*	821	66
Zones humides (alerte aux) — *E*	825	83
Zoologie (la lettre d'amour interceptée : araignée) — *A*	830	72
Zoologie : l'ornithorynque est branché par Alexandre DOROZYNSKI — *A*	827	64
Zoologie : les poissons venimeux des côtes françaises par Paul HELANDER — *A*	827	66
Zoologie : Washoe enseigne à son fils la langue humaine	822	52
Zwicky Fritz et Univers	824	34

Numéros de "Science & Vie" Hors-Série
Année 1986 (n° 154 à 157)

N° 154 — L'avenir du rail — Mars 86
N° 155 — Les médecines de la beauté — Juin 86
N° 156 — La vigne et le vin — Septembre 86
N° 157 — Guerre et armement — Décembre 86

	N°	Page
A		
Acné (la guerre des boutons) par Guy Alain Cochard — *A*	155	44
Alimentation (manger bien pour rester vert) par le Dr Bruno Fourrier — *A*	155	118
Aramis, système d'un autre type par Bernard Felix — *A*	154	126
Armes de destruction massive par le Colonel Maurice Bresson — *A*	157	60
Arômes (six cents corps pour un bouquet) par R. Baumes — *A*	156	90
B		
Beauté (Médecines de la) Eros et Aphrodite par Maurice Girodias — *A*	155	1
Boutons (acné) par le Dr Guy Alain Cochard — *A*	155	44
C		
Calvitie (les thérapies de la) par le Dr Jean-Louis Cerif-Cheikh — *A*	155	152
Camomille (art et science des cosmétiques)	155	61
Cellules (vieillissement)	155	113
Cépages (le renouvellement) par Jean-Pierre Doazan — *A*	156	20
Champagne (la méthode champenoise) par J.-F. Barot — *A*	156	120
CHAO (Conception des horaires assistée par ordinateur)	154	99
Chaptalisation (les techniques de la vinification)	156	74
Char fin de siècle : surblindé et surpuissant par Patrick Mercillon — *A*	157	34
Chemins de fer touristiques français	154	144
Cheveux (les thérapies de la calvitie) par le Dr Jean-Louis Cherif-Cheikh — *A*	155	152
Chirurgie esthétique (une chirurgie de la personnalité) par le Pr Claude Nicoletis — *A*	155	133
Chirurgie orthopédique, plastique (réparation des mains) par le Pr Michel Merle — *A*	155	142
Communication (la fin des pyramides) Réseau RITA par Patrick Mercillon — *A*	157	112
Compagnies (malades de la dette) par Airy Routier — *A*	154	4
Cosmétique (les accidents) par le Dr Marie-Dominique Pujade-Lauraine — *A*	155	68
Cosmétiques anti-rides (les traitements des rides et leurs résultats)	155	28
Cosmétiques (art et science) par Françoise Le Gall et M.-C. Poelmann — *A*	155	57
Crus (L'élevage des bons) par Michel Bouchard — *A*	156	85
Culture in vitro de la vigne (Le renouvellement des cépages)	156	32
D		
Défense et protection de "l'arrière" par le Général Pierre Morisot — *A*	157	120
Derme (schéma) le roman de la peau	155	15
Dom Pérignon et méthode champenoise	156	120
E		
Ecrans géants (la bataille sur) par le Général Pierre-Charles Quentin — *A*	157	100
Endurance humaine (les limites) par Nathalie Kondracki — *A*	157	86
Enfants (la cosmétique du nourrisson) par le Dr Françoise Raynaud — *A*	155	82
Epiderme (schéma) le roman de la peau	155	11
Espaces (le contrôle des grands) par l'amiral Pierre Lacoste — *A*	157	20
Etiquettes de bouteilles vin (typicité)	156	111
F		
Fermentation du vin : la sélection des levures et bactéries par A. Poulard — *A*	156	80
Forces de frappe (nos) à l'extérieur par le général Henri Salaun — *A*	157	140
G		
Greffe du cuir chevelu (thérapies de la calvitie)	155	160
Guerre des données par Maurice Bresson — *A*	157	92
Guerre chimique : les armes de destruction massive par Maurice Bresson — *A*	157	65
Guerre (scènes de guerre) par Sven Ortoli — *A*	157	4
H		
Hormone (thérapeutiques hormonales)	155	128
Hypoderme (et ses graisses)	155	16
I		
Industrie cosmétique (Beauty is business) par Michel Heurtaux — *A*	155	84
Industrie ferroviaire française par Gilles Seinges — *A*	154	118
Infanterie (fantassins de l'an 2000) par le général Georges Longeret — *A*	157	74
Informatique (la mutation à la SNCF) par Marc Aubrun — *A*	154	97
J		
Jus de raisin (un renouveau)	156	150
K		
Kuhn Maggie et Grey Panthers - Narcisse peut-il vieillir ?	155	113
L		
Lasers de combat par le général Jacques Leseigneur — *A*	157	124
Levures et bactéries (sélection) par A. Poulard — *A*	156	80
Locomotives (catalogue des)	154	83
Logistique (les problèmes de la) par Jean-Claude Comby — *A*	157	112
Look (le corps est un médium) par Marité Bonnal — *A*	155	102
Lyriculture (enfant ruiné de l'agro-scientifique) par Alain Carbonneau — *A*	156	43
M		
Mains (réparation) par Michel Marie — *A*	155	142
Maladie d'Alzheimer (vieillissement inégal)	155	117
Maquillage : le fard et le sacré par Constantin Nateu — *A*	155	94
Marchandises (les) ne prennent plus l'eau - SNCF par Gilles Bridier — *A*	154	16
Matériel ferroviaire par Gilles Seinges — *A*	154	120
Medium (le corps en est un) par Marité Bonnal — *A*	155	102
Métro, ville nouvelle par Jean-Jacques Valin — *A*	154	122
Métro léger à automatisme intégral par Daniel Ferbeck — *A*	154	131
Minoxidil (espoir ou illusion)	155	158
Modélisme (le nouveau look) par Jean-Hubert Lavie — *A*	154	154
Moteur synchrone	154	77
Musée du chemin de fer de Mulhouse par Maurice Mertens — *A*	154	147

TABLE DES MATIÈRES 1986

	N°	Page
N		
Navigation fluviale (bateliers contre SNCF)	154	16
Nucléaire : les armes de destruction massive par Maurice Bresson — *A*	157	62
O		
Obus (des déluges qui font mouche) par le général Emile Lacombe — *A*	157	50
Ostéoporose (sport et vieillissement)	155	125
P		
Parc des wagons de marchandises	154	21
Peau :		
• Le roman et l'anatomie de la peau par le Dr Jean-Paul Escande — *A*	155	4
• Le soir de la peau par le Dr Jean-Paul Escande — *A*	155	20
• Le soleil et la peau par le Dr Jean-Jacques Grob — *A*	155	39
• Comment traiter les peaux sèches par le Pr Jean-Jacques Bonerandi — *A*	155	33
Phylloxéra (le renouvellement des cépages)	156	22
Pineau des Charentes	156	134
Porto (vintages et blends) par François Guichard — *A*	156	133
Potions (les) n'ont plus le droit d'être magiques par Marie-Agnès Combesque — *A*	155	72
Propulsion (systèmes "exotiques")	154	80
Publicité et cosmétologie	155	80
R		
Rajeunissement (les arcanes du) par le Dr Jean-Pierre Aquino — *A*	155	126
Rides (les traitements et leurs résultats) par le Dr Martine Chivot — *A*	155	26
RITA (réseau) par Patrick Mercillon — *A*	157	112
S		
Sénescences :		
• Narcisse peut-il vieillir ? par le Dr Yves Pelicier — *A*	155	108
• Le vieillissement inégal par le Dr Françoise Forette — *A*	155	113
S.N.C.F. :		
• Les finances par Roger Aubrun — *A*	154	8
• Stratégie, marketing	154	24
• Sécurité par Dominique Beaujouin — *A*	154	107
Shinkansen japonais (TGV japonais)	154	64
Soleil et la peau par le Dr Jean-Jacques Grob — *A*	155	39
Sols et sous-sols des grands crus	156	43
Sport : allonger la vie en allongeant le pas par Nathalie Boissiere — *A*	155	124
T		
Talc Morhange	155	74
Terroir (les accents du) par Gérard Seguin — *A*	156	35
Terrorisme et guerre par Didier Bigo et Daniel Hermant — *A*	157	146
TGV - La course aux 300 km/h par Daniel Caire, André Gache, Bernard Porcher — *A*	154	60
TGV Atlantique (A l'Ouest, rien de nouveau) par Gérard Pinel — *A*	154	32
Traction électrique (les évolutions)	154	71
Train miniature par Jean-Hubert Lavie — *A*	154	158
Train à vapeur par Sylvain Zelkinf — *A*	154	140
Tunnel sous la Manche : les raisons du choix par Didier Pavy — *A*	154	55
Tunnel sous la Manche : anatomie d'un projet par Christian de Fenoyl — *A*	154	46
Typicité (le droit de) par Henri Elwing — *A*	116	108
V		
VAL (métro)	154	132
Vendanges (la prévision) par C. Schneider — *A*	156	67
Vendanges mécaniques (les prouesses de la mécanisation)	156	60
Vieillissement :		
• Narcisse peut-il vieillir ? par le Pr Yves Pelicier — *A*	155	105
• L'inégalité par le Dr Françoise Forette — *A*	155	113
Vignoble (les origines) par Max Rives — *A*	156	13
Vin :		
• La civilisation par Jean Claudian — *A*	156	5
• Le "nouveau" n'est pas primeur par Henri Elwing — *A*	156	103
• Noblesse oblige - vins doux du Roussillon	156	130
• L'or du vin	156	140
• "Soft" l'étrange promotion - Marketing par Laurent Douek Jobert — *A*	156	156
Vinification (les techniques) par Jean-Luc Berger — *A*	156	73
Viticulture (les prouesses de la mécanisation) par Michel Smith Christian Flaceliere — *A*	156	60

Pour vous procurer les numéros parus en 1986, veuillez utiliser le bon de commande ci-dessous

BON DE COMMANDE

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

- *Veuillez m'adresser*

Les numéros mensuels .....

.....

Au prix unitaire franco de port de : 16 F (étranger 21,00 F)

Les numéros Hors-Série .....

.....

Au prix unitaire franco de port de : 18 F (étranger 23,00 F)

NOM : ..... *PRENOM :* .....

ADRESSE : .....

CODE POSTAL : ..... *VILLE :* .....

- *Ci-joint mon règlement de :* ..... *F par chèque établi à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED (étranger : chèque compensable à Paris ou mandat international).*

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY — Dépôt légal : n° 84007 — N° de Commission paritaire : 57284 du 15 décembre 1975
Photocomposition : Imp. Ponsing A. F/67300 Schiltigheim — Photogravure et impression : Imp. Alsacienne Jean Didier F/67200 Strasbourg — Printed in France

LES BONS POINTS DE REPERE.

Les médias vous bombardent d'informations économiques incompréhensibles ou incomplètes. Résultat : vous êtes souvent désorienté.
Dans le maquis de l'économie, vous avez besoin de points de repère fiables et précis.
Chaque mois, SCIENCE & VIE ECONOM'E vous donne l'information nécessaire à une bonne compréhension de l'économie.
Les vraies clés de l'économie, le dessous des mots et des chiffres, tout est dans SCIENCE & VIE ECONOMIE.
Avec SCIENCE & VIE ECONOMIE, vous entreprenez mieux, vous épargnez mieux, vous gérez mieux, vous investissez mieux.
Chaque mois, SCIENCE & VIE ECONOMIE vous livre les bons points de repère de l'économie.

SCIENCE & VIE

ECONOMIE

Comprendre pour agir.

Du meuble individuel... aux grands ensembles

Bibliothèques Louis XIII – 28 modèles – 7 hauteurs – 4 largeurs – 5 profondeurs

20 MAGASINS EN FRANCE
et vente directe par correspondance sur catalogue

La maison des BIBLIOTHEQUES

61, RUE FROIDEVAUX - PARIS 14e
500 modèles - 14 lignes et styles

Du meuble individuel à l'ensemble mural avec bar, télé, hifi incorporés, que vous installez vous-même, au rythme de vos besoins et de vos possibilités, La Maison des Bibliothèques vous offre un choix incomparable : **500 modèles, 14 lignes** et styles, **53 coloris**, teintes, essences de bois et de nombreux accessoires pour personnaliser votre bibliothèque et l'adapter à votre intérieur.

Des prix imbattables et les plus larges facilités de paiement. Reprise en cas de non-convenance. Expédition franco dans toute la France. Etudes d'implantation et devis gratuits.

CATALOGUE GRATUIT

Retournez ce coupon à LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES - 75680 PARIS CEDEX 14

J'aimerais recevoir gratuitement et sans engagement votre catalogue avec photos couleurs, dimensions, essences, teintes, contenances, prix de tous vos modèles. Merci.

SV42

M., Mme, Mlle _____ PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____

(FACULTATIF) TÉLÉPHONE _____ PROFESSION _____

DEMANDES DE CATALOGUE 24 h/24 (enregistreur automatique)
(1) 43.20.73.33

A PARIS
61, rue Froidevaux, 75014

Magasins ouverts le lundi de 14 h à 19 h et du **mardi au samedi inclus** de 9 h à 19 h sans interruption. RER : Denfert-Rochereau – Métro : Denfert-Rochereau - Gaîté - Edgar-Quinet – Autobus : 28-38-58-68 – SNCF : Gare Montparnasse.

BORDEAUX : 10, rue Bouffard - 56.44.39.42 – **CLERMONT-FERRAND :** 22, rue Georges-Clemenceau - 73.93.97.06 – **DIJON :** 100, rue Monge - 80.45.02.45 – **GRENOBLE :** 59, rue Saint-Laurent - 76.42.55.75 – **LILLE :** 88, rue Esquermoise - 20.55.69.39 – **LIMOGES :** 57, rue Jules-Noriac - 55.79.15.42 – **LYON :** 9, rue de la République (métro Hôtel de Ville Louis-Pradel) - 78.28.38.51 – **MARSEILLE :** 109, rue Paradis (métro Estrangin) - 91.37.60.54 – **MONTPELLIER :** 8, rue Sérane (près gare) - 67.58.19.32 – **NANCY :** 8, rue Piétonne St-Michel (face St-Epvre) - 83.32.84.84 – **NANTES :** 16, rue Gambetta (près rue Coulmiers) - 40.74.59.35 – **NICE :** 8, rue de la Boucherie (Vieille Ville) - 93.80.14.89 – **POITIERS :** 42, rue du Moulin-à-Vent - 49.41.68.46 – **RENNES :** 18, quai Emile-Zola (près du Musée) - 99.79.56.33 – **ROUEN :** 43, rue des Charrettes - 35.71.96.22 – **SAINT-ÉTIENNE :** 40, rue de la Montat - 77.25.91.46 – **STRASBOURG :** 11, rue des Bouchers - 88.36.73.78 – **TOULOUSE :** 1, rue des Trois-Renards (près place St-Sernin) - 61.22.92.40 – **TOURS :** 5, rue Henri-Barbusse (près des Halles) - 47 38 63 66

• CRÉDITS PERSONNALISÉS (après acceptation du dossier) • DEVIS GRATUITS • EXPÉDITIONS FRANCO DANS TOUTE LA FRANCE • REPRISE EN CAS DE NON CONVENANCE.

FOIRE INTERNATIONALE DE NICE DU 27 FÉVRIER AU 9 MARS PALAIS DES EXPOSITIONS STAND N° 2036

A.T.P. s.a. au capital de 1 000 000 F