SCIENCE & VIE

Pourquoi on ne naît plus le dimanche

Les extraterrestres, c'est nous

Un sous-marin sauveteur de sous-mariniers

LE LASER A TOUT FAIRE

NUCLÉAIRE: LA CONTESTATION "DÉMODÉE"?

10 F

N° 772/BEL. 80 FB/SUISSE 4,50 FS/CANADA $ 2,50/ESPAGNE 2,25 P

L'ASSURANCE DES JEUNES ANNEES



ASSURETUDES

roux, seguela, cayzac & goudard

Assurer l'avenir d'un enfant, même au-delà de votre vie, c'est lui donner la chance de poursuivre des études.

Avec Assurétudes, rente éducation indexée*, la CNP vous offre une protection efficace et à un prix très raisonnable.

Parlez-en avec le conseiller CNP, dans un bureau de Poste ou du Trésor Public. Sans engagement de votre part, il vous aidera à assurer les jeunes années de votre enfant.

* dans la limite d'un plafond annuel de 15 %.

CAISSE NATIONALE DE PREVOYANCE

cnp

UNE SOLIDE ASSURANCE

Energie: plus on est informé, plus on a d'espoir.



Des textes importants ont paru cette année.

Cet index répertorie les ouvrages, les brochures et les articles qui peuvent contribuer à votre information sur l'énergie. Besoins, ressources, caractéristiques et possibilités des différentes énergies : le nucléaire, les énergies classiques, le solaire, les éoliennes, la géothermie, les centrales marémotrices... Plus de 300 questions y sont proposées. Le monde de l'énergie évolue constamment. La nouvelle édition de l'Index de Documentation sur les énergies en tient compte. Remis à jour, enrichi de textes importants, il reste un outil de travail et de réflexion. Il permettra aux chercheurs, enseignants et à tous ceux qui veulent mieux comprendre les problèmes de l'énergie, de recevoir vite et facilement des documents d'origines diverses, capables de donner une information précise et détaillée.

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE
Division Information et Communication.

Bon gratuit pour
l'Index de Documentation sur l'Énergie.
(A remplir au stylobille S.V.P.)

Nom _____

Adresse _____

_____

_____

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

A retourner à :
AFID, BP 8209, 75421 Paris Cedex 09

SCIENCE & VIE



Dessin
Jean-Jacques
Vincent

Sommaire
Janvier 82
N° 772
Tome CXXXI

SAVOIR

● **NUCLÉAIRE : LA CONTESTATION "DÉMODÉE" ?** **p. 22**
par Anna Alter

LES TRACES DU PREMIER FEU **p. 42**
par Pierre Rossion

LES TROIS NOBELS SCIENTIFIQUES SANS LARMES **p. 44**
par Michel de Pracontal

LES EXTRATERRESTRES, C'EST NOUS ! **p. 46**
par Michel Rouzé

L'EUROPE A ÉTÉ PEUPLÉE PAR LES AFRICAINS **p. 50**
par Gerald Messadié

LE RENOUVEAU DE L'ASTRONOMIE DE POSITION **p. 52**
par Pierre Kohler

LASER À ÉLECTRONS LIBRES, LASER À TOUT FAIRE **p. 60**
par Sven Ortoli

ON N'ACCOUCHE PLUS LE WEEK-END... **p. 66**
par Michel Rouzé

UNE FORME DE VIE UNIQUE PAR 3000 m DE FOND **p. 68**
par Jean Ferrara

PREMIER BILAN PROVISOIRE DE L'INTERFÉRON **p. 71**
par Alexandre Dorozynski

● **LE MYTHE DÉFRAÎCHI DES CELLULES FRAÎCHES** **p. 76**
par Jean-Michel Bader et Laurence Schaffar

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE **p. 79**
dirigée par Gerald Messadié

POUVOIR

■ ***Des nouveaux sous-marins sauveteurs de sous-marins*** ***p. 88***
par Robert Sténuit

L'heure du solaire sonne ***p. 95***
par Françoise Harrois-Monin et Sven Ortoli

Entreprise : le marché de l'expérience ***p. 102***
par Gérard Morice

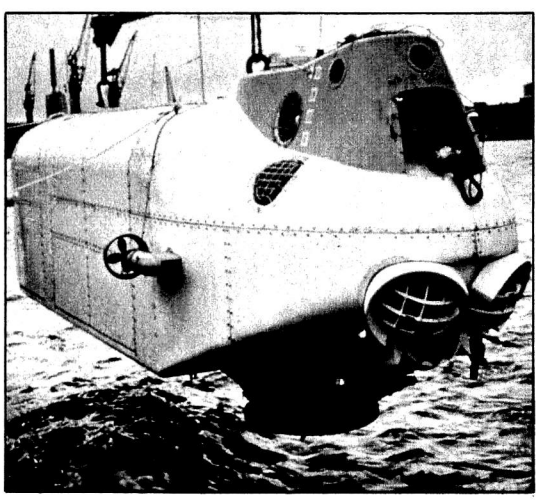
■ ***La restauration des œuvres d'art par laser*** ***p. 104***
par Françoise Harrois-Monin

La faiblesse du réseau téléphonique français ***p. 108***
par Jacqueline Denis

Mères suppléantes pour les veaux ***p. 110***
par Marie-Laure Moinet

Chronique de l'industrie ***p. 115***
dirigée par Gérard Morice

Des marchés à saisir ***p. 120***



Grâce à deux mini-submersibles, mis au point récemment, un sous-marin en détresse au fond de l'océan n'est plus aujourd'hui synonyme de mort certaine pour son équipage. Robert Sténuit, spécialiste de la recherche et de la récupération sous-marines, nous en brosse un portrait détaillé.

UTILISER

PHOTO : DES LABOS QUI RENDENT VOS TRAVAUX DANS L'HEURE **p. 123**
par Roger Bellone

▶ **HI-FI : UN ÉGALISEUR AUTOMATIQUE** **p. 127**
par Alain Belz

LES JEUX **p. 132**
par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, André Costa, Daniel Ferro, Olivier Gutron, Pierre Kohler, Renaud de La Taille, Alain Ledoux, Henri-Pierre Penel et Peter Watts

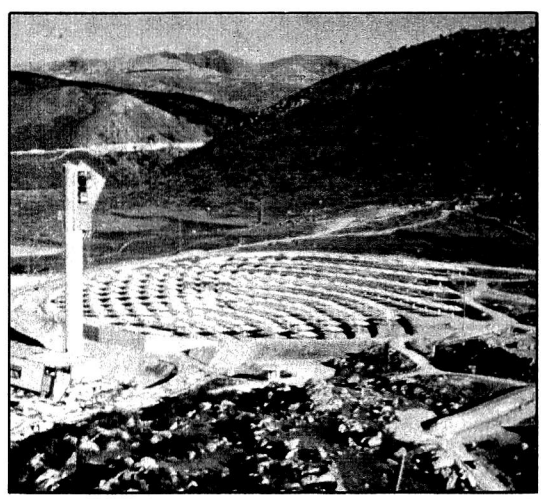
SCIENCE & VIE A LU POUR VOUS **p. 149**

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE **p. 153**
dirigée par Elias Awad

LA LIBRAIRIE DE SCIENCE & VIE **p. 174**

ENCART Club français du Livre (diffusion France et zone franc) p. 1 à 4

ENCART Le Médailler Franklin (diffusion France et zone franc) p. 181-186



Solar One, aux États-Unis, et Thémis (ci-dessus), en France, sont deux centrales solaires sur le point d'être mises en service. Alors que le débat sur le nucléaire bat son plein, ces deux unités pilotes serviront à poser concrètement et à résoudre les questions en suspens concernant l'énergie solaire.

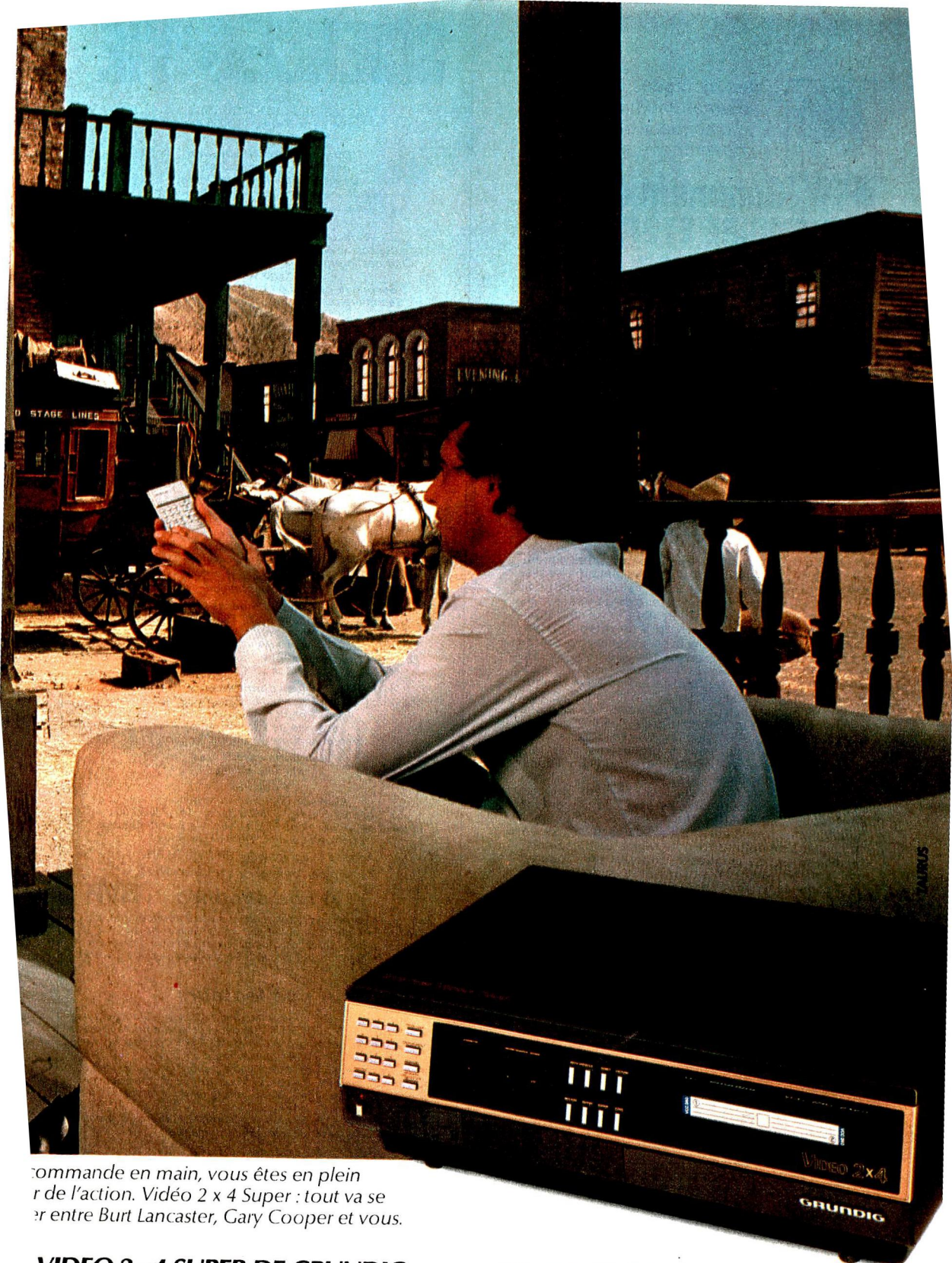


AVEC LE VIDEO 2x4 SUPER DE GRUNDIG, ON S'Y CROIRAIT.

Une image parfaite, stable. Aussi bien à vitesse normale, en accéléré avant, arrière, au ralenti, qu'à l'arrêt.

Ce qu'aucun magnétoscope ne pouvait vous donner auparavant, le Vidéo 2 x 4 Super vous l'offre grâce à ses têtes spéciales à lecture intégrale et ses cassettes réversibles 2 x 4 heures.

La lecture intégrale, c'est le "suivi dynamique de piste". Cela signifie que la tête de lecture du Vidéo 2 x 4 Super Grundig suit exactement la piste enregistrée pour lire l'intégralité de l'information contenue sur cette piste, avec une précision optimale. Pour la première fois installé dans votre fauteuil face au Saloon de Texas City,



commande en main, vous êtes en plein
r de l'action. Vidéo 2 x 4 Super : tout va se
er entre Burt Lancaster, Gary Cooper et vous.

VIDEO 2 x 4 SUPER DE GRUNDIG.
ECTURE INTEGRALE.

GRUNDIG



Des méthodes modernes permettent maintenant d'acquérir très vite une mémoire excellente

Comment obtenir LA MÉMOIRE ÉTONNANTE dont vous avez besoin

15 ans d'expérience

Avez-vous remarqué que certains d'entre nous semblent tout retenir avec facilité, alors que d'autres oublient rapidement ce qu'ils ont lu, ce qu'ils ont vu ou entendu ? D'où cela vient-il ?

Les spécialistes des problèmes de la mémoire sont formels : cela vient du fait que les premiers appliquent (consciemment ou non) une bonne méthode de mémorisation alors que les autres ne savent pas comment procéder. Autrement dit, une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Des milliers d'expériences et de témoignages le prouvent. En suivant la méthode que nous préconisons au Centre d'Etudes, vous obtiendrez de votre mémoire (quelle qu'elle soit actuellement) des performances à première vue incroyables. Par exemple, vous pourrez, après quelques jours d'entraînement facile, retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous, ou encore rejouer de mémoire une partie d'échecs. Vous retiendrez aussi facilement la liste des 95 départements avec leurs numéros-codes.

Mais, naturellement, le but essentiel de la méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre mais de donner une mémoire parfaite dans la vie courante : c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément les noms des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), l'endroit où vous rangez vos affaires, les chiffres, les tarifs, etc. Les noms, les visages se fixeront plus facilement dans votre mémoire : 2 mois ou 20 ans après, vous pourrez retrouver le nom d'une personne que vous rencontrerez comme si vous l'aviez vue la veille. Si vous n'y parvenez pas aujourd'hui, c'est que vous vous y prenez mal, car tout le monde peut arriver à ce résultat à condition d'appliquer les bons principes.

La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet de retenir en un temps record des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de science, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées : l'étude devient alors tellement plus facile.

Si vous voulez avoir plus de détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, mais faites-le tout de suite car, actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.

Vous pouvez consulter ou acheter la méthode MÉMODIDACT directement au CENTRE D'ÉTUDES, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS.

GRATUIT Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M14 F
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 à 1,60 F pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponse).

MON NOM (en majuscules, S.V.P.) _____

MON ADRESSE _____

_____ Code postal _____

Ville _____

SCIENCE & VIE

Publié par
EXCELSIOR PUBLICATIONS, S.A.
5, rue de la Baume - 75008 Paris
Tél. 563.01.02

Direction, Administration
Président : Jacques Dupuy
Directeur Général : Paul Dupuy
Directeur adjoint : Jean-Pierre Beauvalet
Directeur financier : Jacques Behar

Rédaction
Rédacteur en Chef : Philippe Cousin
Rédacteur en chef adjoint : Gérald Messadié
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint : Jean-René Germain
Secrétaire général de rédaction : Elias Awad
Secrétaire de rédaction : Samuel de Cardaillac
Michel Eberhardt
Renaud de La Taille
Gérard Morice
Alexandre Dorozynski
Pierre Rossion
Jacques Marsault
Françoise Harrois-Monin
Sophie Seroussi
Michel de Pracontal
Jacqueline Denis-Lempereur
Marie-Laure Moinet

Illustration
Anne Lévy
Photographes : Miltos Toscas, Jean-Pierre Bonnin

Documentation
Anne-Françoise Montaron

Maquette
Mise en page : Natacha Sarthoulet
Assistante : Virginia Silva

Fabrication
Louis Boussange

Correspondants
New York : Sheila Kraft, 625 Main Street Roosevelt Island New York - 10044
Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent London W 4, 1 HF

Services commerciaux
Marketing et développement : Christophe Veyrin-Forrer
Abonnements : Elizabeth Drouet assistée de Patricia Rosso
Vente au numéro : Gabriel Prigent

Relations extérieures
Michèle Hilling

Publicité
Excelsior Publicité - Interdeco
67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225.53.00
Directrice du développement : Michèle Brandenbourg
Chef de publicité : Dominique Bovio

OJD 1980

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de Commission paritaire : 57284

A nos abonnés BVP

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 1,50 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance.

A nos lecteurs

- *Nos reliures : Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de* SCIENCE ET VIE *peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 42 F Franco (Pour les tarifs d'envois à l'étranger, veuillez nous consulter).*
- *Notre Service Livre : Met à votre disposition les meilleurs ouvrages scientifiques parus. Vous trouverez tous renseignements nécessaires à la rubrique « La Librairie de* SCIENCE ET VIE *».*
- *Les Numéros déjà parus : La liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande.*

Correspondance et règlement

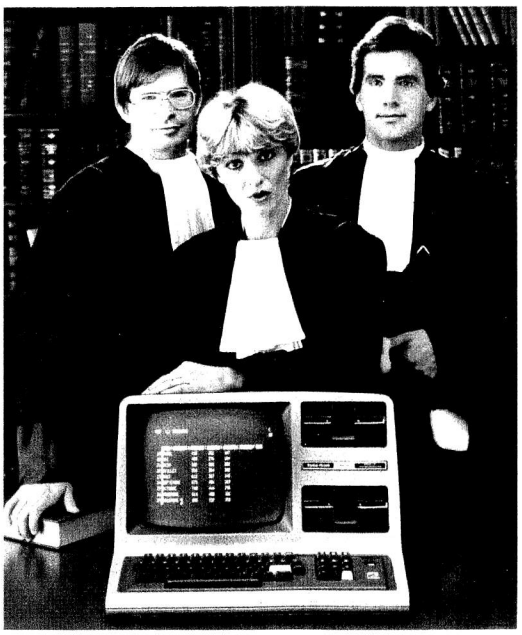
- *ADRESSE : 5, rue de la Baume - Paris (8e).*
- *MODALITÉS DE PAIEMENT :*

— Règlement joint à la commande, C. Bancaire - C.C.P. - Mandat Lettre - libellés à l'ordre de Science et Vie.
— Pour les C.C.P. transmettre directement les 3 volets sans indiquer de numéro de compte.

- *FACTURES : Émises sur demande pour un montant supérieur à 30 F uniquement.*

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.
Copyright 1981 « Science et Vie ».

"Nous confions dorénavant nos créances au micro-ordinateur TRS-80 de Tandy, qui récupère d'un seul coup 50.000 F d'honoraires impayés, au lieu de 30.000 F estimés."



«Nous devons songer à protéger nos intérêts envers les clients distraits ou les cas litigieux. Comment être vigilant ? Nous suivions chacun nos affaires sur un fichier manuel : provisions des clients, créances, dettes diverses et clôture des dossiers. Avec beaucoup de temps et de rigueur on peut se contenter d'un tel système. Mais il faut bien avouer que l'argent nous glissait entre les doigts. Nous avons décidé de régler nos comptes rapidement et au plus juste.

Comment ? Le TRS-80 de Tandy a pratiquement récupéré le double des honoraires impayés que nous avions estimés... il s'est amorti par la même occasion».

Tandy apporta à ce bureau d'avocats la solution qui s'imposait : un micro-ordinateur destiné à toutes les tâches administratives, commerciales et comptables. Grâce à son programme de gestion de fichiers, le TRS-80 indique instantanément, sans erreur, le montant des créances, leurs dates d'échéance, et personnalise automatiquement les lettres de rappel.

C'est un outil simple d'utilisation, parfaitement adapté à toutes activités personnelles ou professionnelles. Tandy est le leader du marché de la micro-informatique. Nos TRS-80 forment la gamme la plus performante des micro-ordinateurs. Ils sont rapides, fiables, et d'un prix accessible.

Nous mettons à votre disposition un réseau de distribution qui s'étend de jour en jour, «couplé» à une organisation mondialement reconnue.

TRS-80, une gamme de micro-ordinateurs à partir de 4.990 F, TVA de 17,60% incluse. Avec un large éventail de logiciels.

Tandy
TRS·80
The biggest name in little computers™

TANDY FRANCE S.A.
Département TRS-80 - 211-213 boulevard MacDonald - 75019 PARIS
Veuillez m'envoyer une documentation plus détaillée sur le TRS-80, ainsi que la liste des magasins Tandy.

Nom :
Société :
Adresse :
Code postal :
Localité :
Tél. :
Pays

EUROPE 1
C'est naturel

Pierre Bellemare, le démon des jeux, jaillit du transistor à midi. Toute la France a le cœur "Tricolore" la dernière invention de Pierre Bellemare en matière de jeu-suspense. Gagnera, gagnera pas...



BELLEMARE. LE

Gardez vos deux oreilles sur le "Tricolore". Petite émotion, gros gains, vous participez à fond. Au déjeuner, Pierre Bellemare c'est l'assaisonnement de choc.

EUROPE 1
C'est naturel

CHOC DE 12 H.

Pour mieux choisir "votre" ordinateur et pour mieux l'utiliser.



Lisez

L'ORDINATEUR INDIVIDUEL

Vous y trouverez :

L'actualité et les tendances de l'informatique individuelle • des galops et des bancs d'essai des principaux matériels • des panoramas et des tests comparatifs • le point des grandes manifestations internationales • des articles d'initiation • des synthèses • des programmes • des interviews "exemplaires" • des conseils • des idées • des astuces.

L'ORDINATEUR INDIVIDUEL

chez votre marchand de journaux

41 rue de la Grange aux Belles - 75010 Paris



MAURICE OGIER

Créateur de nouvelles Méthodes de Développement de la Personnalité Conseil en Perfectionnement Relations Humaines et expression orale

Sachez parler avec aisance

ayez de bons contacts

votre vie en sera transformée

Les Techniques de la Parole à la portée de tous

Avec « Audace et Parole »
Vous vous exprimerez avec aisance, clairement ; les mots viendront facilement. Vous apprendrez les techniques de la parole à l'improviste et les « trucs » des professionnels. Vous saurez convaincre. Cette nouvelle Méthode, très concrète, permettant à chacun de mettre en valeur ses capacités, remplie de conseils personnels, vous débloquera. Elle vous apprendra à développer sans cesse plus de confiance en vous, à maîtriser votre émotivité.

Avec « Contacts et Dialogue »
Vous apprendrez l'art des contacts faciles avec tous et toutes ; à vous faire des amis. Vous assimilerez les techniques des négociations, de la conversation : comment la démarrer, l'entretenir, faire face à tout entretien difficile. Vous comprendrez mieux les réactions des autres et saurez comment vous rendre plus sympathique dans votre vie privée et professionnelle.

Avec « Maîtrise des Réunions »
Vous serez à l'aise dans toutes vos réunions : vous deviendrez un Président brillant, un participant écouté. Vous saurez comment intervenir au bon moment ; comment faire passer vos idées ; faire face aux contradicteurs et aux agressifs.

Votre Personnalité s'épanouira
Vous découvrirez les raisons de vos blocages, les moyens pratiques de les éliminer.
La parole ouvre la porte à la réussite : on vous écoutera parce que vous saurez mettre en valeur vos qualités. Votre autorité croîtra. Vos projets se réaliseront.

Votre Vie sera ce que vous la ferez
Quels que soient votre âge, votre situation sociale, votre instruction, en quelques semaines, tout peut changer pour vous :
- **soit à Paris :** Maurice Ogier vous entraînera et vous conseillera personnellement en petits stages amicaux.
- **partout ailleurs :** vous recevrez par poste, sous pli personnel, ses Méthodes d'Action et ses Conseils.

MAURICE OGIER
Institut Français de la Communication
6, rue de la Plaine, 75020 Paris, tél. 373.11.70, M° Nation

BON POUR L'ENVOI gratuit DU LIVRE DE MAURICE OGIER « PARLER AVEC AISANCE »
sans engagement - sous pli fermé confidentiel - ses références et renseignements concernant ses Méthodes d'Action.

M.
Mme ..... Prénom .....
Mlle
Profession ..... Age ..... Tél. .....
Adresse .....
.....
..... AP 570

ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

ABONNEMENT SIMPLE 1 AN : 115 F
Tarif France et Z.F. - 12 numéros mensuels
Tarif pour 2 ans : **220 F**

ABONNEMENT COUPLÉ 1 AN : 169 F
Tarif France et Z.F. - 12 mensuels + 4 numéros Hors Série thématiques trimestriels
Tarif pour 2 ans : **325 F**

ÉTRANGER

- **BENELUX** 1 an simple **800 FB** - 1 an couplé **1150 FB**
  Journal LA MEUSE
  8-12, bd de la Sauvenière
  4000 LIÈGE - BELGIQUE
  CCP 000-0028376-52 Pim-Services Liège
- **CANADA** et **USA** 1 an simple **35 $** - 1 an couplé **50$**
  PERIODICA Inc.
  C.P. 220
  Ville Mont Royal
  P.Q. CANADA H3P 3C4
- **SUISSE** 1 an simple **60 FS** - 1 an couplé **82 FS**
  NAVILLE ET CIE
  5-7, rue Lévrier
  1211 GENÈVE 1 - SUISSE
- **AUTRES PAYS** 1 an simple **160 F** - 1 an couplé **215 F.** Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion : nous consulter.

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

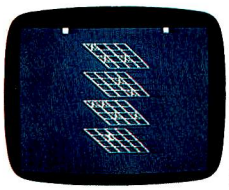
- A compter du n° ..... veuillez m'abonner pour :
  ☐ 1 an ☐ 1 an + hors série
  ☐ 2 ans ☐ 2 ans + hors série

Nom .....
Prénom .....
N° ..... Rue .....
.....
Code postal ..... Ville .....
Age et profession .....
(Facultatif)

- Ci-joint mon règlement de ..... F par :
  ☐ Chèque bancaire, ☐ CCP 3 volets.
  ☐ Mandat-lettre, établi à l'ordre de SCIENCE & VIE.
  Etranger : Mandat international ou chèque compensable à Paris.


HANGMAN
VIDEO CHESS
BRAIN GAMES
3-D TIC-TAC-TOE
ADVENTURE
VIDEO CHECKERS

A 68 ans, tante Rose découvrit qu'elle était une enfant surdouée.



Tic Tac Toe.

Lorsque Tante Rose commença à jouer au jeu du morpion en 3 dimensions avec la cassette Atari® "Tic Tac Toe", elle pensait seulement passer un bon moment. Mais, au fur et à mesure qu'elle explorait toutes les combinaisons de jeux de l'ordinateur Atari, la passion s'empara d'elle et elle ne fut pas peu fière quand l'ordinateur lui apprit qu'en fait elle était surdouée.

Le VCS™ Atari® nous vient des États-Unis. C'est une console d'ordinateur qui se branche tout simplement sur votre téléviseur, 2 paires de commandes à distance et des cassettes de jeux.

La cassetothèque Atari comprend des jeux d'adresse comme "Space Invaders", * des jeux de stratégie comme "Les Échecs", des jeux sportifs comme "Football Pelé", des jeux de hasard comme "Casino", et des jeux éducatifs comme "Basic Maths".

Au total, 34 cassettes offrant plus de 1200 jeux différents qui vous assureront des heures et des heures de loisirs passionnants seul contre l'ordinateur, en famille ou entre amis.

Le V.C.S. Atari est en vente dans la plupart des rayons télé, hi-fi, vidéo. Allez y combattre l'ordinateur et la passion va s'emparer de vous comme elle s'est emparée de tous ceux qui ont découvert le V.C.S. Atari dans le monde.



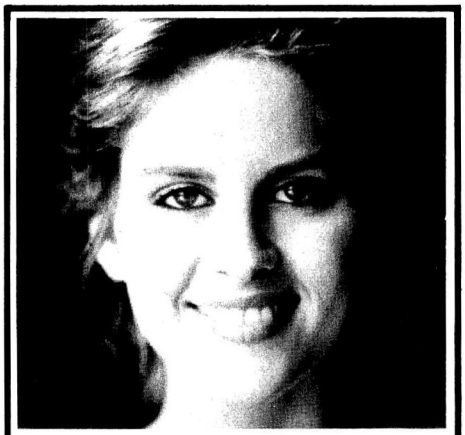
* Marque déposée par Taito America Corporation



A Warner Communications Company

L'ordinateur de jeux qui déchaîne les passions.

Pour toute documentation écrire à : Atari - 9-11, rue Georges-Enesco 94008 Créteil.
Confirmex - 71, avenue de Cortenberg - 1040 Bruxelles.



COMMENT J'AI RENCONTRÉ ERIC ?

Comme je suis romantique et que je vis avec mon temps, j'ai pensé qu'il était plus intelligent de choisir l'homme de ma vie parmi des garçons dont la façon de vivre, le caractère et le tempérament me conviennent vraiment.

Maintenant, je suis la plus heureuse des femmes et Eric un garçon épanoui, je crois. Alors faites comme nous, commencez par vous renseigner.

Agnès

Ion International opp

Institut de Psychologie fondé en 1950

PARIS - BRUXELLES - GENEVE

GRATUIT

Veuillez m'envoyer sans engagement, sous pli neutre et cacheté, le livret d'information en couleurs "Pour un couple nouveau".

M., Mme, Mlle.....

Prénom..... Age.....

Adresse.....

.....

■ **ION FRANCE** (SV 83) 94, rue Saint-Lazare, 75009 PARIS - **Tél. 526.70.85** +
■ **ION RHONE-ALPES** (SVR 83) 35, av Rockefeller, 69003 LYON - **Tél. 854.25.44**
■ **ION MIDI-AQUITAINE** (SVM 83) 31, allées Demoiselles, 31400 TOULOUSE - **Tél. 53.25.95**
■ **ION BELGIQUE** (SVB 83) r. du Marché-aux-Herbes 105 BP 21, 1000 BRUXELLES - **Tél. 511.74.30**
■ **ION SUISSE** (SVS 83) 10, rue Petitot C.P. 283 1211, GENEVE 11. - **Tél. (022) 21.75.01**

LES RELIURES SCIENCE & VIE

Pour conserver votre collection de numéros mensuels et hors-série, utilisez les reliures SCIENCE & VIE, conçues pour classer 6 revues.

- **Pratiques :** vous réaliserez facilement le classement désiré.
- **Robustes :** la qualité de la couverture à armature renforcée, vous assure une protection efficace.
- **Esthétiques :** la collection de reliures Science & Vie ainsi constituée aura une place de choix dans votre bibliothèque.



42 F
les deux franco.

BON DE COMMANDE

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

- Veuillez m'adresser ..... lots de 2 reliures au prix de 42 F le lot. (Etranger 47 F)

Nom .....
Prénom .....
N° ..... Rue .....
.....
Code postal ..... Ville .....

- Ci-joint mon règlement de ..... F par :
  ☐ Chèque bancaire, ☐ CCP 3 volets,
  ☐ Mandat-lettre, établi à l'ordre de SCIENCE & VIE.

Etranger : Mandat international ou chèque compensable à Paris.

Un bracelet-chaîne en Or 18 carats pour 98 Francs jusqu'au 2 février

384

Dans le cadre d'une campagne publicitaire destinée à promouvoir la vente de bijoux en or, nous donnerons à tout lecteur de ce journal qui nous adressera cet article avant le 2 février à minuit, un bracelet-chaîne de 17,7 cm en or massif, 18 carats, pour la somme de 98 Francs (augmentée de 12 F pour frais de port et d'emballage). Il n'y aura rien d'autre à payer. (Chaque bracelet-chaîne est réalisé en or massif, 18 carats, fermoir compris, et sera accompagné de notre certificat d'authenticité qui en attestera). Cette offre publicitaire paraît simultanément dans d'autres journaux. Si vous apercevez cette annonce dans plusieurs publications, nous vous serions obligés de nous le signaler, car cette information nous sera utile. Si vous ne désirez pas garder votre bracelet-chaîne, vous pourrez nous le retourner pendant 1 mois entier, à l'adresse indiquée ci-dessous; nous vous rembourserons dans ce cas le montant intégral de votre achat. L'offre est limitée à un bracelet-chaîne par adresse, toutefois il vous sera possible d'en obtenir un deuxième si votre lettre nous est adressée avant le 31 janvier, la date du cachet de la poste faisant foi. Dans ce cas, joignez à nouveau à votre envoi le montant de 98 Francs plus 12 Francs pour frais de port et d'emballage. Règlement seulement par chèque bancaire ou postal. (Pas de mandat). Le bracelet-chaîne sera envoyé environ 6 à 7 semaines après la date indiquée ci-dessus. Aucune demande ne sera plus acceptée passé le délai indiqué ci-dessus. Si le cachet de la poste fait apparaître une date ultérieure, votre chèque vous sera retourné. Joignez à votre demande *l'original de la présente annonce.* Envoyez vos nom et adresse sur une feuille de papier en y joignant la somme requise à l'adresse suivante :

LA NUMISMATIQUE FRANÇAISE
41, rue François 1er 75008 Paris.

R.C. Seine B 622 041 283

APPRENDRE UN BON METIER

OUI
AVEC UN CHOIX SERIEUX

OUI
AVEC UNE ORIENTATION SUR MESURE

OUI
AVEC UN ENSEIGNEMENT D'EXPERIENCE

Choisir un métier : c'est facile si vous avez tous les éléments en main pour vous décider (description de votre métier, niveau requis pour débuter, débouchés, etc...). Notre documentation réunit toutes ces informations sur votre futur métier.
Chez vous vous pourrez réfléchir, examiner sérieusement en prenant votre temps : choisir un vrai métier se fait dans le calme et la réflexion.

Pour vous, à votre disposition, en permanence, un service orientation peut analyser votre situation, vous proposer un programme d'étude sur mesure et suivant vos besoins d'ajouter quelques cours ou en supprimer...
Nos orientations sont gratuites et ne vous engagent à rien. Ceci n'est pas un avantage négligeable. Vous trouverez un dossier d'orientation à remplir dans notre documentation.

Sérieusement nous avons sélectionné les meilleurs spécialistes de chaque matière pour vous assurer un corps professoral de 300 professeurs. Vous pouvez compter sur eux !
Chez vous, dans votre cadre de vie, au moment que vous aurez choisi, à votre rythme, vous apprendrez efficacement grâce à ces cours, le métier qui fera votre vie de demain.

CHOISISSEZ VOTRE METIER :

Educateur sportif
(Brevet d'Etat) : Exercez une activité de plein air et préparez ensuite le monitorat (football, natation, etc.).

Comptable
Pour avoir un bon salaire, pour occuper un poste de confiance dans l'entreprise : devenez comptable (prép. aux CAP - BP - BTS - DECS).

C.A.P. Photographe
Pour trouver une nouvelle façon de vous exprimer, dépassez le stade du simple amateur.

B.T.S. Analyses biologiques
Si vous êtes attiré par les problèmes scientifiques, exercez un métier intéressant, bien rémunéré en préparant le BTS Analyses biologiques.

Opérateur prise son
Si vous êtes sensible à la qualité du son, si la Hi-Fi vous intéresse, travaillez dans les maisons de disques, à la radio ou à la télévision.

Capacité en droit
Sans le Bac, préparez chez vous la Capacité en Droit. Nombreux débouchés dans les domaines juridique et fiscal.

Educatrice spécialisée
Un métier passionnant pour toutes celles qui désirent se consacrer aux problèmes de la psychologie et de la rééducation (Ex. entrée écoles).

Esthéticienne
Apprenez les secrets de la beauté en suivant nos cours théoriques et nos stages pratiques. Prép. intensive au CAP d'esthéticienne cosméticienne.

Graphologue
Si la psychologie vous passionne, apprenez un métier aux applications croissantes.

Technicien électronicien
L'électronique évolue, de nouvelles techniques apparaissent, préparez-vous sérieusement aux nouveaux emplois de l'industrie.

B.T.S. Electronicien
Vous avez le niveau du baccalauréat, vous aimez la technique. Préparez-vous sérieusement aux fonctions de technicien supérieur en électronique.

Monteur dépanneur Radio TV Hifi
Vous aimez l'électronique ; devenez le spécialiste qualifié que l'on recherche, parfaitement au courant des nouveautés techniques.

Monteur dépanneur option vidéo
Le magnétoscope est devenu en 3 ans la passion des spectateurs du monde entier ; profitez-en.

Dépanneur électroménager
Les biens de consommation ne sont pas « incassables ». Profitez des lacunes du services après-vente pour vous créer une situation d'avenir.

Mécanicien automobile
Vous êtes passionné, vous voulez en faire votre métier, suivez une formation sérieuse et devenez mécanicien automobile.

Opérateur(trice) sur ordinateur
Profession accessible à tous, dans un cadre de travail agréable, aux nombreuses possibilités de promotion, un métier moderne et bien payé.

Programmeur
Apprenez le langage de l'ordinateur, dans ce secteur de pointe les offres d'emplois sont insatisfaites et les promotions nombreuses.

Eleveur de chevaux
Vous aimez la campagne, l'indépendance, vous avez la passion des chevaux, choisissez de vivre comme vous l'aimez en devenant éleveur de chevaux.

Secrétaire assistant(e) vétérinaire
Vous aimez les animaux, travaillez chez un vétérinaire, vous organiserez ses rendez-vous, recevrez ses clients et l'assisterez dans son travail.

CHEZ SOI, C'EST POSSIBLE.

OUI
AVEC UN RYTHME DE TRAVAIL LIBRE

Apprendre à domicile, c'est tout à fait possible si vous pouvez organiser vous-même votre journée de travail. Chez vous, vous recevrez des cours et des devoirs que vous réaliserez où et quand vous voulez, le soir, le matin de bonne heure, pendant le week-end, dans votre chambre ou à l'ombre d'un arbre.

OUI
AVEC DES STAGES PRATIQUES

Pour vous, nous avons mis sur pied un service de relations publiques qui vous permet de mettre en pratique vos connaissances ; nous appuyons votre demande auprès des entreprises de votre région. Pour vous, nous avons mis sur pied dans certains secteurs des stages sur place à Paris dans nos locaux.

OUI
AVEC UN MATERIEL PRATIQUE

Chez vous, pour de nombreuses disciplines, vous recevrez avec vos cours et au début de votre étude un matériel d'application qui vous permet de réaliser de nombreuses expériences. Pour vous nous avons mis au point des exercices pratiques soit auto-corrigés, soit corrigés par des professeurs et qui vous permettent d'apprendre tout en vous distrayant.

INSCRIPTIONS PERMANENTES

Nous vous offrons la possibilité de vous inscrire à tout moment de l'année et bien sûr nous tenons compte de vos impératifs professionnels et familiaux puisque nous vous permettons de suspendre vos études pour une durée déterminée.

POSSIBILITÉ DE COMMENCER VOS ETUDES A TOUT MOMENT DE L'ANNEE



UNIECO FORMATION
4613, route de Neufchâtel
3000 X - 76025 ROUEN Cédex

UNIECO vous informe

- Pour la plupart des métiers cités, nous préparons également aux CAP, BP, BTS correspondants.
- Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (Loi du 16 juillet 1971)

UNIECO FORMATION groupement d'écoles spécialisées. Etablissement privé d'enseignement par correspondance soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.

BON pour recevoir

GRATUITEMENT ET SANS AUCUN ENGAGEMENT

la documentation sur le secteur qui vous intéresse.

☐ M. ☐ Mme ☐ Melle

NOM ..... PRENOM .....

ADRESSE .....

CODE POSTAL |_|_|_|_|_| VILLE .....

TEL. *(facultatif)* .....

Indiquez ci-dessous le métier qui vous intéresse plus particulièrement

.....

UNIECO FORMATION
4613, route de Neufchâtel - 76025 ROUEN Cédex

Pour Canada, Suisse, Belgique : 1, quai du Condroz - 4020 LIEGE
TOM DOM et Afrique documentation spéciale par avion.

NUCLÉAIRE : LA CONTESTATION

« La mode, c'est ce qui se démode », disait Dali. En 1982, paraît-il, contester le nucléaire, cela "fait ringard". Cela n'aurait donc été qu'une mode ? Même chez les savants ? Nous en avons interrogé treize dont quelques-uns connus depuis longtemps pour leur opposition. Certains, en effet, semblent avoir changé de bord. Des "anti" à l'état pur, nous n'en avons plus trouvé, tout au moins devant le fait accompli. De l'autre côté, les "pro" à 100 % développent toujours la

L'anecdote est authentique. A la terrasse d'un célèbre établissement de Saint-Germain-des-Prés, quelques consommateurs savourent les maigres rayons d'un soleil automnal. Parmi eux, un jeune physicien achève sa tasse de café quand, soudain, s'avance vers lui un chercheur du CNRS. Les deux hommes se connaissent : ils ont participé naguère à différentes manifestations antinucléaires. Mais, aujourd'hui, le chercheur est perplexe. Il questionne son collègue : « Êtes-vous toujours contre l'énergie nucléaire ? Moi, je n'ose plus. Cela fait ringard. Ce n'est plus à la mode ! »

Ces curieux propos ne sont pas forcément à mettre au compte de la versatilité ou de l'opportunisme. Certes, avant le 10 mai, manifester son opposition aux centrales nucléaires était pour quelques-uns une façon de contester le pouvoir en place. Le pouvoir ayant changé de camp, le discours a changé de ton. Mais cela n'explique pas tout. Les réalités transforment souvent les idées, et les premières décisions gouvernementales en matière d'énergie ont témoigné d'une modération que ne laissaient point présager les proclamations électorales. Alors, n'assiste-t-on pas tout simplement à une évolution ? Ce qui, hier, était discutable, n'est-il pas aujourd'hui devenu nécessaire ? Et la "mode" dont parle notre chercheur n'est-elle pas l'appellation frivole de la fatalité, que d'autres nomment aussi le "sens de l'histoire" ?

Quoi qu'il en soit, *Science & Vie* a voulu en avoir le cœur net et savoir si la dynamique du "changement" ou les idées du temps avaient modifié l'opinion des milieux scientifiques sur l'énergie nucléaire ; s'il était désormais "de bon ton" d'adorer ce que l'on avait brûlé la veille ; ou bien si de nouveaux éléments conduisaient à de nouvelles appréciations. Pour cela, nous avons interrogé un échantillon — que nous espérons représentatif — de spécialistes. L'intérêt de leurs réponses est double : d'une part, elles donnent l'exacte mesure du prétendu revirement ; d'autre part, elles actualisent une argumentation que l'on a trop souvent figée dans des formules stéréotypées.

« SURRÉGÉNÉRATEURS : OUI ; ENFOUISSEMENT DES DÉCHETS : NON »



Claude ALLÈGRE
Géologue, directeur de l'Institut de physique du globe

Peut-on dire qu'il y a dans le monde scientifique un retournement d'opinion en faveur du nucléaire ?

En ce qui me concerne, c'est plutôt le contraire. Dans un premier temps, les gens qui s'occupent des sciences de la Terre se sont peu interrogés sur les conséquences de l'énergie nucléaire : ils considéraient que c'était une solution plutôt séduisante aux problèmes énergétiques, et que, s'il y avait des oppositions, c'était parce que l'énergie nucléaire était associée dans l'esprit du public à la bombe d'Hiroshima. Bientôt, cependant, ils ont commencé à se poser

Photo J. Marquis

"DÉMODÉE" ?

même maïeutique d'illusionniste qui, à force de vouloir trop prouver, ne prouve rien. Des deux côtés, on trouve des "experts" qui font passer leur idéologie pour de la science. « Hippocrate dit oui et Galien dit non ». Mais nous avons récolté des tas d'arguments inédits, fruits d'une vraie réflexion technique. Il semble jusqu'ici qu'on n'en ait pas tenu compte or, sans ces objections raisonnables, le nucléaire n'est pas encore au point.

des questions. Pour trois raisons. La première, c'est le problème des déchets. Il faut le dire nettement : ce problème n'a jamais été traité sérieusement. La plupart des personnes qui en parlent n'ont aucune notion de géologie. On dit, par exemple : il faut enterrer les déchets. C'est criminel ! Parce que, sous la terre, il y a de l'eau ; et plus on va profondément, plus cette eau est chaude, plus elle est corrosive. Au fil des ans, n'importe quel matériau finira par se désagréger. De plus, on n'est nullement à l'abri d'accidents tectoniques qui pourraient provoquer un retour vers la surface. D'autres disent : aucun danger puisque les déchets sont inclus dans du verre. Mais le verre, ça se recristallise ! Même les archéologues savent cela... Et, une fois recristallisé, le verre devient perméable. Donc, stocker les déchets dans du verre n'est pas une bonne solution. En réalité, le problème des déchets n'a jamais été abordé de façon satisfaisante ; il est toujours resté entre les mains du Commissariat à l'énergie atomique, au lieu de faire l'objet d'un débat dans la communauté scientifique. A l'étranger, ce genre de débat a eu lieu ; pas en France.

La seconde raison qui a éveillé la méfiance des géologues à l'égard du nucléaire, c'est la question des réserves d'uranium. Les réserves françaises, on les épuisera en 40 ans si l'on continue à utiliser l'uranium dans des centrales classiques. Parler, dans ce cas, d'indépendance énergétique est pour le moins aventureux.

Enfin, la troisième raison, c'est que la filière actuelle, en multipliant le nombre des centrales, multiplie aussi les risques géologiques auxquels ces centrales sont exposées. Si vous ne construisez qu'un très petit nombre de centrales, vous pouvez effectivement trouver des sites exempts de risques sismiques, de risques volcaniques, de menaces d'éboulements, etc. Mais si vous en implantez un grand nombre, vous allez être obligé d'en édifier dans des zones moins sûres, et, du même coup, vous serez moins à l'abri des catastrophes naturelles. Donc, il vaut mieux construire peu de centrales et en garantir l'absolue sécurité. C'est possible, grâce au surrégénérateur.

Le surrégénérateur présente un certain nombre d'avantages. D'abord, il utilise cent fois mieux l'uranium. Avec lui, on peut vraiment parler d'indépendance énergétique, car nos propres réserves sont alors suffisantes pour 2000 ans. Ensuite, sa capacité énergétique est très supérieure à celle des centrales actuelles : un surrégénérateur équivaut à environ 25 centrales de type courant(1). Il devient donc possible de limiter le nombre des centrales ; par conséquent, de les implanter correctement, de les rendre géologiquement sûres. Cette sécurité géologique ne concerne pas seulement d'éventuelles catastrophes naturelles ; cela signifie aussi, par exemple, qu'une fuite quelconque ne pourra plus contaminer la nappe phréatique parce qu'on aura pris la précaution d'isoler la centrale par une épaisse couche d'argile. Bien sûr, de tels aménagements coûtent cher : on peut les faire pour 5 ou 6 centrales, mais pas pour une centaine. Quant aux déchets des surrégénérateurs, j'ai proposé une solution, qui est purement géologique : elle consiste à les entreposer dans les déserts. Pourquoi ? Parce que c'est dans les dé-

(1) Estimation pour le moins optimiste : Super Phénix aura une puissance de 1200 mégawatts. Or, une centrale classique a une puissance comprise entre 900 et 1285 MW (NDLR).

serts que la conservation est la meilleure. Regardez l'archéologie : les sites les mieux préservés sont dans des déserts. Pensez aux Pyramides : on a même retrouvé de la chair sur les momies qu'elles renfermaient. Pour stocker convenablement des déchets, il faut, d'une part, les mettre à l'abri de l'eau, principal agent de corrosion ; d'autre part, les placer en surface, parce que, plus on les enterre profondément, plus la température monte et accélère les réactions de dégradation. Il y a suffisamment de déserts totalement inhabités dans le monde pour recueillir les déchets des surrégénérateurs. Ceux-ci, d'ailleurs, tiendront facilement dans quelques petites bâtisses. Là, vous pourrez les laisser 20 000 ans, nous n'aurez aucun problème.

Certes, n'étant pas spécialiste en surrégénérateurs, je ne puis émettre un avis autorisé ; mais, à titre personnel, je pense qu'ils marchent assez bien et que, par suite de circonstances exceptionnelles, la France a une avance considérable dans ce domaine. Les Américains ont abandonné cette filière, et nous sommes aujourd'hui, incontestablement, le leader mondial en matière de surrégénération. On m'objectera que les surrégénérateurs risquent de favoriser la dissémination de l'arme nucléaire dans le monde. Je ne sous-estime pas ce danger, mais je dis qu'il s'agit là d'un problème politique et non plus scientifique.

Je le répète : pour moi il y a deux points essentiels : la sécurité géologique (2) et les déchets radioactifs. Si la première n'est pas garantie et si les seconds ne sont pas mieux traités qu'actuellement, alors, oui, les surrégénérateurs représentent effectivement un danger. Mais tous ces problèmes sont solubles, à condition de prendre l'avis de gens compétents et de renoncer une fois pour toutes à la politique de l'autruche : ce n'est pas parce que l'on ne voit plus des déchets enfouis dans la mer ou au fond d'une mine, qu'ils cessent d'être dangereux. Au contraire !

(2) La centrale de Diablo Canyon, en Californie, se trouve à 4,8 km d'un point d'instabilité sismique. Or, juste avant la mise en marche, une série d'erreurs a été découverte dans le système de protection antisismique, dont le coût était de 2 à 3 milliards de dollars.

Les énergies de remplacement ne comportent-elles pas moins de risques ?

Le point de vue que je défends n'est pas spécifique au nucléaire. La géothermie, par exemple, pose aussi des problèmes. Ainsi, la nappe du Bassin parisien se refroidit plus vite que prévu, les radiateurs se bouchent... Cette expérience va se solder par un déficit financier considérable (3). En définitive, toutes les sources d'énergie ont des inconvénients. Parfois, on ne les aperçoit pas tout de suite, mais ils existent quand même...

Même le solaire ?

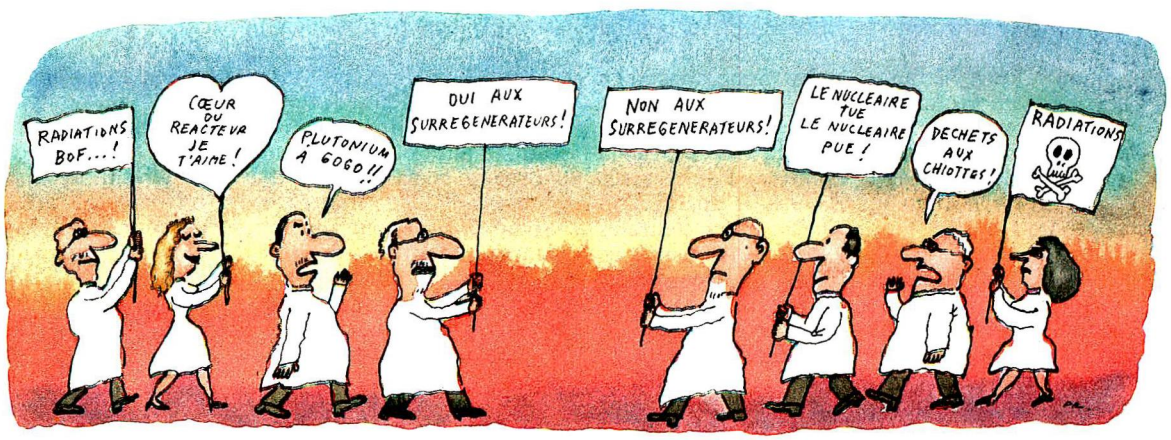
Bien entendu ! Est-on prêt, par exemple, à remplacer tous les toits roses, ocres ou rouges de France par de tristes et noirs panneaux de capteurs ? Voyez-vous, ce qui est fondamental aujourd'hui, c'est de ne jamais envisager une forme d'énergie sans envisager simultanément ses nuisances. Cela dit, je pense personnellement que le solaire est un mythe (4). C'est un grand espoir, mais pour un avenir indéterminé, car la science ne peut pas être programmée. L'énergie solaire a un grave défaut : elle est dispersée. Tant qu'on n'aura pas trouvé le moyen de la concentrer, son développement restera bloqué.

Revenons au nucléaire. Ne pensez-vous pas qu'il est quand même nettement plus dangereux que les autres formes d'énergies ?

Si l'on avait enseigné aux enfants que le Soleil est un énorme réacteur nucléaire, on aurait contribué à dédramatiser le nucléaire. Je crois qu'à l'heure actuelle le débat est irrationnel. On ne peut pas progresser si on a, d'un côté, des écologistes qui se battent contre le nucléaire, et, de l'autre, le CEA ou l'EDF qui disent : c'est le nucléaire et rien d'autre. Je ne suis pas un pronucléaire, je trouve seulement que les surrégénérateurs sont une solution intéressante. Il faut sortir de ces polémiques purement émotionnelles fondées sur des constats d'experts qu'on lit plus ou moins bien. Car, là, il ne s'agit plus de science, mais d'idéologie.

(3) Voir plus loin l'opinion de M. Haroun Tazieff (NDLR).

(4) Voir notre article sur les centrales solaires p. 95.



Dessin P. Rosado

« ON RISQUE DE MOURIR D'UNE GUERRE ATOMIQUE PLUS QUE D'UNE CENTRALE »



Francis NETTER
Physicien au CEA

Que pensez-vous des centrales nucléaires ? Votre opinion à leur sujet s'est-elle modifiée ?

Je n'ai pas changé d'opinion. Je pense qu'avant tout nous devons résoudre les problèmes de la période dans laquelle nous vivons. Je ne sais pas ce qui se passera dans 200 ans, mais je sais que dans 10 ans — c'est-à-dire demain — nous aurons besoin de davantage d'énergie. Si, en ce moment, on ne coupe pas l'électricité l'hiver, c'est parce que nous vivons en période de crise économique, qu'il y a du chômage et que beaucoup d'entreprises fonctionnent au ralenti. Si nous connaissions le plein emploi, si nous étions en pleine expansion, il n'y aurait dès maintenant pas assez d'énergie en France(5).

Certes, mais le développement des centrales ne va-t-il pas accroître la pollution atomique ? Croyez-vous que l'on soit en mesure d'apprécier correctement les risques que l'on court ?

Avant l'énergie nucléaire, l'évaluation des risques était faite grossièrement. Les problèmes posés par l'atome ont considérablement affiné les analyses et les calculs de probabilités : ils atteignent aujourd'hui un degré de précision sans commune mesure avec ce qui se faisait précédemment. Ces nouvelles méthodes sont d'ailleurs appliquées à toutes sortes de domaines : on les utilise, par exemple, pour accroître la sécurité sur les méthaniers. En gros, on étudie tous les cas d'accidents possibles ; pour chacun, on évalue les risques en fréquence et en ampleur. On essaie d'imaginer le pire, même s'il n'a aucune chance de se produire.

Quant à la fameuse pollution atomique, j'aimerais bien que les personnes qui s'en occupent n'aient pas les yeux uniquement rivés sur le gramme de plutonium qui peut se promener ici ou là, mais qu'ils pensent aussi aux tonnes de plutonium ou d'uranium 235 que renferment les armes répandues à travers le monde. Car on risque plus de mourir d'une guerre atomique que d'une centrale nucléaire !

Mais les centrales, justement, ne favorisent-elles pas la prolifération de l'arme nucléaire ?

Non, je ne le pense pas. Je dirais même : au contraire ! En effet, si un jour on arrive à un accord sur le désarmement, la seule solution que l'on aura pour détruire les armes nucléaires, ce sera de les brûler dans les centrales. Mais revenons au risque de contamination atomique encouru par les populations : en fait, il est très difficile à estimer, car tous les individus n'y sont pas également sensibles. On est donc toujours obligé d'adopter une position relative. L'une des meilleures façons de procéder quand on veut évaluer sérieusement ce risque, c'est de se référer au rayonnement naturel, c'est-à-dire au rayonnement que nous recevons du fait de la radioactivité de l'écorce terrestre et de l'existence des rayons cosmiques. Ce rayonnement-là, on ne sait pas le diminuer, mais on peut dans certains cas l'augmenter, car il y a des régions où il est plus intense : en Bretagne, par exemple, à cause de la radioactivité du granit, ou bien en altitude, parce que les rayons cosmiques y sont plus abondants. Il y a donc des gens qui reçoivent trois ou quatre fois plus de rayonnement naturel que les Parisiens, et qui ne s'en portent pas plus mal. Si nous calculons maintenant l'intensité du rayonnement au niveau de la mer, sur un sol non radioactif, nous définissons la dose minimale que reçoit une population du seul fait qu'elle vit sur la Terre. A partir de cette référence, il devient possible d'établir des règles. C'est ce que l'on a fait. Les applications industrielles du nucléaire ne doivent pas augmenter de façon notable la dose de radiations que reçoit automatiquement tout homme vivant sur la planète. Je dis bien "de façon notable", car un accroissement minime est de peu de conséquence, l'homme, nous l'avons vu, étant capable de supporter des doses trois ou quatre fois supérieures à la dose de référence. Naturellement, je mets à part les personnels employés dans les centrales ou les usines de retraitement. Pour eux, beaucoup de choses restent à faire. Il faut veiller, par exemple, à ce que la recherche de l'économie ne prenne jamais le pas sur la sécurité. Car la tentation est grande d'exposer la main-d'œuvre pour faire faire en une heure une réparation qui, dans des conditions de parfaite sécurité, demanderait deux jours.

L'accident majeur dans une centrale nucléaire classique, à eau pressurisée, c'est qu'elle ne soit plus refroidie. Il convient donc, en premier lieu, d'évaluer les chances que l'on a de voir tous les dispositifs de refroidissement tomber en panne les uns après les autres. Ce risque estimé, il faut trouver les moyens d'y parer, c'est-à-dire de confiner un éventuel rejet de produits radioactifs résultant de la fusion du cœur surchauffé du réacteur. Pour cela, on utilise une succession d'enceintes. Une centrale, en somme, c'est une suite de boîtes ajustées les unes dans les autres. Ces boîtes doivent être parfaitement étanches ; aussi calcule-t-on pour chacune d'elles la surpression à laquelle elle doit résister. De plus, la boîte la plus grande, celle que l'on voit de l'extérieur, doit être capable de résister à la chute d'un avion de ligne avec toute son essence. Je dis bien : un avion de

(5) Voir sur ce point les avis de MM. Laponche, Tazieff, Samuel, Zerbib, et de Mme Monique Séné (NDLR).

ligne, et non un bombardier chargé de ses bombes. Certains sont allés jusqu'à prétendre qu'une centrale devait résister à la chute d'une bombe atomique. Cela n'est pas très sérieux, car il y a une chose que ces gens-là oublient complètement, c'est que, dans ce cas, le vrai danger pour les populations avoisinantes, ce n'est pas l'explosion de la centrale, mais l'explosion de la bombe ! Il n'en reste pas moin vrai que, si un bombardier B 52 américain plein d'explosifs classiques tombait sur une centrale nucléaire, il y aurait de sérieux risques de contamination. Mais la probabilité d'un tel accident est assez faible. Et, en cas de guerre, la probabilité qu'un B 52 lâche ses bombes sur la place de l'Opéra me paraît beaucoup plus grande. Car un bombardier est fait surtout pour bombarder les villes...

En définitive, il faut bien distinguer deux choses. D'une part, les nuisances dues à un fonctionnement normal : élévation de la température dans les rivières qui refroidissent les centrales ; pollution liée au rayonnement ; stockage des déchets... Toutes ces nuisances peuvent et doivent être contrôlées par des mesures adéquates. D'autre part, il y a l'accident. Quel que soit l'accident envisagé, le risque existe : il peut être faible, mais il n'est jamais nul. Il serait donc dangereux de calculer ce risque au plus juste. La bonne méthode consiste au contraire à faire dans tous les cas des hypothèses maximales de gravité.

Vous venez de parler des déchets ; cela nous amène à la question du retraitement. Qu'en pensez-vous ?

Les déchets constituent effectivement un problème. Au départ, on a un réacteur dans lequel on introduit un combustible nucléaire. Ce combustible perd une partie de sa substance dans le processus de fission qui se déroule à l'intérieur du réacteur. En fin de course, on aboutit à ceci : primo, tout le combustible nucléaire n'est pas consommé ; secondo, il s'est créé dans le combustible restant d'autres matériaux, tel le plutonium, qui sont aussi des combustibles nucléaires et qui sont très radioactifs ; tertio, la fission du combustible consommé a donné naissance à des produits résiduels qui ont eux aussi une grande intensité de rayonnement. Certains de ces radioéléments perdent assez rapidement leur radioactivité, mais d'autres ont des durées de vie très longues. Alors, qu'en faire ? Il y a ceux qui disent : on stocke tout ça dans un coin et on n'y touche plus. Ce sont les adversaires du retraitement. Avec un tel état d'esprit, on ne peut pas envisager de développer considérablement l'énergie nucléaire, car on va rapidement se trouver confronté à un problème épineux : l'importance des espaces nécessaires au stockage des combustibles irradiés. Il faut donc d'abord réduire le volume des déchets, et le moyen le plus efficace et le plus sûr d'y parvenir, c'est de les retraiter dans des usines chimiques. La question est alors la suivante : ce retraitement, sait-on le faire ? Oui, mais comme beaucoup d'autres opérations, en particulier en chimie, il requiert un certain nombre de précautions. De ce point de vue, on peut facilement estimer que les installations actuelles de La Hague ne sont pas satisfaisantes, c'est-à-dire qu'elles ne garantissent pas une protection optimale aux personnels qui s'y livrent au retraitement. Des discussions doivent donc avoir lieu, non point pour remettre en question le retraitement, mais pour améliorer la façon dont il est mené. En fait, dans ce domaine, comme dans toute activité humaine, il faut trouver un compromis entre la multiplication à l'extrême des précautions, conduisant à l'impossibilité d'entreprendre quoi que ce soit, et les risques encourus par les personnes. Il ne sert à rien de cacher qu'il existe des risques de rayonnement ; il faut faire en sorte que les travailleurs soient le moins irradiés possible.

Avec le retraitement, on va obtenir deux sortes de produits. D'une part, des éléments relativement inactifs mais peu intéressants. C'est le cas, par exemple, de l'uranium appauvri, dont on ne sait trop quoi faire, sinon des quilles pour les voiliers de Tabarly... A moins, évidemment, que l'on ne construise des surrégénérateurs, parce que l'uranium appauvri, c'est essentiellement de l'uranium 238, c'est-à-dire de la matière première qui, en capturant des neutrons, va donner du plutonium. Avec le surrégénérateur, on peut donc récupérer l'uranium appauvri, le placer tout autour du cœur du réacteur et lui faire fabriquer du plutonium, qui, lui, pourra être réutilisé, on va voir comment.

Second produit du retraitement : le plutonium, justement. De deux choses l'une : ou bien on décide que ça ne vaut rien et on le stocke dans un coin ; ou bien on essaie de s'en resservir. On peut l'employer, par exemple, à la place de l'uranium 235, pour réenrichir de l'uranium qui sera ensuite utilisé comme combustible dans des centrales classiques. En particulier, on peut prendre l'uranium appauvri dont nous venons de parler, y réinjecter du plutonium, et en refaire ainsi du combustible pour la centrale d'où il est venu. Mais il y a une façon encore plus directe de valoriser le plutonium récupéré : c'est de le brûler dans le cœur d'un surrégénérateur. Là, en même temps qu'il se consume, il refabrique du plutonium dans l'uranium 238 disposé tout autour du cœur du réacteur. L'avantage économique de cette méthode est considérable. Dans le minerai d'uranium, 1/140 seulement de la masse est de l'uranium 235 ; le reste, soit 139/140, est de l'uranium 238 qui n'est pas utilisable dans les centrales classiques. Si, par contre, on passe par un surrégénérateur, il devient possible de tirer parti de cet uranium 238 et ainsi d'exploiter, sinon la totalité, du moins une très grande partie du minerai. En effet, on multiplie par cent la quantité d'énergie que l'on tire d'un même poids de minerai. Pour l'instant, les ressources en uranium sont abondantes ; mais si l'énergie nucléaire se développe, la demande va augmenter, les prix vont monter, et des pro-

LE POINT DE VUE DES TUYAUX ET DES CUVES

Toutes les opinions doivent pouvoir s'exprimer — et on en a ici le témoignage — pour autant que les faits soient, eux aussi, exposés. Les faits, les voici : ils concernent une série d'incidents inquiétants dont la presse scientifique américaine vient de se faire l'écho.

A Connecticut Yankee, et dans douze autres centrales, les épaisses parois d'acier qui entourent les réacteurs donneraient des signes prématurés de corrosion, et, pour des raisons de sécurité, il serait question de fermer certaines de ces centrales avant la fin de 1982. Il faut savoir que le cœur d'un réacteur nucléaire, c'est-à-dire l'endroit où a lieu la réaction en chaîne, est enfermé dans un caisson spécial, capable de résister à de fortes pressions. Dans les réacteurs à eau ordinaire, ces caissons sont en fait d'épaisses cuves d'acier qui, une fois la centrale terminée, ne peuvent plus être changées. Aussi sont-elles étudiées pour résister à quarante années de fonctionnement. Or, il semblerait, d'après des tests récents, que la résistance de l'acier aux radiations ainsi qu'aux variations de température et de pression, s'affaiblirait beaucoup plus vite que prévu. Au bout de quinze années de marche à pleine puissance, certaines cuves deviendraient cassantes comme du verre !

Une commission d'enquête, réunie d'urgence, serait parvenue aux conclusions suivantes : un brusque changement de température, de l'ordre de ceux qui peuvent se produire accidentellement dans un réacteur en marche, serait susceptible de fissurer une cuve fragilisée par les radiations, ce qui ne manquerait pas de provoquer une fuite d'eau. D'après certains experts, cette fuite de liquide caloporteur pourrait même entraîner la fusion du cœur nucléaire, c'est-à-dire l'accident majeur tant redouté. Précision supplémentaire, qui a son importance : ces réacteurs alarmants sont tous du type à eau pressurisée (PWR), c'est-à-dire semblables à la plupart de ceux qui fonctionnent actuellement en France.

Un autre genre de corrosion pose également des problèmes : la rouille. Au mois de septembre dernier, le New York Times signalait que les générateurs de vapeur de dix-huit centrales avaient subi des attaques de rouille. Certes, contrairement aux cuves des réacteurs, il est possible de les changer, mais au prix de longs et coûteux arrêts. Un générateur de vapeur, c'est essentiellement un réseau complexe de tuyauteries qui véhicule de l'eau radioactive à très haute température vers un réseau d'eau froide non contaminée auquel il transmet sa chaleur. Ce second réseau, lui, débouche à l'extérieur de l'enceinte de confinement. Si la rouille provoque une fuite, il est donc possible que de l'eau radioactive s'échappe au dehors. Cela dit, les générateurs de vapeur sont des appareils très attentivement surveillés, et les risques d'accident demeurent minimes. □

blèmes d'approvisionnement risquent de se poser. Tandis que, avec la filière du surrégénérateur, les seuls gisements français d'uranium peuvent nous permettre de faire face à nos besoins énergétiques jusqu'à ce que d'autres procédés, comme la fusion contrôlée ou le solaire, soient parfaitement maîtrisés.

Mais les surrégénérateurs ne sont-ils pas plus dangereux que les centrales classiques ?

Les surrégénérateurs, c'est vrai, font peur, mais cela ne signifie pas qu'ils soient plus dangereux. Une des raisons de cette peur, c'est le refroidissement par sodium liquide. Nous avons tous pratiqué au cours de notre scolarité la petite expérience qui consiste à jeter du sodium dans de l'eau : il prend feu. Il faut donc s'arranger pour que, dans un surrégénérateur, il n'y ait jamais de contact entre le sodium et l'eau. C'est un simple problème de technologie. De même, si un incendie se déclare, ce n'est pas avec de l'eau qu'on le maîtrisera. Mais aujourd'hui, l'extinction automatique des feux est une technique hautement développée, qui est utilisée dans toutes sortes de cas. Vous savez, un feu qui se déclare à bord d'un paquebot, en pleine mer, est beaucoup plus grave qu'un incendie dans un surrégénérateur.

En tout cas, il faut savoir qu'un surrégénérateur est fait de telle façon qu'un éventuel incendie ne peut pas atteindre le cœur du réacteur. En effet, le circuit de sodium qui refroidit ce cœur aboutit à un échangeur situé en dehors du réacteur, au-delà d'une paroi. De cet échangeur part un second circuit de sodium qui va encore plus loin et qui, en fin de compte, cède sa chaleur à un circuit d'eau. C'est là qu'il y a risque d'incendie, c'est-à-dire au niveau du circuit secondaire.

Une autre raison de la peur que suscite le surrégénérateur, c'est le fait que, pour le profane, il ressemble plus à une bombe qu'un réacteur classique à eau pressurisée, parce qu'il met en œuvre des neutrons rapides. Mais que le profane se rassure : la fonction normale d'un surrégénérateur n'est pas d'exploser ! Sans entrer dans des explications exagérément techniques, on peut dire ceci : quand la réaction en chaîne s'accélère, c'est-à-dire quand le nombre des fissions en un temps donné augmente, la puissance dégagée augmente elle aussi, et le réacteur s'échauffe. Or, les propriétés des combustibles employés dans les réacteurs à neutrons rapides sont telles que, au fur et à mesure que la température s'élève, la probabilité de fission diminue. Pour un neutron d'absorbé, il y en a moins d'un de produit. Finalement, la réaction en chaîne n'est plus entretenue, et le réacteur ne peut plus fonctionner. Tout se passe comme si l'on plongeait une barre absorbante dans le cœur du surrégénérateur. Voilà pourquoi l'on dit qu'un réacteur à neutrons rapides est "self-stable", contrairement à un réacteur à neutrons lents, qui lui ne répond pas de la même façon aux élévations de température.

Troisième point délicat : le surrégénérateur utilise du plutonium, c'est-à-dire une substance dont la toxicité est grande. Manipuler du plutonium, c'est donc courir des risques ; cela, il n'est pas question de le nier. Or, avec le surrégénérateur, les manipulations sont nombreuses : pour extraire le plutonium, pour en faire du combus-

tible, pour le mettre dans le réacteur, etc. Mais, ne l'oublions pas, nous en sommes encore au stade des prototypes ; Super-Phénix lui-même n'est qu'un prototype. J'ai espoir que vers 2020 on aura supprimé toutes les centrales classiques pour les remplacer par des surrégénérateurs qui nous permettront de travailler avec cent fois moins de minerai.

Si l'on développe véritablement cette filière, il est probable que l'on en arrivera à des sites intégrés, c'est-à-dire à des ensembles regroupant en un même lieu plusieurs surrégénérateurs, une usine de retraitement et une usine de combustible. Ainsi, les transports de matériaux dangereux seront réduits au minimum. Bien sûr, il faudra sans doute placer quelques gendarmes autour de ces installations, mais ce n'est pas pour cela que la société deviendra plus policière. Aujourd'hui, on fait bien garder les dépôts d'essence !

En revanche, si nous abandonnons cette filière, nous courons le risque que, dans une quinzaine d'années, on nous fasse racheter un brevet de surrégénérateur à une Westinghouse quelconque...

Mais pourra-t-on un jour maîtriser l'énergie solaire si l'on mise tout sur le nucléaire ?

Cela n'a rien à voir ! Il ne faut pas confondre crédits de recherche et investissements industriels. De toute façon, même si vous donniez mille fois plus d'argent à la recherche solaire, elle ne ferait pas de progrès tellement plus importants. Cela dit, j'espère tout de même que l'on augmentera les crédits qui lui sont alloués. Je pense que l'on en viendra un jour à l'énergie solaire, mais ce n'est pas demain !

« IL FAUT EN FINIR AVEC LE MYTHE DES EXPERTS »



Michel PATY
Physicien, maître de recherche au CNRS (Université Louis-Pasteur de Strasbourg)

Y a-t-il des raisons scientifiques qui puissent justifier un revirement d'opinion au sujet de l'énergie nucléaire ?

Non, il n'y a aucune raison scientifique, mais il y a peut-être des raisons psychologiques, ou sociales. Tous les problèmes soulevés par l'énergie nucléaire restent posés, mais, aujourd'hui, ils sont relativisés. L'opinion publique n'a pas paru se mobiliser beaucoup à propos de la bombe à neutrons, ce dernier gadget du surarmement atomique. Pourquoi voulez-vous que les centrales nucléaires inquiètent davantage ? Les problèmes, dis-je, existent toujours, mais on accepte plus facilement de courir des risques. Ce qu'il faudrait, c'est se donner les moyens de circonscrire ces risques, c'est-à-dire de les estimer et de les réduire.

Ces problèmes qui, selon vous, existent toujours, quels sont-ils ?

D'abord, le problème des accidents et celui de l'élimination des déchets. Ensuite, le problème de l'information. Il est absolument nécessaire qu'il y ait dans chaque cas une information impartiale et un débat public, pour démystifier le nucléaire aussi bien vis-à-vis de ses partisans que de ses opposants.

Pourquoi n'y a-t-il pas en France un grand mouvement antinucléaire comparable à celui qui existe en Allemagne fédérale ?

En Allemagne, le mouvement antinucléaire est une des manifestations du besoin d'expression d'une société bloquée. En France, nous n'avons plus ce blocage depuis peu, mais ce serait une nouvelle mystification que de prétendre que, de ce fait, tous les problèmes sont résolus. Il est donc nécessaire de poursuivre un débat et une information complètement libres, c'est-à-dire qui ne soient pas seulement aux mains des parties intéressées. De même, les instances de contrôle doivent être beaucoup plus indépendantes qu'elles ne le sont aujourd'hui. Il faut en finir avec le mythe des experts : leur compétence est limitée, en raison même de l'extrême morcellement de leur travail. Il n'y a pas d'expert du nucléaire en général, mais des experts de tel ou tel secteur particulier, allant de la technologie à la biologie et à l'économie.

Est-ce à dire qu'il faille arrêter la construction des centrales ?

Si les gens ont conscience de ces différentes nécessités, la question primordiale n'est plus de savoir a priori s'il faut ou non poursuivre la construction des centrales ; elle est de se donner les moyens d'une réflexion et d'un travail collectifs qui puissent aboutir à une politique de l'énergie et à une technologie clairement et mûrement réfléchies, dont le nucléaire ne serait qu'une composante.

Pensez-vous que l'on aurait pu éviter le nucléaire ?

C'est difficile à dire. On ne peut pas revenir en arrière. Le problème est : ne peut-on pas dès maintenant diversifier davantage ? En ce qui concerne le nucléaire, il faut en tout cas rester à un rythme compatible avec une saine prise en compte de toutes les aspirations, économiques, politiques et sociales, de la société actuelle. Donc, pas de programme démentiel. A cela j'ajouterai deux réserves. La première concerne le retraitement des déchets : nous ne devons pas être la poubelle du monde. La seconde a trait aux surrégénérateurs : avec eux, nous atteignons peut-être un seuil technologique ; aussi devons-nous être d'une prudence extrême en ne passant pas trop rapidement du stade expérimental au stade industriel. Certes, la France a dans ce domaine une avance considérable. Mais les États-Unis n'ont-ils pas intérêt à ce que nous les expérimentions les premiers ?

Photo A. Borlart / Dessin P. Rosado

« ON SE FAIT PLUS IRRADIER AUX SPORTS D'HIVER QUE DANS UNE CENTRALE ! »



Pierre AVERBUCH
Physicien, directeur de recherche au CNRS (Grenoble)

Vous avez toujours été un partisan du nucléaire. Ce n'est donc pas maintenant que vous allez changer d'avis. Mais votre « oui » est-il toujours sans réserve ?

Actuellement, il y a 200 centrales nucléaires qui tournent dans le monde. Autant que je sache, il n'y a pas eu de pépin majeur. Sauf à Three Mile Island. Et encore cet accident n'a-t-il jamais fait courir de risque à personne, sauf aux techniciens de la centrale qui ont commis des erreurs et qui ont risqué leur job...

Alors, pour vous, l'énergie nucléaire ne présente aucun risque ?

Mais toute situation, toute action comporte un risque. Toute production d'énergie pollue. Alors, faut-il ne plus rien faire ? Ne plus produire d'énergie ? Renoncer à la civilisation ? C'est la théorie de la merde : on reste dans la merde sous prétexte qu'elle est autobiodégradable ! Très peu pour moi ! La civilisation, cela signifie changer l'écologie naturelle en écologie artificielle. Je trouve cela normal : si l'homme est un animal supérieur, c'est justement parce qu'il est capable de fabriquer son entourage. Certes, cela entraîne un peu de gaspillage, mais il ne faut rien exagérer : il y a toujours un peu de gaspillage dans quoi que ce soit. Cela s'appelle le deuxième principe de la thermodynamique : on n'a jamais de rendements parfaits.

Et puis, vous savez, seuls les gens qui ne produisent rien, qui ne décident rien, comme les mathématiciens, ne font jamais d'erreurs. On ne peut pas prendre de décision sans prendre de risque. Car on ne sait jamais tout. Même au jeu d'échecs, on a beau connaître parfaitement la règle, on ne peut pas tout prévoir. On est donc obligé de faire des paris. On essaie d'en savoir le plus possible, afin de faire les paris les moins idiots possibles, mais c'est tout ce que l'on peut faire. D'autre part, pour que des études de fiabilité soient valables, il faut qu'un grand nombre de réacteurs fonctionnent. C'est comme pour les sondages d'opinion : si vous voulez qu'un sondage soit significatif, il vous faut interroger un minimum de 1 000 personnes.

Que pensez-vous du programme électronucléaire français ?

Vous l'avez dit, j'ai toujours été pour le nucléaire. Je suis de ceux qui pensent que même le programme Giraud (6) n'est pas suffisant. Il faudra vraisemblablement que deux tiers du courant EDF soient d'origine nucléaire. Il vaut mieux avoir un peu trop d'électricité que pas assez. Le surplus, on l'exportera. Croyez-moi, ne pas exploiter ce qui marche et se borner à étudier ce qui ne marche pas, c'est jouer tous ses matches sur le terrain de l'adversaire. N'importe quel amateur de football vous dira que ce n'est pas le meilleur moyen de gagner. Il faut aussi jouer sur son propre terrain. En électronucléaire, nous avons une certaine avance en ce moment : nous exportons du retraitement, pourquoi ne pas en tirer avantage ?

(suite du texte page 30)



(6) Ministre de l'Industrie dans le gouvernement Raymond Barre.

Même si, comme disent certains, la France est en passe de devenir la poubelle du monde ?

C'est archifaux ! Nous ne servons pas de poubelle au monde. Dans le retraitement, on sépare certaines choses, et on renvoie le tout. Tous les déchets retournent à l'expéditeur. Ceci étant, je ne prétends pas que l'industrie du retraitement soit parfaite ; il y a sûrement des améliorations à apporter. Mais si l'on veut améliorer, il faut pouvoir investir ; il ne faut donc pas chasser les clients qui se présentent...

Êtes-vous absolument insensible aux arguments des écologistes ?

A la base de l'idéologie écologiste, il y a un retour à la terre qui me rappelle Pétain... Or, nous ne sommes plus à cette époque. De plus, nous ne vivons pas sur une planète préservée de toute nuisance. Il y a du granit, il y a des rayons cosmiques : donc, il y a de la radioactivité. Je ne vois pas pourquoi le rayonnement qui vient du cosmos serait sain, et celui qui vient des réacteurs, malsain. D'ailleurs, un technicien qui travaille dans une centrale se fait plus irradier en prenant 8 jours de vacances à la neige qu'en demeurant à son poste... Certes, avec le nucléaire, on va augmenter un petit peu la radioactivité, mais, encore une fois, il faut voir ce que l'on gagne et ce que l'on perd. De toute façon, vous ne pouvez pas produire d'énergie sans faire un certain nombre d'actions. D'après le principe de Carnot, on ne fait pas d'énergie à partir de rien. Ou bien vous faites de l'énergie à partir d'une source chaude, ou bien vous prenez quelque chose de métastable que vous portez à un niveau de stabilité inférieur. C'est ce que vous faites quand vous brûlez du charbon ou du pétrole, ou bien lorsque vous provoquez la fission de noyaux lourds dans des réacteurs.

Est-ce que l'on peut se passer d'énergie ? Non ! Toutes les civilisations ont consommé de l'énergie. Pendant très longtemps, on a fait de l'énergie en brûlant des arbres. Était-ce meilleur sur le plan écologique ? Certainement pas, car aujourd'hui nous manquons d'arbres. Ensuite, on a brûlé du charbon, et on a envoyé des tonnes de CO_2 dans l'atmosphère. Écologiquement parlant, ce n'était pas l'idéal ! Sans parler des terribles catastrophes minières qui, elles, ont fait des milliers de victimes ! A côté de ça, le retraitement, c'est de la chimie très fine, autrement moins hasardeuse que la chimie organique.

La matière fissile, on sait que c'est dangereux. Elle est apparue sur le marché sous sa forme la plus redoutable : la bombe. On sait donc à quoi s'en tenir ! Ce qui me rassure, c'est que, dès le début de l'industrie nucléaire, on a été attentif aux risques, et on les a étudiés. Ces études ne sont peut-être pas parfaites, mais elles ont le mérite d'exister. Aucune autre industrie n'en a fait autant. Alors, au lieu d'attaquer constamment le nucléaire, qu'on demande donc aussi à ces autres industries d'étudier sérieusement leurs risques.

Pour en revenir à l'écologie, je ferai encore deux remarques. D'abord, celle-ci : la France est l'un des pays développés qui consomme le moins d'énergie ; on gaspille moins chez nous qu'ailleurs. Seconde remarque : l'absence de pollution, c'est sûrement mieux que la pollution ; mais une petite pollution et beaucoup d'énergie, c'est mieux qu'une pollution nulle et pas d'énergie du tout !

Et le surrégénérateur, il ne vous fait pas peur ?

La chose la plus pertinente qu'on ait dite à son sujet a été formulée il y a quelques semaines par le Pr Kastler : puisque le plutonium qui sort des réacteurs classiques est dangereux, le mieux est de s'en débarrasser en le brûlant dans des surrégénérateurs. Cela dit, il est exact que nous ne possédons pas la même expérience dans le domaine des surrégénérateurs que dans celui des réacteurs à eau pressurisée. Mais nous n'en sommes qu'au début ; l'expérience viendra...

Mais, avec tout ce nucléaire, n'allons-nous pas créer de problèmes à nos enfants ?

Quoi qu'on fasse, on ne laissera pas un monde sans problèmes. Nos enfants auront sûrement des problèmes, et c'est heureux, parce que, sans cela, ils s'ennuieraient. Mais leurs problèmes ne seront pas identiques aux nôtres, car, même si nos actions leurs créent des difficultés, ils seront plus savants que nous pour les résoudre. Enfin, je suis persuadé que nous laisserions infiniment plus de problèmes aux générations futures si nous ne faisions pas aujourd'hui certains investissements indispensables.

« LE PROGRÈS, CE N'EST PAS LE NUCLÉAIRE, MAIS LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE »



Bernard LAPONCHE
Ingénieur polytechnicien, docteur en physique des réacteurs nucléaires, docteur de 3e cycle en économie de l'énergie. Conseiller pour l'énergie à la CFDT

Vous défendez une thèse à première vue paradoxale. Vous dites en effet que le tout nucléaire serait économiquement rétrograde.

Je dis tout simplement qu'il faut adapter l'outil aux besoins. Pour avoir 19 °C dans sa maison, a-t-on vraiment besoin des surrégénérateurs, de ces engins monstrueux, de ces usines de retraitement, de ces déchets ? Ne vaut-il pas mieux utiliser le solaire, la géothermie, la biomasse, le charbon, les ordures ménagères ? Bien sûr, ce n'est pas glorieux, les ordures ménagères ! On ne trouvera jamais des pro-ordures

Photos J. Marquis / D. Bondinet

ménagères comme on trouve des pronucléaires. Pourtant c'est simple, c'est adapté... Si l'on fait un jour un moteur nucléaire pour aller dans les étoiles, je serai le premier à m'émerveiller, car il y aura alors adéquation parfaite entre le besoin et la machine. Mais se lancer dans la complexité des centrales, mettre des saletés partout, s'encombrer de déchets radioactifs, tout ça pour faire de l'eau chaude, non !

De quelle forme d'énergie êtes-vous partisan ?

Je ne suis partisan d'aucune forme d'énergie en particulier. Pas plus du charbon que de l'atome. Je pense qu'il faut équilibrer les sources, chercher toujours la plus appropriée et, surtout, réduire le plus possible la consommation d'énergie. J'estime que la découverte d'un nouveau procédé économisant l'énergie est un progrès aussi manifeste que la découverte d'une nouvelle machine produisant de l'énergie. Or, il y a moyen, dès maintenant, de stabiliser la consommation énergétique, et même, dans l'avenir, de la réduire un peu. Sans toucher au confort, bien entendu. Diverses études existent, qui toutes prouvent que l'on peut faire des économies. Dans la construction, par exemple, il est possible d'utiliser de nouvelles techniques : au lieu de bâtir des cubes de verre et d'acier, on peut faire des maisons mieux isolées, mieux orientées, etc. Et puis, comme je le disais à l'instant, ayons pour principe de toujours adapter la source au besoin. Pour faire de l'eau à 40 ou 50 °C, les chauffe-eau solaires sont largement suffisants. A question simple, réponse simple, voilà qui est intelligent. Aujourd'hui, on fait exactement le contraire : au lieu de choisir la solution la plus simple, on préfère la plus compliquée. Le nucléaire, c'est le summum de la complexité !

Mais fonder autant d'espoirs sur les économies d'énergie, n'est-ce pas un peu utopique ?

Les gens ne connaissent rien aux économies d'énergie. Il ne s'agit pas de petites mesures que l'on prend au coup par coup, mais d'une véritable science, d'une branche nouvelle de l'activité scientifique. Faire des économies d'énergie, c'est aussi important que de produire de l'énergie. D'ailleurs, en additionnant toute une série de réponses simples, on peut économiser autant que tout ce que vont produire les futures centrales nucléaires. Comme vous le voyez, ce n'est pas négligeable ! Pour l'électroménager, par exemple, les calculs démontrent que l'on peut diminuer de moitié les prévisions d'EDF. Différence : 7 centrales nucléaires ! Finalement, nos besoins en électricité pour l'électricité sont assez limités : une vingtaine de centrales peuvent y pourvoir. Cela aussi est important, car, si l'on a besoin de moins de centrales, on peut aller moins vite et prendre le temps d'étudier tous les problèmes. Il est donc abusif de prétendre : « Il n'y a qu'une solution, c'est le nucléaire ! » De ce point de vue, les images simplistes de la propagande EDF sont tout sauf scientifiques.

Mais à force de rechercher les économies d'énergie, ne risque-t-on pas de compromettre la relance économique ?

Il ne peut y avoir de vraie prospérité sans économies d'énergie. Sinon, on court à la ruine. Les industries, quelles qu'elles soient, et en particulier les industries lourdes, ont tout intérêt à choisir les procédés de fabrication les moins gourmands en énergie. C'est la seule façon pour elles d'être compétitives. Il faut également améliorer les rendements, toujours pour consommer le moins d'énergie possible. Mais, bien sûr, on n'obtiendra pas un accroissement notable de la production industrielle sans une certaine augmentation de la consommation d'énergie. Il faudra cependant tout faire pour que la demande énergétique croisse à un rythme moins rapide que la production. Sinon, on risque de dépenser tout son argent en énergie, et de ne plus pouvoir investir.

Dans ce contexte, quelle est votre opinion sur les surrégénérateurs ?

Aujourd'hui, les surrégénérateurs relèvent de la religion. On y croit ou on n'y croit pas. Mais jamais on ne s'est demandé si, pour faire de l'eau chaude, il fallait automatiquement passer par cette merveille... Le surrégénérateur, c'est beau, c'est compliqué, c'est raffiné. Pour ma part, je pense qu'il faut en construire un, de petite puissance pour qu'il ne soit pas dangereux, et puis le faire visiter aux gens, pour leur montrer ce qu'on est capable de faire !

« LE NUCLÉAIRE : UNE SOLUTION DE FACILITÉ »



Alain GEISMAR
Physicien, maître-assistant à l'université Paris VII

Quelle est votre opinion sur le nucléaire ?

Je suis physicien, mais je n'ai jamais fait de physique nucléaire. Le point de vue des spécialistes est déjà souvent inquiétant, mais le point de vue des faux spécialistes est encore plus redoutable. Or, en cette matière, je suis un faux spécialiste...

Vous avez bien dû, cependant, réfléchir à la question ?

Bien entendu. Aussi me contenterai-je de vous soumettre quelques-unes de mes réflexions. Ce qui me gêne le plus dans l'énergie nucléaire, c'est que l'on fait de l'expérimentation grandeur nature : on multiplie le nombre des centrales avant même de savoir quels sont les premiers pépins qui surviendront. Or, dans

toute expérimentation, il faut que se produisent un certain nombre de pépins, ne serait-ce que pour savoir quels types d'accidents peuvent arriver et quels sont les moyens de les prévenir ou de les maîtriser. Je pense donc qu'il y aura des accidents, et que, plus il y aura de nucléaire, plus il y aura d'accidents. Ce n'est qu'ensuite que l'on construira une nouvelle génération de centrales qui, elles, seront beaucoup plus sûres.

Quels genres d'accidents redoutez-vous ?

Pour moi, accident ne signifie pas automatiquement catastrophe. J'ai toujours été agacé par les discours catastrophistes des antinucléaires. Les gens qui vous promettent l'apocalypse à tout bout de champ, il y a longtemps que je les trouve déraisonnables. D'ailleurs, il est curieux de constater que l'on ne parle jamais des dangers des autres sources d'énergie, et que l'on ne critique que le nucléaire. Il est vrai que, dans l'imaginaire collectif, le coup de grisou n'est pas lié à Hiroshima ou à Nagasaki. Pourtant le nombre de personnes qui sont mortes pour procurer de l'énergie aux pays développés, avant les centrales nucléaires, est largement comparable au nombre des victimes d'Hiroshima. Pour les gens, la menace nucléaire est peut-être plus spectaculaire, mais on meurt aussi à petite dose de silicose dans les mines de charbon... Avec le nucléaire, ce qui est dangereux, c'est la concentration d'énergie. Mais si l'on construit des centrales solaires, on aura les mêmes problèmes de protection et de sécurité.

Mais on n'aura pas le risque de voir proliférer l'arme nucléaire.

Il est exact qu'il y a là un très sérieux problème. Car il est à la portée de n'importe quel étudiant de maîtrise de fabriquer une bombe, pourvu qu'il y ait du plutonium. Le jour où quelques cinglés annonceront qu'ils ont volé du plutonium et qu'ils ont placé un camion avec une bombe atomique place de la Concorde, les gens comprendront, mais trop tard, la terrible menace que représente la prolifération de l'arme nucléaire. Cela dit, c'est un risque qui existe déjà avec d'autres sources radioactives. En effet, des radioéléments, il n'y en a pas seulement dans les centrales ; il y en a aussi dans les hôpitaux et dans les universités. Et il n'est pas évident que les consignes de sécurité soient mieux observées dans les laboratoires des facultés ou du CNRS que dans les centrales nucléaires.

Estimez-vous être suffisamment informé sur les tenants et les aboutissants de l'énergie nucléaire ?

Non ! Je trouve même que le secret qui entoure ces questions est scandaleux. Au lieu que les décisions soient prises dans la clarté et que les scientifiques livrent à l'opinion publique les éléments qui sont en leur possession, les choix sont généralement faits en petit comité, à partir de travaux qui ne sortent pas d'un petit cercle d'experts. Comment voulez-vous, dans ces conditions, que les Français puissent choisir le type de société dans lequel ils veulent vivre ? Il faudrait pourtant qu'ils se rendent compte que la logique interne du développement de nos sociétés nous conduit vers de plus en plus de nucléaire, et cela alors que l'on ne connaît pas encore de façon précise les conséquences de cette orientation. Le nucléaire est une solution de facilité, quelque chose que l'on sait faire, quelque chose qui se fabrique vite et qui produit rapidement. Je le répète : le rôle des scientifiques dans cette affaire, si rôle il doit y avoir, est d'essayer d'apporter de la transparence.

J'ajouterai que la lenteur avec laquelle on recherche d'autres solutions, le peu d'empressement que l'on met à développer les énergies de remplacement, ne permettent pas aux gens de faire vraiment un choix. La seule alternative qu'on leur propose, c'est le nucléaire ou... rien ! D'ailleurs, nos gouvernants ne sont pas plus avancés que nous : faute d'autre chose, ils sont obligés de poursuivre sur la lancée.

Les surrégénérateurs vous font-ils peur ?

Les surrégénérateurs ne représentent pas plus un seuil technologique que la pile de Saclay lorsqu'elle a été construite au lendemain de la Libération. Quant à vous dire s'ils sont dangereux, je vous répondrai simplement : « Je n'en sais rien ! »

Pouvait-on éviter le nucléaire ?

La question est un peu tardive. C'est comme si vous me demandiez si l'on pouvait éviter le capitalisme. Peut-être que, si, en 1850, les comptables, tous les comptables, s'étaient arrêtés de travailler, le capitalisme aurait été freiné. De même, si, en 1950, les scientifiques, tous les scientifiques, avaient refusé d'étudier les centrales atomiques, le développement du nucléaire aurait vraisemblablement été bloqué. Mais si l'on en est réduit à compter sur le sens moral des scientifiques, et d'eux seuls, pour arrêter quelque chose que le sens moral de l'ensemble de la société et des gouvernants n'est pas capable d'empêcher, il y a de grandes chances que l'on n'arrive jamais à rien. Il faut que chacun prenne ses responsabilités, et s'y tienne. J'ai été très frappé, lors du dernier sondage d'opinion, de voir qu'une majorité de gens se montraient favorables au nucléaire. Pourtant, si vous projetez de construire une centrale près de chez eux, ils ne sont plus d'accord. En fait, ils voudraient que les dangers soient pour le voisin, et les profits pour eux. Eh bien, tant que subsistera ce type de mentalité, je ne vois pas très bien comment on pourra résoudre quoi que ce soit.

Votre appréciation sur le nucléaire a-t-elle varié ?

Non, je crois qu'il y a dix ans j'aurais dit à peu près la même chose. Je ne suis pas pour l'énergie nucléaire, mais je ne vois pas très bien comment, dans une société qui a pris l'habitude de consommer de l'énergie au rythme qui est le nôtre, on pourrait s'en passer. Des besoins ont été créés qu'il faut maintenant satisfaire. Quant

Dessin P. Rosado

aux installations déjà existantes, autant les faire tourner !

Que pensez-vous des grandes manifestations antinucléaires qui ont eu lieu ces temps derniers à l'étranger ?

Je n'ai pas aimé un slogan utilisé au cours d'une récente manifestation en Allemagne fédérale : « Plutôt rouge que mort ». Parce que « rouge », dans ce coin-là de l'Europe, cela signifie Union soviétique. Or, il ne me semble pas que le goulag ou les asiles psychiatriques soient plus écologiques que les centrales nucléaires de M. Mitterrand...

« D'ABORD DES RÉPONSES CLAIRES A TOUTES LES QUESTIONS »



Evry SCHATZMAN
Astrophysicien, directeur de recherche au CNRS (Observatoire de Nice)

Quelle est votre position dans le débat sur l'énergie nucléaire ?

Je n'ai jamais été un partisan fervent de l'énergie nucléaire, pas plus d'ailleurs qu'un opposant farouche. Par contre, j'ai toujours été sensible aux avertissements des gens qui disent que les problèmes de sécurité ne sont pas tous résolus ; qu'il y a des questions auxquelles, techniquement, on n'a pas donné de réponses satisfaisantes. Il est exact que les centrales nucléaires ont fait moins de morts que tout autre système de production d'énergie : le nombre des décès qui leur sont directement imputables se compte sur les doigts d'une main. Le seul accident majeur qui se soit produit est celui de Three Mile Island, qui, du reste, a été maîtrisé, et dont la responsabilité incombe au personnel chargé de l'entretien : des réparations qui devaient être faites ne l'ont pas été. Ce n'est donc pas sur ce point que je critique la politique nucléaire, mais plutôt sur la manière dont les responsables de cette politique ont traité le public. Il est incontestable qu'il y a dans le public une inquiétude vis-à-vis du nucléaire. Or, la façon dont on a traité cette inquiétude, en ne la prenant pas au sérieux, n'a fait que l'accroître : les gens sont persuadés qu'on a quelque chose à leur cacher. Si l'on regarde ce qui s'est passé de l'autre côté de l'Atlantique, on constate que la Société américaine de physique a attaqué le problème de la sécurité d'une manière beaucoup plus approfondie et, en même temps, beaucoup plus publique. En France, il a fallu attendre août 1979 pour qu'ait lieu la première discussion ouverte entre physiciens et responsables de la sécurité nucléaire. Cela s'est passé à Toulouse, sous les auspices de la Société française de physique. Entre physiciens, on peut aller au fond des choses. Il y avait dans la salle des personnes qui avaient réfléchi au problème et qui posaient des questions pertinentes. De leur côté, les responsables n'ont pas esquivé les questions et ils ont reconnu honnêtement que l'accident majeur, c'est-à-dire la fusion du cœur du réacteur et son explosion, ne pouvait pas être totalement exclu. En effet le système de simulation par lequel on essaie de prévoir tous les accidents possibles est un ordinateur dans lequel on programme toutes les causes d'accidents auxquelles on a pensé. Mais il y a les causes auxquelles on n'a pas pensé et qui, elles, peuvent éventuellement conduire à l'accident majeur. Ainsi, ce qui s'est passé à Three Mile Island, la façon dont les événements se sont enchaînés et ont provoqué l'accident, était complètement hors du champ des prévisions.

Puisque, donc, la fusion du cœur du réacteur n'est pas exclue, il est essentiel que l'on en tienne compte dans la construction des centrales, c'est-à-dire que l'on mette en place un système de protection capable de limiter les conséquences d'un tel accident. Si j'ai pris cet exemple, c'est non seulement parce qu'il est d'une exceptionnelle gravité, mais aussi pour montrer que des questions se posent qui ne sont ni vaines ni idiotes, et auxquelles il faut absolument répondre.

En somme, vos critiques portent principalement sur l'information et la sécurité ?

Il y a un autre point, tout à fait différent, sur lequel je ne suis pas d'accord. On nous dit que l'énergie nucléaire est la garantie de notre indépendance énergétique. Moi je dis qu'on se moque de nous. L'énergie nucléaire, c'est d'abord l'uranium, et les réserves d'uranium se trouvent, non plus au Moyen-Orient, mais en Afrique et au Canada. On m'objectera que la France, elle aussi, possède des gisements d'uranium. Certes, mais, d'abord, ils sont loin d'avoir l'importance des gisements africains ou canadiens ; ensuite,



je crains que leur exploitation ne se heurte à de sérieuses difficultés. L'extraction de l'uranium du Limousin n'a pas posé de problèmes, mais quand il a été question d'explorer de nouveaux gisements dans le sud-ouest de la France, cela a immédiatement provoqué un tollé général. Les gens ont tout de suite imaginé des centaines d'hectares ravagés, des arbres abattus, des routes défoncées, une théorie de camions semant le bruit et la panique dans de paisibles bourgades, etc. Ils préfèrent, bien sûr, que tout cela se passe en Afrique ou dans le Nord canadien, parce que, là, ça ne les dérange pas. Résultat : si l'on veut exploiter l'uranium français, il va falloir tenir compte des exigences des protecteurs de l'environnement, et cela va augmenter considérablement le prix de revient du minerai. Alors, parler d'indépendance énergétique dans le contexte actuel, c'est aller un peu vite en besogne. En tout cas, pour le moment, une grande partie de l'uranium que nous utilisons est importée du Canada et d'Afrique. Nous dépendons donc de pays étrangers et, à mon avis, les choses ne sont pas près de changer.

Tout dépend, en effet, du prix du minerai. Mais l'énergie nucléaire elle-même, est-elle financièrement intéressante ?

Vous avez raison de poser la question. Quand on fabrique une machine à faire de l'énergie, la machine en question va produire de l'énergie, mais au bout de combien de temps aura-t-on récupéré l'énergie qui a servi à la construire ? Du point de vue du bilan global, la réponse est capitale. Car, pendant tout un temps, on va se trouver en déficit énergétique, avant d'être en excédent. La question a été étudiée par le syndicat CFDT de l'énergie atomique. Il ressort des travaux de cet organisme que le bilan énergétique global d'une centrale dépend essentiellement de la durée pendant laquelle elle fonctionne. Donc, selon qu'une centrale aura une durée de vie normale, c'est-à-dire entre vingt et trente ans, ou raccourcie, à cause de pannes ou d'accidents, son bilan énergétique sera, suivant le cas, très favorable, favorable, médiocre ou déficitaire. C'est pareil pour le prix du kilowatt : si l'on calcule ce prix lorsque la centrale a déjà récupéré l'énergie qu'il a fallu pour la construire, il est très peu élevé ; mais si l'on considère qu'un tiers de l'énergie produite par la centrale correspond à l'énergie qui a servi à la construire, on parvient à un coût nettement supérieur. Ne faire état que du prix le plus bas, c'est manipuler l'opinion d'une façon qui n'est pas parfaitement honnête.

Cette nécessité d'établir un bilan énergétique global s'applique à toutes les formes d'énergie, au solaire comme au nucléaire. Or, on trouve rarement dans les études consacrées à l'énergie solaire ce commentaire relatif au temps d'amortissement de l'appareil producteur d'énergie. Il serait pourtant intéressant de savoir au bout de combien d'années le surplus de coût d'une maison solaire par rapport à une maison classique est amorti : 5 ans, 10 ans, 20 ans ?

En définitive, je pense que la façon dont on traite la question énergétique, aussi bien chez les écologistes qu'ailleurs, se situe en dehors de toute rationalité. Il y a bien trop d'éléments affectifs. Dans chaque camp, on fournit d'excellents arguments, mais ce sont rarement des arguments véritablement scientifiques. Pour ma part, je dirai ceci, qui me semble fondamental : si, tout bien considéré, on estime que le problème de la production d'énergie doit être tranché en faveur du nucléaire, il est indispensable que tous les problèmes techniques soient résolus, que toutes les questions aient été posées, que toutes les conséquences aient été envisagées. En fin de compte, il s'agit essentiellement d'un choix politique et économique. Car il est possible, techniquement, d'assurer la sécurité ; le tout est d'y mettre le prix !

Que pensez-vous des surrégénérateurs ?

Pour moi, ce n'est pas une affaire très claire. Il est exact que, du point de vue du rendement, celui d'un surrégénérateur est au moins 60 fois supérieur à celui d'un réacteur classique. Il est tout aussi vrai que Phénix est un engin qui marche de façon remarquable, qui a eu moins de pépins qu'aucun autre réacteur... Mais cela ne signifie pas que Super-Phénix ou les futurs surrégénérateurs de puissance ne posent aucun problème. Il en est un, par exemple, qui est lié à la circulation du sodium : à la vitesse à laquelle le sodium liquide circule dans les tuyauteries, il risque de se produire des phénomènes magnétohydrodynamiques. Mais on ignore encore lesquels, et quelles seront leurs conséquences. Les spécialistes qui travaillent sur la question se demandent si cela ne va pas provoquer une usure ou une dégradation des tubulures contenant le sodium.

A votre avis, assiste-t-on à une évolution des mentalités à propos du nucléaire ?

Mon analyse, qui vaut ce qu'elle vaut, est la suivante : pendant longtemps, on a prétendu que le corollaire de l'énergie nucléaire, c'était la société policière. De là à dire que l'énergie nucléaire, c'était le centralisme, il n'y avait qu'un pas, que l'on s'est empressé de franchir. Or, qui dit centralisme, dit concentration du pouvoir politique. Donc, si l'on ne voulait pas accroître la force du pouvoir politique, il fallait refuser les centrales nucléaires. Cet argument était dans la ligne d'une certaine gauche qui s'est manifestée surtout après mai 68, et qui est parvenue à culpabiliser le milieu scientifique. J'ai connu nombre de gens qui se sont sentis coupables de faire de la science, même de l'astronomie ! Faire de la science, pour eux, c'était se rendre complices de tous ses méfaits technologiques. Aujourd'hui, ce type d'argumentation ne porte plus : d'une part, parce que les scientifiques ont pris leurs distances par rapport à ce discours ; d'autre part, parce que, dans la jeune génération, il n'est plus à la mode. C'est en cela que les mentalités ont changé.

Photo D. Bondinet

« LES SCIENTIFIQUES EUX-MÊMES N'ONT PAS DE COMPÉTENCES PARTICULIÈRES »



Jean-Marc LEVY-LEBLOND
Physicien, professeur à l'université de Nice

Avez-vous changé d'opinion sur le nucléaire ?

Je ne suis pas tant contre le nucléaire que contre ceux qui sont pour. En fait, ce qui m'intéresse, ce sont moins les aspects proprement techniques de la question — est-ce qu'une centrale nucléaire est plus dangereuse qu'un barrage ? etc. — que ses aspects politiques et sociaux. Cela ne signifie pas que je tienne les aspects techniques pour négligeables ; tout simplement, je n'ai pas de compétences dans ce domaine. Je lis et je me forge une opinion qui, forcément, n'est pas très personnelle. En revanche, ce qui me préoccupe, c'est la manière dont sont prises les décisions. Il me semble qu'un des problèmes cruciaux des sociétés dans lesquelles nous vivons est de savoir si la démocratie peut ou non s'étendre aux choix technologiques. Car s'il existe un certain nombre de domaines dans lesquels les citoyens peuvent manifester leurs préférences, il en est un, par contre, qui, pour le moment, échappe totalement à la démocratie : c'est celui des choix technologiques. Le "débat" sur le nucléaire en est la parfaite illustration.

Autrement dit, l'important pour moi n'est pas tant de savoir si l'on a tort ou raison de construire des centrales nucléaires, que de savoir qui est ce "on" qui en décide. Or, le pouvoir de décision n'est pas chez les scientifiques. Il n'est pas non plus chez les politiques. Encore moins dans la population. En fait, il n'est nulle part. Nous vivons dans un système où, à la limite, les décisions ne sont jamais prises, sinon implicitement par le jeu de forces d'inertie ou de continuité qui sont de plus en plus difficiles à infléchir. C'est pour "arrêter" le nucléaire qu'il faudrait une "vraie" décision.

Pourquoi cette situation ?

En particulier, parce que la grande masse des gens n'a ni la compétence ni la qualification nécessaires pour discuter de ces problèmes. Je ne veux pas dire par là que tout le monde devrait connaître les détails fins de l'énergie nucléaire. Je dis seulement que, sans une base minimale de connaissances, il n'est pas possible de faire la différence entre l'information et la propagande. Or le niveau collectif moyen du savoir scientifique est nettement insuffisant (voir mon livre *L'Esprit de Sel (Science, Culture, Politique)* Fayard, 1981). Les gens se prononcent en fonction d'arguments tout à fait étrangers au débat : on est contre les antinucléaires parce qu'ils ont les cheveux longs ; ou bien on est pour le nucléaire parce qu'on est pour le gouvernement.

Mais les scientifiques, eux, ont cette base minimale de connaissances.

Détrompez-vous. Les scientifiques ne sont pas mieux lotis que le reste de la population. Personnellement, je ne m'estime pas beaucoup mieux armé que la majorité des gens pour discuter de ces questions. J'ai seulement une formation qui me permet de juger un peu mieux l'information que je reçois. Mais, tout physicien que je sois, et bien que je puisse faire un cours de plusieurs heures sur l'énergie nucléaire, je ne sais rien de la *technique* d'une centrale...

Cela dit, les dangers du nucléaire vous paraissent-ils aujourd'hui moins préoccupants ?

Le risque de voir le nucléaire favoriser l'autoritarisme et le centralisme dans notre société est évident. Sur ce point, je n'ai pas varié. Par contre, je suis devenu plus pessimiste sur la possibilité d'arrêter, ou du moins de freiner très sérieusement, les centrales nucléaires. C'est pourquoi les questions de fond que je viens d'évoquer, à savoir le problème de la démocratie technologique, il faut y réfléchir maintenant sur le long terme, car, pour le nucléaire, il est déjà trop tard. La seule chose que l'on puisse encore faire, et qui n'est pas négligeable, c'est de demeurer vigilant. Peut-être est-il encore possible de stopper ce qui, techniquement, est le plus dangereux, c'est-à-dire les surrégénérateurs. Pour le reste, on peut seulement obliger l'EDF et les pouvoirs publics à faire des efforts pour garantir une réelle sécurité. Car il est clair, désormais, que l'on n'arrêtera plus rien, et qu'on ne reviendra pas en arrière.

Vous ne croyez donc pas aux énergies de remplacement ?

Je ne crois pas à une fatalité intrinsèque du nucléaire. Je constate simplement l'existence d'une tradition historique. Le nucléaire est né du militaire et il continue d'en porter la marque. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il soit maudit, tandis que le solaire, par exemple, serait béni. Il y a quelque idéalisme à croire que l'énergie solaire ou l'énergie éolienne sont des énergies propres, légères, artisanales, inoffensives. N'importe quelle forme d'énergie peut, le cas échéant, être utilisée par les militaires et s'intégrer à l'industrie lourde. Le solaire, à grande échelle, ce sont les photopiles ; et les photopiles, c'est une technologie très élaborée qui nécessite de grosses usines.

En résumé, quelle est votre position actuelle sur le nucléaire ?

Avant même de savoir si le nucléaire est dangereux ou non, si on en veut ou non, on nous l'impose. Ma position est donc simple : tant qu'on ne nous demandera pas notre avis, je serai contre des décisions prises de manière totalement arbitraire.

« ON N'A PAS BESOIN DE TOUTES CES CENTRALES ! »



Pierre SAMUEL
Mathématicien, professeur à l'université Paris-Sud. Milite aux "Amis de la Terre".

Un récent sondage témoigne d'un revirement d'opinion en faveur du nucléaire. Votre attitude personnelle a-t-elle également évolué ?

Non, je continue d'être contre l'énergie nucléaire et, en particulier, contre les programmes nucléaires, qu'il s'agisse du programme Barre-Giraud ou du programme Mauroy-Hervé. Tous deux sont d'ailleurs assez semblables, à quelques tranches près.

Quelle est alors votre solution ?

Il faut bien séparer le court terme, c'est-à-dire 1990, du long terme. Pour le court terme, il est indispensable de se poser les questions suivantes : de quelle quantité d'électricité allons-nous avoir besoin ? Et, sur cette quantité, quelle doit être la part du nucléaire ? Il faut en effet savoir que les centrales nucléaires n'ont pas la souplesse des centrales classiques. On ne peut pas modifier constamment leur régime, les arrêter quand la demande baisse, puis les faire repartir, car toutes ces manœuvres demandent du temps et, de plus, elles usent les réacteurs. Les centrales nucléaires ne sont donc pas capables d'absorber les pointes de consommation. Par conséquent, même si le nucléaire était une énergie parfaitement sûre et propre, ce qui n'est pas le cas, il ne faudrait pas lui confier plus de 50% de la production d'électricité. Sinon, le coût des heures de pointe serait prohibitif.

Si l'on s'était vraiment posé les questions que je viens d'indiquer, on se serait sans doute aperçu que l'on n'avait pas besoin de tant de centrales nucléaires. Avec le programme actuel, nous allons avoir trop d'électricité. Or l'électricité ne se stocke pas...

Pourquoi dites-vous que l'énergie nucléaire n'est ni sûre, ni propre ?

Parce que c'est une énergie dangereuse. Un accident grave dans une centrale n'est nullement impossible et il peut avoir des conséquences absolument catastrophiques. On me dira que la probabilité d'un tel accident est faible, mais si l'on multiplie cette probabilité par ses conséquences — car c'est ce produit qui est significatif — on obtient des chiffres qui font réfléchir. En effet, d'après certains rapports américains et allemands, un accident majeur sur un réacteur pourrait faire des dizaines de milliers de morts, irradier fortement des centaines de milliers de personnes et rendre inhabitables des superficies égales à plusieurs provinces françaises. Devant une telle menace, les États-Unis n'ont cessé de perfectionner les systèmes de sécurité de leurs centrales. En France, il ne me semble pas qu'on ait la même prudence.

Autre danger du nucléaire, qui n'est pas conjectural celui-là, mais bien réel : les dégagements de radioactivité. Ceux-ci se produisent moins dans les centrales elles-mêmes que dans les mines d'uranium ou les usines de retraitement, qui sont les deux points sensibles de la chaîne nucléaire.

Pour nous rassurer, on nous dit que le nucléaire est une énergie de transition ; qu'en l'an 2000 ou 2050, nous aurons d'autres sources d'approvisionnement, comme le solaire ou la fusion contrôlée ; qu'à ce moment-là, nous n'aurons plus besoin des centrales nucléaires... Mais, dans le même temps, on proclame qu'il faut faire du retraitement, afin d'avoir du plutonium pour alimenter les surrégénérateurs. Il y a là une contradiction, ou une tromperie, car les surrégénérateurs ne sont pas conçus dans une perspective transitoire. Avec eux, on s'engage dans le long terme. Le seul nucléaire qui soit vraiment de transition, ce sont les actuelles centrales à eau pressurisée.

Peut-on donc considérer que vous êtes contre les surrégénérateurs ?

Oui, je suis tout à fait opposé à leur construction. A cause, surtout, du problème du retraitement, qui est loin d'être résolu. Or, le combustible qui sort des surrégénérateurs est trois fois plus irradié que celui qui est extrait des centrales à eau. Autrement dit, son retraitement sera encore plus difficile à maîtriser. Si l'on considère vraiment le nucléaire comme une énergie de transition, il faut s'en tenir aux centrales classiques et ne pas retraiter, mais stocker les matériaux irradiés en piscines ou à sec. Car le stockage est une opération réversible : si un jour on découvre un procédé de retraitement à la fois plus efficace et plus sûr, il sera toujours temps de retraiter !

Comment expliquez-vous que, ces temps derniers, certains scientifiques se soient convertis au nucléaire ?

A mon avis, les scientifiques — et j'en suis un — ne prennent pas assez de recul par rapport à la science. Pour beaucoup d'entre eux, elle est une religion, et l'attachement qu'ils manifestent au nucléaire est un attachement religieux. Car le nucléaire est une énergie née de la science,

Photo A. Alter / Dessin P. Rosado

d'une science très évoluée, d'une physique de pointe.

Et vous, rien ne peut atténuer votre opposition ?

Si, il y a la pression du fait accompli. J'ai beau être contre le nucléaire, j'admets qu'on laisse fonctionner pendant un certain temps ce qui existe. Il y a quelques années, je n'aurais certainement pas dit la même chose, vu que le nucléaire en activité avait beaucoup moins de place dans la production d'électricité. Sur le fond, ma position reste toujours aussi ferme, mais je reconnais qu'aujourd'hui on ne peut pas tout arrêter d'un seul coup.

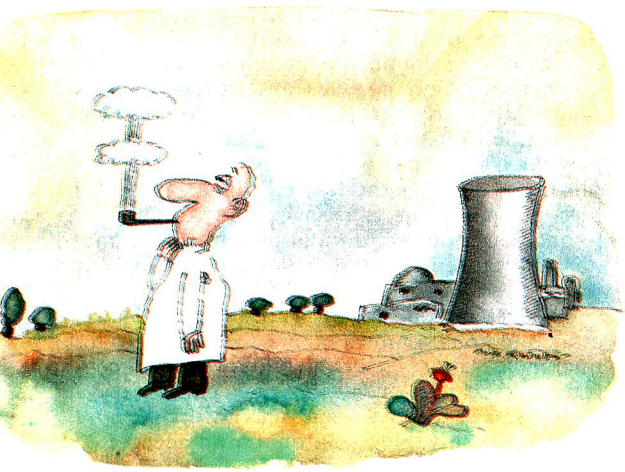
« L'ÉNERGIE, C'EST L'AFFAIRE DE TOUT LE MONDE »



Monique SÉNÉ
Physicienne, maître de recherche au CNRS. Présidente du Groupement scientifique d'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN).

Quelle est la position du GSIEN après le débat parlementaire sur l'énergie ?

Elle est simple : il ne faut pas construire de nouvelles centrales. Le programme existant est largement suffisant pour couvrir nos besoins jusqu'en 1990. Vers 1985 on fera le point : on saura alors de quelles économies d'énergie on est capable, et quelles autres formes d'énergie on peut exploiter. Et si la nécessité s'en fait vraiment sentir, il sera toujours temps de relancer un autre programme nucléaire.



Ces dernières années, on est allé beaucoup trop vite. Presque chaque jour des incidents se produisent, heureusement sans gravité, mais qui démontrent que le nucléaire est une technologie lourde que nous maîtrisons difficilement. Plus l'appareillage technologique est compliqué, plus les risques sont nombreux, car on n'est jamais assuré que les multiples bureaux d'études, entreprises, techniciens, ouvriers qui ont participé à la réalisation d'un ouvrage de cette taille, n'ont commis aucune erreur.

Somme toute, la position du GSIEN n'a pas varié ?

Nous avons dit à maintes reprises que, tant qu'il n'y aurait pas de consultation populaire, le programme nucléaire devait être arrêté. C'est toujours notre position. L'énergie est l'affaire de tout le monde, pas seulement celle du gouvernement. Malheureusement, dans le système français, les gens n'ont aucun moyen d'action : le pouvoir central impose, et eux n'ont plus qu'à dire amen. Résultat : au lieu de se sentir concernés par ces problèmes, les gens adoptent une mentalité d'assistés.

Nous avons aussi dit et répété, et nous continuons à le faire, que l'énergie nucléaire a ses limites : la limite de l'uranium, qui n'est pas inépuisable, et la limite du besoin. Il est bien beau de truffer la France de centrales, mais que va-t-on en faire ? L'augmentation de la production d'électricité n'entraîne pas le développement de l'industrie. Et puis, il est complètement absurde de penser que la croissance peut être infinie. L'infini n'existe qu'en mathématiques, pas sur Terre. Il nous faut devenir raisonnables, c'est-à-dire raisonner en termes d'économies, et non plus d'expansion. Sinon, nous risquons un de ces jours de ne plus avoir de matières premières. A force de chercher l'accroissement à tout prix de la production, on en arrive à des situations tout à fait extravagantes. Exemple : on use les lampes avant de les vendre pour que les gens soient obligés d'en racheter ! Il est temps qu'on revienne à une vision plus réaliste.

Par ailleurs, que pensez-vous du surrégénérateur ?

En soi, l'appellation est séduisante, mais personne n'est capable de dire si ça surrégénère vraiment ! Pour qu'un surrégénérateur produise plus de combustible qu'il n'en consomme, il faut non seulement qu'il n'y ait aucune perte, mais encore que la création de matière fissile dans l'enveloppe qui entoure le cœur soit suffisante. Or, tout cela est parfaitement utopique ! En outre, les surrégénérateurs nous entraînent sur la voie du retraitement, alors qu'il n'est nullement prouvé que la bonne gestion des déchets soit le retraitement. Enfin, qui dit surrégénérateurs, dit plutonium à gogo, c'est-à-dire menace de prolifération de l'armement atomique... Pour moi, le verdict est sans appel : on ne doit pas construire de surrégénérateurs.

« LES SCIENTIFIQUES N'AIMENT PAS JUGER LE TRAVAIL DE LEURS CONFRÈRES »

Christiane CAROLI
Physicienne du solide, chercheur au CNRS

Pourquoi le mouvement antinucléaire n'a-t-il pas connu le même succès chez les scientifiques français que chez les scientifiques américains ?

Aux États-Unis, les scientifiques ont une activité militante plus importante que chez nous. C'est pourquoi l'institution scientifique tout entière a fini par poser officiellement la question du nucléaire. La Société américaine de physique, par exemple, a patronné une enquête sur les centrales à eau légère et publié un rapport. En France, ni la Société de physique, ni l'Académie des sciences n'ont jamais pris la moindre position.

Il faut dire aussi que les organismes scientifiques américains sont plus vivants que les nôtres. Il leur arrive de contester sans être pour cela dans l'opposition. En France, au contraire, par une sorte de tradition politique, les organisations officielles sont plutôt du côté du pouvoir. Enfin, il ne faut pas oublier que le Parti communiste français a pris nettement position pour l'énergie nucléaire. Or, il a une représentation non négligeable dans le milieu scientifique.

Justement, pourquoi les scientifiques français traitent-ils le problème nucléaire plus souvent en fonction d'options politiques que de critères technologiques ?

En fait, sur le plan technique, la plupart des scientifiques ne sont guère plus compétents que le reste de la population. Le public surestime énormément leurs capacités à juger de ce qui ne fait pas partie de leur étroite spécialité. De plus, le problème nucléaire, comme tous les problèmes qui ont des retombées sociales, est ressenti comme une mise en cause du travail des scientifiques. Voilà pourquoi ceux-ci hésitent à se prononcer en fonction de critères technologiques et préfèrent situer le débat sur le plan politique. Il leur est en effet plus facile d'émettre des opinions style Café du commerce, que de porter un jugement sur leur activité ou celle de leurs confrères. Finalement, vous trouvez chez les scientifiques à peu près le même éventail d'opinions que dans le reste du corps social.

Le dernier sondage de la SOFRES a mis en évidence un revirement de l'opinion publique en faveur de l'énergie nucléaire. Pensez-vous qu'un changement identique se soit produit dans le milieu scientifique ?

Tout dépend de la question posée. Si vous demandez, par exemple : « Estimez-vous que le retraitement présente des dangers ? », vous obtiendrez beaucoup plus de "oui" chez les scientifiques que dans le reste de la population. Mais si la question est : « Faut-il construire des centrales nucléaires ? », les scientifiques feront le même raisonnement que la majorité des gens, à savoir : « La crise pétrolière existe ; nous avons besoin d'énergie ; alors, faute de mieux... ». Et puis, comme tout le monde, ils sont placés devant le fait accompli !

« CEUX QUI NE SONT PAS POUR LE NUCLÉAIRE SONT CONSIDÉRÉS COMME HÉRÉTIQUES ! »



Jean-Claude ZERBIB
Ingénieur en radioprotection. Militant CFDT.

De pro-nucléaire, vous êtes devenu anti-nucléaire. N'avez-vous pas l'impression d'avoir évolué à contre-courant ?

Jusqu'en 1976, j'ai pensé que le nucléaire ne poserait pas trop de problèmes. A l'époque, je travaillais dans une firme privée qui collaborait avec le Commissariat à l'énergie atomique. Mes collègues et moi, nous considérions alors les gens du CEA comme de doux maniaques qui refaisaient cinquante fois les mêmes expériences, réalisaient des pièces sur mesure pour les tester en température, en pression, en élongation, etc. Bref, j'étais persuadé que la technologie nucléaire pouvait être maîtrisée dans la mesure où elle était développée prudemment et restait étrangère à la notion de profit.

Hélas, depuis, les choses ont bien changé. D'abord, on s'est lancé d'un seul coup dans un programme énorme ; ensuite, pour réaliser ce programme, on a fait appel à des sociétés extérieures qui ne connaissaient pratiquement rien au nucléaire. Comme si le transfert des connaissances allait s'opérer de lui-même ! Malheureusement, le transfert des connaissances ne se fait pas par les chromosomes : il demande de l'application, de la méthode, de l'organisation. Ce n'est pas parce que vous savez construire un vélo que vous pourrez, du jour au lendemain, mener une entreprise produisant 2000 vélos par jour.

On prétend que la CFDT est antinucléaire, alors que nous sommes pour le contrat pluriannuel n° 1, élaboré en 1974, et qui prévoit 16 centrales. Avec les 6 centrales déjà construites à cette date, cela fait 22 centrales. Alors, je pose la question suivante : « Si, quand on accepte 22 centrales, on passe pour un antinucléaire, com-

Photo A. Borlart

bien faut-il en tolérer pour être considéré comme un pro-nucléaire ?»

Vous n'êtes pas adversaire du nucléaire ?

Moi, je ne dis pas que le nucléaire va donner la vérole à tout le monde. De toute façon, il existe, que l'on soit pour ou contre. De plus, un certain nombre de centrales ont déjà été réalisées. Donc, même si l'on arrêtait tout, il y aurait un héritage à gérer, qu'il faudrait gérer le mieux possible.

Ce qui m'inquiète le plus, ce n'est pas tant la catastrophe prévue par les écologistes que le désastre économique. Je m'explique : toutes les centrales nucléaires sont construites *grosso modo* sur le même modèle ; il suffit donc que l'on détecte un défaut de série pour que l'on soit obligé de toutes les arrêter. Si, à ce moment-là, le nucléaire fournit 70% de notre électricité, ce qui est l'objectif actuel, vous imaginez les conséquences : c'est toute l'économie française qui risque de se retrouver par terre ! Rappelez-vous, les Américains ont été contraints d'immobiliser 17 centrales à eau pressurisée parce qu'ils avaient constaté des défauts dans les générateurs de vapeur. Cela peut très bien arriver chez nous, d'autant que nos centrales sont construites sur le même modèle : ce sont des Westinghouse.

Le nucléaire ne se gère pas comme n'importe quelle autre machine ; tant qu'on ne l'aura pas compris, on s'expose à toutes sortes de problèmes. Actuellement, on ne sait pas maîtriser une situation accidentelle, parce que personne n'y est préparé ni sur le plan technique ni sur le plan de l'information. Récemment, Westinghouse a fait passer dix de ses meilleures équipes sur un simulateur qui reproduisait un accident du type de celui de Three Mile Island. Eh bien, au bout de deux heures, aucune de ces équipes n'avait détecté l'origine de la panne. Or, deux heures suffisent pour détériorer un réacteur et provoquer une catastrophe financière.

Enfin, il n'y a aucune harmonisation entre notre programme nucléaire et la demande minimale d'énergie. Comme les centrales nucléaires n'ont pas la même souplesse que les centrales thermiques ou les centrales hydro-électriques, on les fait fonctionner "en base", c'est-à-dire qu'elles doivent assurer la base ou, si vous préférez, le minimum de la demande. Or, avec le programme prévu, nous allons dépasser largement ce minimum. Résultat : à certains moments de l'année, nous allons avoir plus d'électricité que nous n'en consommons. Il faudra donc, soit la stocker, ce qui n'est pas simple, soit arrêter les centrales, ce qui n'est pas mieux, car les coûts de production sont calculés à partir d'un fonctionnement de 6 500 heures par an.

Mais ne pourra-t-on pas exporter ce surplus d'électricité ?

Les kilowatts-heure ne s'exportent pas comme des montres à quartz. Il faut que les éventuels clients soient demandeurs. On ne peut pas asseoir un marché sur le décalage des heures de pointe entre la France et les pays riverains. De plus, exporter, c'est changer de politique. Jusqu'à présent, on nous a dit que les centrales nucléaires étaient faites pour satisfaire les besoins français. Maintenant, on voudrait nous faire croire que la France est la fourmi de l'Europe et qu'elle doit venir en aide à toutes les imprévoyantes cigales qui n'ont pas assez travaillé pour pourvoir aux besoins de leurs populations !

Pourquoi, alors, s'est-on engagé dans la voie de la surproduction ?

M. Boiteux, le patron de l'EDF, a une explication qui vaut ce qu'elle vaut : « Il fut un temps, dit-il, où nous avons voulu faire du nucléaire et où on ne nous l'a pas permis. Nous nous sommes retrouvés dans la situation de gens qui poussent une porte qui résiste. Un jour, cette porte s'est brusquement ouverte, et tout le monde s'est engouffré. C'est la guerre du Kippour qui a ouvert la porte, et Pierre Messmer qui a joué le rôle de l'huissier. »

Cela dit, certains ont poussé à la roue en employant des arguments pour le moins spécieux. J'ai entendu dire, par exemple, que, plus on consommerait de kilowatts-heure, plus on consommerait de bonheur. Or, si l'on compare les Américains et les Suédois, ces derniers, qui sont pourtant dans une situation difficile parce qu'ils doivent se chauffer onze mois par an, consomment, à bonheur égal, une fois et demie moins d'énergie que les Américains ! Non, la consommation énergétique n'est pas la panacée. Ce n'est pas en l'augmentant que l'on réduira les inégalités sociales. Et si la France doit absolument se trouver un modèle, pourquoi chercher à égaler la surconsommation débile des Américains !

On ferait beaucoup mieux de chercher notre bonheur dans d'autres énergies, le solaire par exemple. Je sais bien qu'il est de bon ton, chez nous, de dire que le solaire est réservé aux pays chauds. Pourtant les meilleures maisons solaires ont été construites au Danemark. Il n'y a pas beaucoup de soleil là-bas, mais ils ont pris le solaire au sérieux. En France, le débat sur l'énergie ressemble à un procès religieux du Moyen Age : tous ceux qui ne sont pas pour le nucléaire sont considérés comme des hérétiques !

Revenons donc au nucléaire ! Ne serait-il pas souhaitable de remplacer les centrales à eau pressurisée par des surrégénérateurs ?

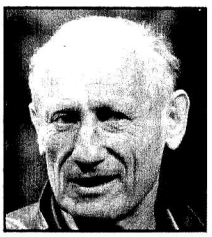
Ce ne serait pas rentable du tout. Un surrégénérateur coûte deux fois et demie plus cher qu'une centrale classique. Et, contrairement à ce que l'on prétend, il ne remplace pas plusieurs centrales à eau, car, à puissance égale, il délivre exactement la même quantité d'énergie. Un réacteur de 1 300 mégawatts, qu'il soit à neutrons rapides ou à eau légère, produit 1 300 mégawatts, un point c'est tout.

Le surrégénérateur est une solution en cas de manque d'uranium. Mais nous ne sommes pas en période de pénurie ; au contraire, le marché s'effondre : l'uranium, qui valait 43 dollars la li-

vre, est tombé à 26 dollars. A l'inverse du pétrole, de l'uranium il y en a partout.

Enfin, le surrégénérateur pose des problèmes considérables en matière de retraitement. Pour l'alimenter, il faut 5,5 tonnes de plutonium. Or, pour obtenir cette quantité, il faut retraiter 800 tonnes de combustibles sortant des centrales classiques. A titre de comparaison : en cinq ans, l'usine de La Hague n'en a retraité que 336 tonnes. Ensuite, il faut également retraiter le combustible du surrégénérateur, et c'est une opération trois à quatre fois plus difficile que le retraitement ordinaire. Un atelier pilote, à La Hague, s'occupe spécialement du combustible sortant de Phénix : en cinq ans, il en a retraité une tonne. Or, avec Super-Phénix, c'est au moins 5 tonnes qu'il faudra retraiter chaque année.

« PAS BESOIN D'UNE SEULE CENTRALE DE PLUS AVANT L'AN 2000 »



Haroun TAZIEFF
Volcanologue, directeur de recherche au CNRS. Commissaire pour la prévention des risques naturels majeurs.

Avez-vous changé d'opinion à propos de l'énergie nucléaire ?

Mon attitude vis-à-vis du nucléaire n'a pratiquement pas évolué depuis 1973, ou du moins, si elle a évolué, c'est de façon insignifiante. C'est en 1973 que le partisan du nucléaire que j'étais est devenu un adversaire du **programme** nucléaire : j'étais pro-nucléaire tant que le programme était modéré et que j'avais l'espoir que l'on utiliserait la filière française à uranium naturel ; je suis devenu antinucléaire quand, avec le plan Messmer, le programme est devenu excessif, et que la filière française a été remplacée par la filière américaine Westinghouse à uranium enrichi, incomparablement plus coûteuse. Je ne suis donc pas contre le nucléaire en tant que source d'énergie, mais contre ce qu'EDF avait baptisé le "tout électrique tout nucléaire". Aujourd'hui EDF se défend d'avoir utilisé cette formule, mais c'était pourtant bien son propos...

Je suis contre le tout nucléaire d'abord et avant tout parce que la France n'a pas besoin, d'ici à une quinzaine d'années, d'une seule centrale supplémentaire, qu'elle soit nucléaire ou thermique classique. Ce n'est pas moi qui le dis, mais l'Institut économique et juridique de l'énergie (IEJE) de l'université de Grenoble, l'organisme le plus compétent et le plus indépendant en ce domaine, donc le plus rigoureusement honnête dans ses chiffres et dans ses conclusions. L'IEJE a démontré, il y a quelques années déjà, qu'il était inutile de construire la moindre centrale électrique avant l'an 2000, à condition, bien sûr, que l'on mette fin immédiatement au gaspillage délibéré d'énergie qui a caractérisé les politiques gouvernementales de ce dernier quart de siècle, gaspillage qu'EDF a porté à son comble avec sa propagande pour le tout électrique. Le chauffage électrique est un monstrueux gaspillage d'énergie. Se chauffer à l'électricité, faire sa cuisine à l'électricité, c'est retransformer en chaleur ce que l'on a obtenu à très grands frais à partir de chaleur primaire. Pour faire de l'électricité, il a fallu en effet chauffer de l'eau, jusqu'à environ 500 °C, puis transformer cette vapeur en courant dans un turbo-alternateur. Or, cette opération obéit au principe de Carnot, lequel exige que deux tiers de la chaleur initiale soient perdus. C'est d'ailleurs pour cette raison que toutes les centrales, qu'elles soient thermiques classiques ou nucléaires, sont situées sur les rives des fleuves ou au bord de la mer, car il faut énormément d'eau pour évacuer toute cette chaleur perdue.

Si donc l'on met fin au scandaleux gaspillage propagé depuis des années à coups de publicité mensongère, nous aurons tellement d'électricité que nous ne saurons plus quoi en faire, sinon la vendre à nos voisins. Quand on dit aujourd'hui que nous manquons d'électricité, on profère une contre-vérité. Voilà ma raison majeure d'être contre le tout nucléaire. De surcroît, je pense que la prolifération des centrales conduit à une hyperconcentration de la production électrique, donc à un véritable monopole d'État sur l'énergie. Cela est contraire à une politique décentralisatrice : on ne pourra jamais décentraliser réellement si l'on hypercentralise l'énergie !

Certes, il y a aussi les arguments développés par les écologistes et par bien d'autres personnes, concernant les dangers du nucléaire, les menaces de pollution, etc. A mes yeux, cela est assez secondaire, car, pour moi, c'est avant tout l'argument économique qui compte. Ce gaspillage colossal d'électricité, payé par les contribuables et qui ne profite qu'aux grands groupes industriels et financiers qui se cachent derrière le programme nucléaire, est inacceptable.

Pourquoi les contribuables acceptent-ils ce gaspillage ?

Parce que, depuis 25 ans, ils sont anesthésiés par la propagande. Parce que nous, les adversaires de ce programme nucléaire, nous n'avons jamais eu la possibilité de dire ce que nous avions à dire, sauf une étincelle de-ci de-là, pas plus à la radio qu'à la télévision. Parce qu'enfin nous n'avons jamais pu lancer de contre-campagnes à celles que fait, depuis un quart de siècle et plus, EDF pour le chauffage électrique.

Que pensez-vous des surrégénérateurs ?

Les surrégénérateurs entrent dans le même schéma. Nous n'avons pas plus besoin de surrégénérateurs que de centrales nucléaires classiques. Je le répète : arrêtons le gaspillage, et nous aurons de l'électricité en abondance pour au moins dix ans. Ou alors, c'est que l'IEJE n'est pas compétent. Mais cela, il faudrait le démontrer !

Photo Gamma / Dessin P. Rosado

D'ici dix ans, nous disposerons des énergies nouvelles qui sont en cours de développement. M. Jean-Pierre Chevènement a lancé deux importantes missions d'études sur les énergies de remplacement ; celles-ci vont de la géothermie, énergie aujourd'hui parfaitement maîtrisée, mais dont EDF a entravé le développement, à la biomasse, énergie potentielle énorme, en passant par le solaire et par d'autres sources actuellement moins au point mais également prometteuses.

Vous dites que la géothermie est parfaitement maîtrisée. Pourtant certains prétendent que la nappe souterraine se refroidit beaucoup plus vite que ne le laissaient prévoir les calculs.

Faux ! Cet argument fait partie de la campagne de mensonges et de calomnies qu'ont déclenchée les adversaires de la géothermie parce que celle-ci est, précisément, économiquement et techniquement compétitive. Le refroidissement de la nappe d'eau n'intervient, le cas échéant, qu'au bout de trente à quarante ans. Encore n'est-il que temporaire, car le flux de chaleur qui vient des profondeurs est constant, et l'eau se réchauffe continuellement. Bien sûr, si vous soutirez plus de calories que le flux n'en apporte, vous allez provoquer un refroidissement. Mais si vous limitez votre prélèvement calorique à l'apport du flux, vous pouvez continuer indéfiniment. Au pire, donc, si au bout d'une trentaine d'années vous constatez un refroidissement, vous arrêtez tout et vous laissez la nappe se réchauffer pendant quelques années. Ensuite, vous pouvez recommencer. Il s'agit en effet d'un système qui peut fonctionner pendant des millions d'années : il n'y aura plus aucun être humain sur terre qu'il marchera encore !

Mais cela, la plupart des gens l'ignorent, parce qu'ils ne connaissent pas la géothermie ou la connaissent mal. La géothermie, c'est de l'eau, pluie ou rivière, qui s'infiltre par les porosités et les anfractuosités du sol et descend progressivement dans des couches de plus en plus chaudes. Car la température croît assez régulièrement de la surface vers les profondeurs. Dans la région parisienne, par exemple, elle augmente en moyenne de 30 °C par kilomètre. Donc, à 3 km, on a une eau qui approche les 100 °C. Dans d'autres régions, en particulier dans les régions volcaniques, la température monte plus vite encore : à un kilomètre de profondeur, on arrive aisément à 200 °C. Mais, pour que cette chaleur soit utilisable, il faut, d'une part, que les eaux descendent suffisamment bas et, d'autre part, qu'elles constituent un réservoir suffisamment abondant. Il faut donc que les conditions géologiques s'y prêtent.



Quand on trouve de hautes températures à de faibles profondeurs, c'est extrêmement intéressant, parce qu'on peut alors transformer une eau qui est souvent à 250 ou 300 °C, en vapeur, puis envoyer cette vapeur dans un turbo-alternateur qui la convertit en électricité. C'est ce que l'on appelle la géothermie haute température. La géothermie de chauffage, par contre, géothermie basse température, utilise des nappes d'eau qui sont au-dessous de 120 °C.

Malheureusement, cette énergie inépuisable, la France l'a sabotée. Nous sommes, de tous les pays développés possédant des nappes exploitables, le plus en retard, et cela par la faute des gouvernements précédents et d'EDF, à leurs ordres. En 1959, j'avais présenté le tout premier projet français de production d'électricité par géothermie. EDF a traité ce plan d'irréaliste, alors qu'à l'époque — et EDF le savait — une centrale géothermique tournait depuis déjà quarante-cinq ans en Italie, à Larderello, qu'une autre venait de démarrer en Nouvelle-Zélande, à Wairakei, et que celle des Glysers allait fonctionner dès 1960 aux États-Unis. Depuis lors, des centrales géothermiques sont nées un peu partout dans le monde. Sauf en France, naturellement.

Quelle est votre position à l'égard du nouveau programme nucléaire ?

Avec le nucléaire que nous possédons déjà, nous allons avoir beaucoup trop d'énergie. Donc, nous n'avons pas besoin d'en produire davantage. Cela dit, mon avis rejoint celui de Paul Quilès, président de la mission énergie du parti socialiste. C'est un homme qui sait de quoi il parle : ingénieur polytechnicien, il a passé quinze ans dans l'industrie énergétique. Il avait établi un programme dans lequel, reconnaissant que l'on ne pouvait stopper brutalement les engagements nucléaires des gouvernements précédents, il proposait de ramener de neuf à quatre le nombre des nouvelles centrales. Pour ma part, j'aurais préféré qu'on n'en garde que trois, mais, Paul Quilès étant beaucoup plus compétent que moi, je me suis rallié à sa proposition. Vous connaissez la suite : Paul Quilès n'a pas été suivi, on a débloqué six centrales, et on a décidé l'extension de l'usine de La Hague... Aussi mon souhait est-il, aujourd'hui, qu'un véritable débat démocratique s'instaure, non pas à l'Assemblée nationale, mais entre tous les Français. Un débat dans lequel les adversaires du tout nucléaire pourront s'exprimer, enfin, aussi complètement que ses partisans. Un débat où la presse et les mass média, enfin, seraient ouverts à tous.

Propos recueillis par ***Anna ALTER***

ON A TROUVÉ LA TRACE DU PREMIER FEU

Des fouilles récentes amènent à réviser entièrement l'âge et le lieu de l'invention du feu ; elles amènent aussi à réviser (en hausse) les estimations de l'intelligence de l'australopithèque qui semble bien avoir été le premier à frotter des silex pour faire jaillir des flammes.

Ce n'est pas il y a 500 000 ans et en Chine que l'homme alluma le premier feu comme anthropologues et préhistoriens le postulaient jusqu'ici, mais il y a 1,4 million d'années et en Afrique. La preuve en a été fournie au site de Chesowanja, au Kenya, par une équipe américaine, canadienne et britannique (1). Là, comme au site chinois de Chowkowtien, vieux de 500 000 ans, qui passait pour le berceau du feu, on a mis au jour des foyers avec bûches consumées, silex taillés qui avaient servi à les allumer, marmites de terre cuite contenant des reliefs de repas, le tout éparpillé autour d'ossements d'hominidés et d'animaux. Enfin, des outils ont été extraits du sol.

Cette découverte repousse donc l'invention du feu de presque un million d'années dans le temps et la fait attribuer à l'australopithèque et non pas à l'*Homo erectus*, prédécesseur de l'*Homo sapiens* actuel. Enfin, elle remet en question les données recueillies au cours de fouilles récentes sur l'évolution de l'intelligence humaine.

En effet, si l'usage d'outils (grattoirs et hachoirs en silex taillé) indique un certain "déverrouillage" de la matière grise, la capacité d'allumer du feu est le signe d'une activité intellectuelle nettement supérieure. Cela est en effet confirmé par toutes les données fournies par l'éthologie. Le chimpanzé, qui du point de vue intellectuel est le primate le plus proche de l'homme, sait se servir d'outils ; il peut utiliser une gaule pour décrocher les fruits des branches ; il sait également mettre bout à bout des fragments de canne à pêche pour effectuer la même opération. Mais on ne l'a jamais vu frapper des silex pour en extraire des étincelles. Mieux: en présence d'un butagaz allumé et d'une marmite contenant des pièces de viande, le singe n'a pas l'idée de poser l'ustensile sur le feu pour obtenir la cuisson.

Allumer du feu avec des moyens primitifs est une opération extrêmement complexe. Il faut attaquer le silex selon un certain angle, trouver des poussières susceptibles de s'enflammer, enfin communiquer les flammèches à des brindilles puis à des morceaux de bois toujours plus gros. Précisons que le feu peut être aussi obtenu en frottant un morceau de pyrite de fer contre un silex ou en frottant deux morceaux de bois l'un contre l'autre. Actuellement, en France, seuls quelques spécialistes sont aptes à refaire les gestes de nos ancêtres.

Les plus vieux foyers découverts sont ceux de Chowkowtien, en Chine, de Terra Amata, près de Nice, de Vertesszöllös, en Hongrie et de Terra-in-Pietra, en Italie. Ils sont tous âgés d'au moins 400 000 ans et tous attribués à l'*Homo erectus*. Mais seuls les ossements trouvés à Chesowanja sont ceux d'australopithèques, c'est-à-dire d'individus à un stade antérieur à celui de l'homme. Placés aux origines de la lignée humaine, ces individus étaient quadrupèdes mais il pouvaient quand même se tenir debout. Enfin ils avaient un cerveau extrêmement petit, pas plus gros qu'un pamplemousse (400 cm^3, contre 1 400 cm^3 chez l'homme actuel).

Il n'y avait aucune preuve que ces individus fussent capables de la moindre activité intellectuelle. Bien qu'ils vécussent dans une savane hostile, peuplée d'éléphants, de lions, d'antilopes, d'hippopotames et de crocodiles, on pensait qu'ils n'avaient pas encore trouvé le moyen de se défendre. On croyait qu'ils se nourrissaient essentiellement de baies, de fruits, de petits rongeurs, de lézards, de grenouilles, de crabes et de poissons. Enfin, on avait acquis la conviction qu'ils ne savaient pas parler.

Les fouilles de Chesowanja modifient ces données : les australopithèques connaissaient donc le feu et la poterie, ainsi que les outils, mais ils savaient aussi se défendre contre les bêtes sauvages qu'ils rencontraient dans la savane comme l'attestent les ossements trouvés dans le site. Or, un tel type de chasse suppose une organisation, donc un langage de transmission, et la construction de pièges et de fosses. Donc pour l'époque, ils étaient "en avance".

Les bases semblent solides : en utilisant plusieurs méthodes de datation, les chercheurs ont établi l'âge du site avec certitude : 1,4 million d'années. Ils ont ensuite acquis la certitude que le feu ne provenait pas d'incendies naturels allumés par la foudre, par des éruptions volcaniques ou par la chaleur du soleil. La preuve en a été apportée par la découverte de silex taillés montrant des traces de frottement et de brûlé indiquant que c'était bien avec ces pierres-là qu'ils avaient allumé le feu.

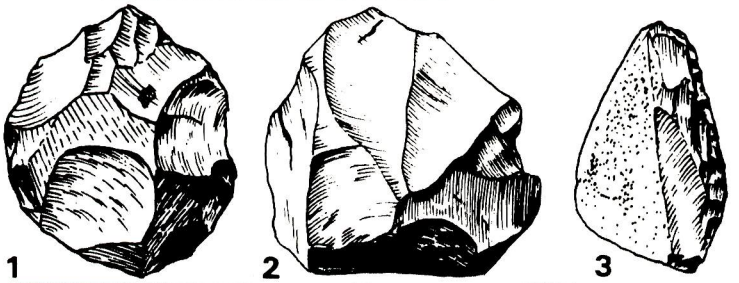
Mais encore : les outils avaient bien été taillés par la main de l'homme et non par érosion ou par hasard. On en a trouvé plus de 1 500. Tous étaient rudimentaires, mais toujours en fonction d'un but bien défini. Les plus gros étaient taillés dans le silex : hachoirs pour couper la viande, racloirs pour détacher la peau des animaux, coups de poing pour casser les os. Les plus petits (lames acérées et coupantes) étaient taillés dans la lave volcanique, ce qui indique une préférence dans le choix des matériaux.

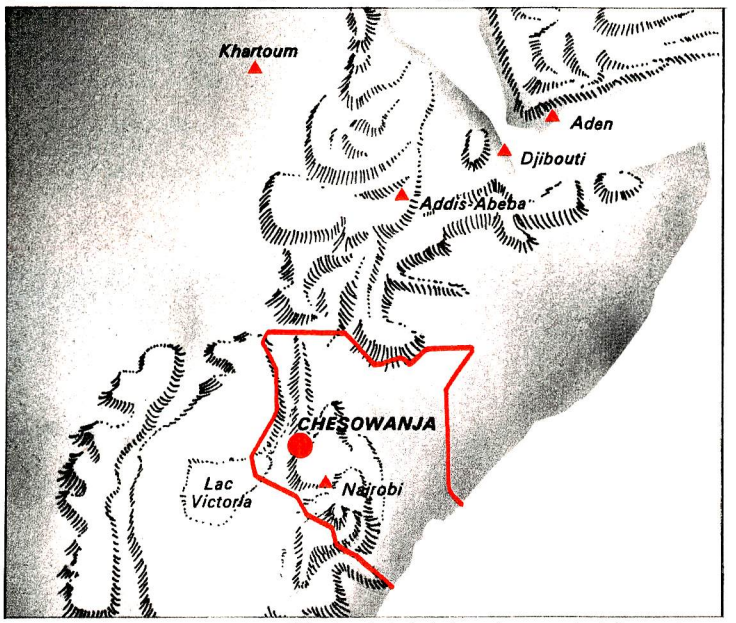
Les poteries ne sont pas moins révélatrices : il a été montré que les quarante pots et marmites trouvés n'avaient pas été seulement tournés puis séchés, mais qu'ils avaient été passés au four selon une technique élaborée. Les chercheurs ont établi que la température de cuisson était de 400 °C, c'est-à-dire

Dessin C. Barrué

(1) L'équipe était composée de J.A.J. Gowlett, université d'Oxford (Angleterre) ; J.W.K. Harris, université de Pittsburgh, Pennsylvanie (États-Unis) ; D. Walton, université McMaster, Hamilton, Ontario (Canada) ; B.A. Wood, Middlesex Hospital School, Londres (Angleterre).

USTENSILES DE CUISINE DES AUSTRALOPITHÈQUES TROUVÉS DANS LE SITE DE CHESOWANJA





*Ce coup de poing en silex **(1)** destiné à briser les os de bêtes chassées, ce grattoir, également en silex **(2)**, pour dépecer les animaux, et ce petit couteau en lave volcanique **(3)** pour couper la viande ont été découverts dans ce site, au Kenya. Parmi les objets mis au jour figurent également des foyers, avec silex frottés et brûlés, bûches consumées, marmites en terre cuite avec des reliefs de repas. L'invention du feu est ainsi de 1 million d'années plus ancienne qu'on ne pensait, et donc, les australopithèques ne sont pas ceux que l'on croyait.*

juste suffisante pour conférer une bonne solidité à la poterie sans la casser. Enfin l'étude des ossements a montré que l'on avait affaire à des australopithèques et non à un genre plus évolué du type *Homo*.

Avant d'aller plus loin, quelques précisions sur l'évolution de la lignée humaine. Il y a 30 millions d'années apparaît le dernier ancêtre commun aux grands singes et à l'homme. C'est le propliopithèque trouvé dans le gisement du Fayoum, en Égypte. Puis à partir du propliopithèque la famille des primates se sépare en deux branches, l'une donnant les hominidés, l'autre les grands singes actuels (chimpanzé, orang-outan, gibbon, gorille).

Le premier hominidé connu est le ramapithèque, un primate de la taille du chimpanzé. Il est apparu il y a 15 millions d'années pour disparaître vers 9 millions d'années. On l'a trouvé dans une dizaine de gisements répartis sur les trois continents de l'ancien monde : Afrique, Europe, Asie. Les études faites sur ses vestiges font penser qu'il possédait à la fois des caractères simiens et hominidés, ces derniers étant encore plus accentués chez leurs descendants, les australopithèques.

Ceux-ci seraient apparus il y a 5 millions d'années et se seraient éteints il y a 1 million d'années. Le premier apparu est l'*Australopithecus afarensis*. Il était de petite taille (1,25 m pour le mâle, 1 m pour la femelle) et sa denture était presque omnivore avec molaires broyantes et une certaine différenciation des incisives et des canines.

L'australopithèque des Afars engendre ensuite deux lignées. La première qui donne deux groupes qui s'éteindront : *Australopithecus africanus* apparu il y a 3 millions d'années et *Australopithecus robustus* apparu, lui, il y a 1,8 million d'années. La seconde lignée qui engendre l'homme actuel, après les étapes de l'*Homo habilis* et de l'*Homo erectus*.

L'*Homo habilis*, apparu il y a 3,5 à 4 millions d'années, savait un peu tailler les galets et aménager des os en outils. Il semble surtout s'être développé en Afrique de l'Est. Puis il fait place à l'*Homo erectus*, apparu il y a 2 millions d'années environ et dont la trace a été retrouvée en Chine, en France et au Kenya. Il est, lui, plus intelligent mais pas autant que son successeur l'*Homo sapiens*, qui, très tôt, manifeste de réels talents d'artiste.

Les australopithèques de Chesowanja étaient du genre *robustus*, c'est-à-dire qu'ils faisaient partie de dernier maillon des australopithèques, comme l'indique l'étude des crânes. Tous présentent une crête osseuse sagittale caractéristique qui évoque les casques du XIX^e^ siècle.

Chronologiquement, l'australopithèque "robuste", apparu il y a 1,8 million d'années, était contemporain de son cousin germain l'*Homo erectus* apparu, lui, il y a 2 millions d'années, d'où la réserve des anthropologues : l'activité manifestée au site de Chosowanja ne pouvait-elle être l'œuvre d'*Homo erectus* plutôt que d'australopithèques ? Non, car on n'a pas décelé le moindre vestige d'*Homo erectus*. Évidemment on a pu penser que les australopithèques furent les victimes des *Homo erectus*, ces derniers étant partis s'établir ailleurs après le massacre. Mais il semble que cela soit peu probable car les plus récents vestiges d'*Homo erectus* ont été trouvés à plusieurs kilomètres du site de Chesowanja.

L'énigme demeure toutefois car il est difficile de comprendre comment l'australopithèque "robuste", avec une capacité crânienne inférieure d'un quart à celle de l'*Homo erectus* ait pu être si tôt si intelligent...

Pierre ROSSION ■

LES NOBEL DE SCIENCES EN IMAGES

Sauf si l'on est spécialiste, quelques minutes après avoir lu les textes d'explication sur les découvertes qui ont justifié les prix Nobel de médecine, de physique et de chimie 81, on n'en a plus qu'un souvenir assez vague. Il nous a donc paru préférable d'illustrer surtout les découvertes des 5 Américains, 2 Suédois et un Japonais.

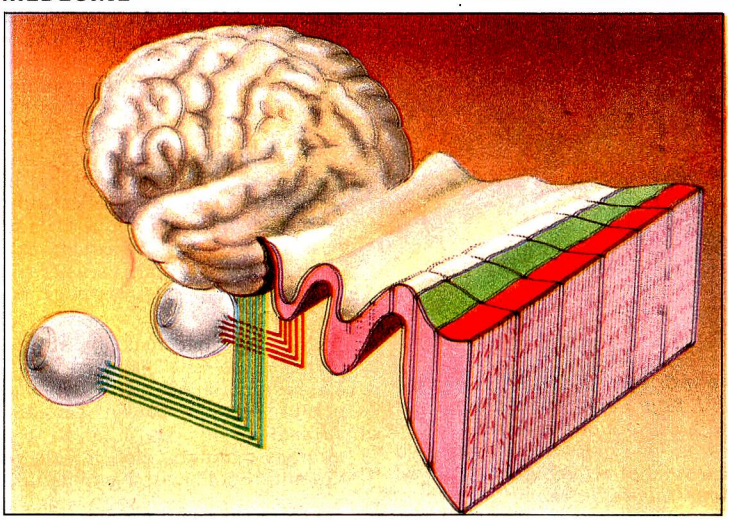
CHIMIE

***Kenishi Fukui** (Japon)*
***et Ronald Hoffmann** (USA) :*
le grand débroussaillage de la chimie quantique.

Une molécule est un système plus ou moins complexe d'atomes liés par des électrons. Une réaction chimique consiste à détruire certaines de ces liaisons pour les remplacer par d'autres et créer ainsi d'autres molécules. C'est pourquoi, lorsqu'apparut la mécanique quantique, dont les équations décrivaient tous les états possibles des électrons, on crut d'abord que la chimie se réduirait à un exercice de mathématiques appliquées.

Il fallut vite déchanter : les calculs étaient inextricables, les équations souvent insolubles et les chimistes... perplexes !

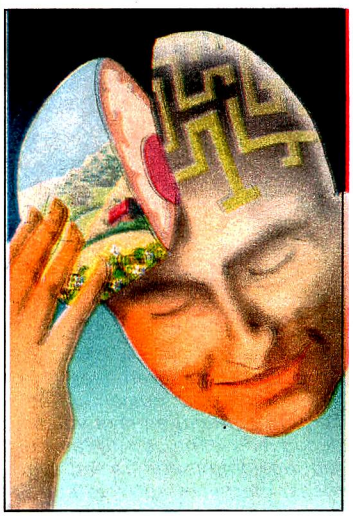
MÉDECINE



***David Hubel** (USA) **et Torsten Wiesel** (Suède) :*
le cerveau de la vision millimètre carré par millimètre carré.

Le cortex, depuis leurs travaux, n'est plus tout à fait cette jungle de neurones dans laquelle on se risquait tout juste à distinguer de grandes régions spécialisées dans la parole, le mouvement, la vision, etc. En étudiant systématiquement les réponses de chaque cellule de l'aire visuelle à des signaux lumineux appropriés, Hubel et Wiesel ont pu reconstituer très précisément l'organisation de cette région du cortex.

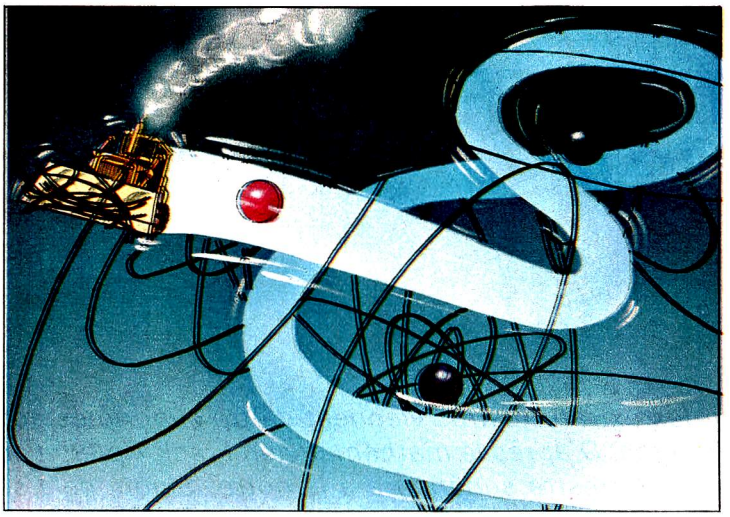
Les cellules y sont rangées en "feuillets" regroupant des fibres qui répondent toutes à une même orientation (représentés ici par des traits roses verticaux, horizontaux ou inclinés), et en colonnes de dominance oculaire, à l'intérieur desquelles toutes les fibres répondent davantage à l'œil droit (en rouge) ou à l'œil gauche (en vert). L'ensemble du cortex visuel est constitué d'îlots identiques, de 1 mm² sur 2 mm d'épaisseur, regroupant chacun un ensemble de cellules répondant à toutes les orientations possibles et de cellules à dominance alternativement droite et gauche. Chaque îlot constitue donc une unité complète, et assure le traitement d'une petite région du champ visuel.



***Roger Sperry** (USA) :*
l'autre moitié de nous-mêmes.

L'hémisphère cérébral gauche, supérieur au droit ? On le croyait il y a 20 ans. En étudiant des sujets dont le cerveau était "fendu en deux" (voir *S. & V.*, n° 765, p. 66), Sperry a montré qu'il n'y avait pas d'hémisphère dominant. Les deux moitiés de nous-mêmes jouent des rôles également importants, bien que différents, et souvent complémentaires. Nous parlons, raisonnons, calculons avec le cerveau gauche ; mais c'est avec le droit que nous percevons l'espace et les formes, que nous écoutons de la musique, que nous exerçons notre pensée intuitive.

Dessins Cl. Barrue



Dans les années 50 et 60, Fukui et Hoffmann allaient débroussailler le terrain. Le premier introduisit une méthode d'approximation revenant à ne considérer que les couches d'électrons les plus externes des atomes, ce qui simplifiait considérablement les calculs. Puis Hoffmann, en collaboration avec un autre Américain, Woodward (Nobel de chimie 1965), reprit les idées de Fukui pour mettre au point un ensemble de règles simples gouvernant les réactions chimiques.

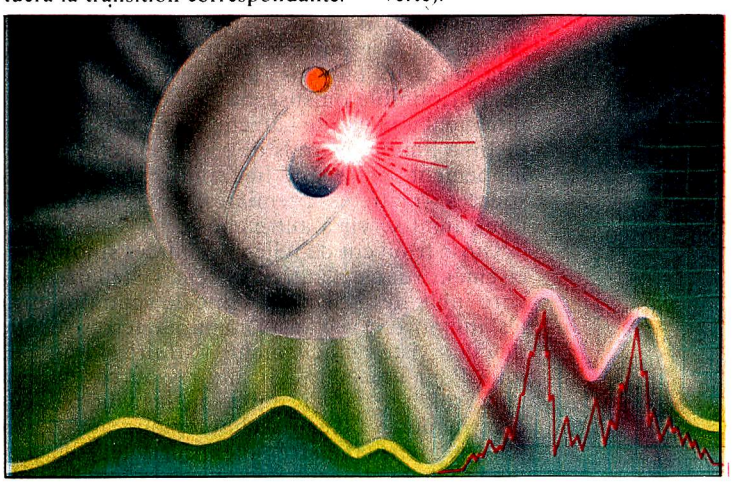
Ces règles, aujourd'hui enseignées dans toutes les universités, permirent d'expliquer certaines réactions dont les méthodes classiques étaient incapables de rendre compte. Un Nobel au carrefour de la théorie et de l'expérience.

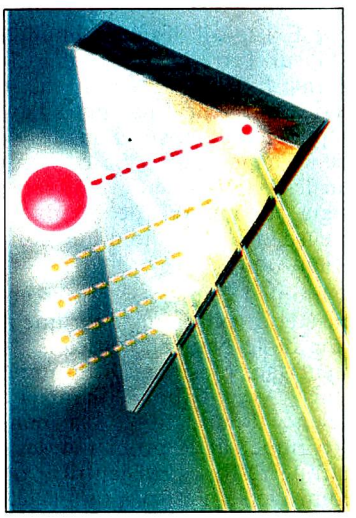
PHYSIQUE

Arthur Schawlaw (USA) et Nicholas Bloembergen (USA) : lasers réglables pour scruter les spectres.

Les électrons d'un atome sont répartis sur une échelle de niveaux d'énergie qui définit le spectre de l'atome. Connaître ce spectre, c'est connaître l'atome. Le laser est ici un outil privilégié, car il fournit une lumière de longueur d'onde, et donc d'énergie, très précisément définie. En faisant varier continûment cette longueur d'onde, on peut ajuster l'énergie des photons de manière qu'elle corresponde exactement à la transition entre deux niveaux d'énergie.

Dans ce cas, chaque fois qu'un atome de la substance étudiée rencontrera un photon, il l'absorbera tandis qu'un de ses électrons effectuera la transition correspondante. On observera donc une forte absorption de la lumière pour chaque longueur d'onde correspondant à une transition entre deux niveaux d'énergie, et il sera ainsi possible de déterminer tous les états d'énergie de l'atome : c'est la spectroscopie par laser. Schawlaw (qui a également participé à l'invention du laser lui-même) et Bloembergen ont développé cette spectroscopie, l'ont perfectionnée grâce à des méthodes qui ont permis d'éliminer certains effets gênants. Ils ont ainsi pu obtenir des spectres atomiques (en rouge), d'une précision inégalée par les méthodes antérieures (courbe verte).





Kai Siegbahn (Suède) : rayons X et électrons pour radiographier la rouille.

Bombardez un solide de rayons X : il en sortira des électrons, émis par les atomes de la surface — sur une épaisseur de moins de 5 nanomètres — excités par le rayonnement. L'énergie de ces électrons dépend des liaisons chimiques dans lesquelles est engagé l'atome émetteur. Siegbahn a conçu un appareil si précis qu'il détecte les différences d'énergie induites par la fixation de molécules étrangères à la surface (absorption). L'appareil peut donc servir à étudier les phénomènes de catalyse et de corrosion, comme l'oxydation d'une poutre métallique.

Michel de PRACONTAL ■

LES EXTRATERRESTRES, C'EST NOUS !

Les crédits de recherche sur les extraterrestres viennent d'être supprimés aux États-Unis par le président Reagan. D'après le mathématicien Frank Tipler, il ne peut exister de civilisation extraterrestre supérieure à la nôtre. Sinon, cela se saurait : leurs robots "autoreproducteurs" auraient déjà envahi la Galaxie, et même l'Univers.

● Existe-t-il des êtres intelligents ailleurs que sur Terre ? Non, répond le mathématicien Frank J. Tipler. En tout cas, pas dans la Galaxie : car leurs machines l'auraient colonisée depuis longtemps et nous les verrions dans notre système solaire. Sa démonstration se fonde sur les rythmes de développement de la technologie et la durée de l'Univers. Elle est ingénieuse, mais est loin de convaincre tous les scientifiques.

Frank J. Tipler est professeur de mathématiques et de physique théorique à l'université Tulane de la Nouvelle-Orléans. Il enseigne également dans plusieurs autres universités des États-Unis. Avec l'appui financier de la National Science Foundation, il a mené une recherche théorique sur le problème des êtres intelligents extraterrestres. Existent-ils, oui ou non ? La controverse n'est pas nouvelle. Elle se poursuit depuis l'Antiquité. Démocrite disait oui, Aristote non. Aujourd'hui, même les scientifiques se divisent en deux partis, avec bien sûr le marais des "peut-être", inclinant plus ou moins d'un côté ou de l'autre, et les "nous ne savons pas" des modestes et des prudents.

Publié récemment dans la revue trimestrielle de la Société royale astronomique de Grande-Bretagne (1), le travail de Tipler ne s'embarrasse pas de nuances. Le titre tombe comme un couperet de guillotine : « Les êtres intelligents extraterrestres n'existent pas ». La preuve : s'il s'en trouvait quelque part, ils se seraient manifestés depuis longtemps en envoyant leurs vaisseaux spatiaux coloniser le système solaire. Or nous ne rencontrons rien de tel. C'est donc qu'il n'y a pas d'intelligences extraterrestres. C.Q.F.D. Ainsi résumé, l'argument n'apparaît pas non plus très neuf. Enrico Fermi, et d'autres, l'avaient suggéré. Mais Tipler lui donne un contenu plus riche, fondé sur des considérations en partie originales et un raisonnement mathématique.

Si une espèce intelligente vit quelque part et si elle a disposé d'un temps suffisant, elle a acquis nécessairement un niveau technologique au moins égal au nôtre, par exemple dans la construction des fusées et en informatique. C'est bien parce qu'ils estiment que toute civilisation avancée doit avoir maîtrisé les communications radio que les radioastronomes du programme SETI guettent depuis des années les messages qui pourraient nous parvenir de l'espace. Comment procéderait une espèce intelligente parvenue à un niveau technologique — supérieur au nôtre, mais pas tellement — lui permettant d'entreprendre l'exploration (ou la colonisation) d'autres systèmes stellaires ? Elle chercherait à réduire le coût de l'entreprise, et cela par deux moyens : utiliser une technologie déjà disponible ou susceptible de le devenir rapidement à partir de la technologie existante, de façon à limiter les frais de recherche et de développement ; en second lieu, puiser dans des ressources (matières premières, énergie) qui ne pourraient servir à autre chose.

Où se trouvent de telles ressources sinon, précisément, dans d'autres systèmes stellaires encore inhabités ? Seul un véhicule spatial pourra les atteindre. Avec l'astronautique terrestre telle qu'elle existe actuellement, l'affaire n'irait pas loin. Pour nous en tenir aux ressources du système solaire, par exemple, on ne voit pas encore, à notre niveau technologique actuel, un tanker interplanétaire aller chercher du méthane dans l'atmosphère de Jupiter, ou quelque

(1) *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 21 et 22.

minerai précieux sur une autre planète, pour nous les rapporter. Et s'il s'agit d'atteindre un autre système stellaire, même proche, cela devient tout à fait impensable, du moins... encore impensable. Car il suffirait d'une certaine avancée de la technologie des ordinateurs pour que le problème change complètement de nature. Imaginons une machine constructrice universelle, capable de fabriquer n'importe quel dispositif, pourvu qu'on lui fournisse le programme de fabrication et les matières premières nécessaires. Capable, en particulier, de fabriquer des copies d'elle-même. Le mathématicien von Neumann a démontré qu'une telle machine auto-reproductrice était théoriquement possible. Tipler estime que d'ici un siècle, notre technologie terrestre pourrait être à même de développer ce projet. Il remarque, en passant, que l'être humain lui-même n'est rien d'autre qu'une machine de ce genre, spécialisée pour fonctionner à la surface de la planète Terre.

Mais revenons à la conquête du cosmos par nos hypothétiques extraterrestres. Toute espèce intelligente lancée dans cette entreprise doit pouvoir atteindre facilement, en technologie des ordinateurs, un niveau lui permettant de fabriquer une machine constructrice universelle à haute capacité (Tipler dit même : à intelligence élevée). La charge utile d'une sonde lancée vers un autre système stellaire serait donc une telle "machine de von Neumann" ; des moteurs lui permettraient de ralentir à l'approche du système stellaire visé et ensuite de se déplacer d'un lieu à un autre à l'intérieur de ce système. La machine serait programmée pour chercher des matériaux lui permettant de fabriquer des copies d'elle-même et de la sonde. Les matériaux ne seraient pas difficiles à trouver parmi les météorites, les astéroïdes, les comètes et autres débris laissés dans l'espace par la formation du système stellaire.

Les duplicata de la sonde originale seraient à leur tour lancés vers les étoiles voisines de la première étoile visitée. A l'intérieur de ces systèmes stellaires se déroulerait le même mécanisme d'autoduplication et de départs vers d'autres étoiles de la Galaxie. Le processus s'étendrait en chaînes, à la manière d'un bouquet de feu d'artifice, jusqu'à ce que tous les systèmes de la Galaxie ait été touchés (voir dessin p. 49). A ce stade, exécutant leur programme, les machines de von Neumann se consacreraient à l'exploration de leurs systèmes stellaires respectifs, et enverraient des informations aux êtres vivants intelligents de la planète originelle. Elles pourraient aussi utiliser les ressources trouvées sur place pour mener des recherches scientifiques qui auraient été trop coûteuses sur la planète mère.

Là ne s'arrêtent pas les possibilités du prodigieux robot. Il pourrait, dans un système stellaire où il aurait trouvé une planète habitable, préparer sa colonisation par l'espèce intelligente qui l'y a envoyé. S'il s'agit d'un système d'étoile double, dépourvu de vraie planète et ne possédant que des astéroïdes, le robot pourrait employer quelques-uns de ceux-ci à construire une station spatiale habitable. Pour implanter leur espèce sur la planète ou la station artificielle, les extraterrestres n'auraient pas besoin d'y aller en personne, avec tous les problèmes que leur poserait un long parcours intersidéral. Toute cellule vivante porte dans ses gènes l'information qui permet le développement d'un organisme entier. La machine de von Neumann contiendrait un programme de synthèse du génome et de reconstitution d'une génération d'extraterrestres qui, devenus adultes, amorceraient l'histoire d'une nouvelle civilisation. A la lumière des récents progrès de notre ingénierie génétique, une telle avancée n'apparaît nullement utopique.

Le problème du voyage intersidéral — difficile à résoudre pour des organismes vivants — aura ainsi été ramené à celui du transport d'une machine de von Neumann jusqu'à un autre système stellaire. Un tel transport serait déjà réalisable avec nos fusées actuelles. Une sonde Voyager peut être accélérée jusqu'à 60 millionièmes de la vitesse de la lumière, qui permet de s'évader du système solaire. En peaufinant des plans de vol appropriés à travers les champs gravitationnels des grosses planètes, on pourrait multiplier cette vitesse par 5, ce qui correspondrait à 90 kilomètres/seconde. Ces calculs tiennent compte, bien entendu, du rapport entre la charge utile de la sonde et sa masse totale au départ, propergol compris, pour un voyage aller sans retour. Dans ces conditions, le voyage intersidéral jusqu'au système stellaire le plus proche prendrait entre dix mille et cent mille ans. Un trajet de cette durée pose des problèmes de maintenance et d'auto-réparation éventuelle ; ils ne semblent pas insolubles eu égard au niveau élevé de la technologie informatique mis en œuvre dans la charge utile de la sonde.

Cependant tout le raisonnement qui précède prend comme référence le niveau technologique actuel de nos fusées à propergol chimique. En cela, estime Tipler, il est encore d'une prudence excessive. Il serait plus rationnel d'admettre qu'une espèce intelligente avancée aura atteint au moins les limites technologiques que nous pouvons déjà prévoir comme à notre portée. Ainsi, le projet américain Orion de fusée à propulsion nucléaire prévoit une vitesse d'évasion du système solaire égale au 1/300e de la vitesse de la lumière. Techniquement réalisable, une telle sonde exigerait une dépense inacceptable pour notre civilisation actuelle. Mais si une civilisation extraterrestre plus avancée que la nôtre a réussi à construire la machine de von Neumann, il lui aura suffi, dans un premier temps, de la lancer vers le système stellaire le plus proche avec une sonde "lente" à propulsion chimique.

Une fois arrivée dans ce système stellaire, la machine peut, avec les matériaux et l'énergie disponibles sur place, fabriquer des sondes rapides à propulsion nucléaire, qui transporteront d'autres machines de von Neumann vers d'autre étoiles, à la vitesse de 1 000 km/s. Tipler envisage même la possibilité de communiquer à des sondes, sur une partie de leur trajet, le 1/10e de la vitesse de la lumière, soit 30 000 km/s. Ce qui, même pour un matériel non vivant, poserait sûrement des problèmes de résistance à l'accélération et à la décélération. Un projet réaliste doit tenir compte de la possibilité qu'une sonde échoue dans sa mission : elle peut dévier de sa route et se perdre dans l'espace, ou être victime en route d'un accident quelconque. En évaluant la probabilité d'un échec à 1 contre 10 000 pour une sonde à "faible" vitesse, il suffit d'en envoyer trois en même temps pour réduire cette probabilité à 1 contre mille milliards. Pratiquement on a une sécurité totale. Toujours réaliste, Tipler évalue ce que coûterait chaque sonde avec nos moyens terrestres actuels : moins de 10 milliards de dollars, soit 30 milliards pour les trois sondes.

L'exploration totale de la Galaxie ne reviendrait pas plus cher que l'ensemble du programme Apollo. C'est vraiment donné ! Il n'y a pas lieu de faire entrer, dans le prix de revient, les sondes rapides fabriquées ultérieurement, puisqu'elles le seraient avec les moyens trouvés sur place dans les autres systèmes stellaires ; ni les frais de recherche et développement de la machine de von Neumann, car ces machines auraient déjà été réalisées pour d'autres usages.

Au niveau actuel de la technologie des fusées, et en admettant que l'autoreproduction d'une sonde demande au plus mille ans, le calcul montre que la Galaxie serait explorée dans sa totalité en 300 millions d'années. Si notre humanité terrestre ne s'est pas encore lancée dans cette grandiose entreprise, ce n'est pas qu'elle ne puisse construire les fusées nécessaires pour le lancement initial. Elle en a déjà le moyen. Mais la machine auto-reproductrice de von Neumann n'en est qu'au stade de la théorie. Quand sera-t-elle réalisée ? Dans un siècle ou dans mille ans. Nous n'en savons rien. Une autre espèce intelligente a-t-elle pu atteindre cet objectif ? Avec cette question cruciale, nous abordons le deuxième volet de la thèse Tipler.

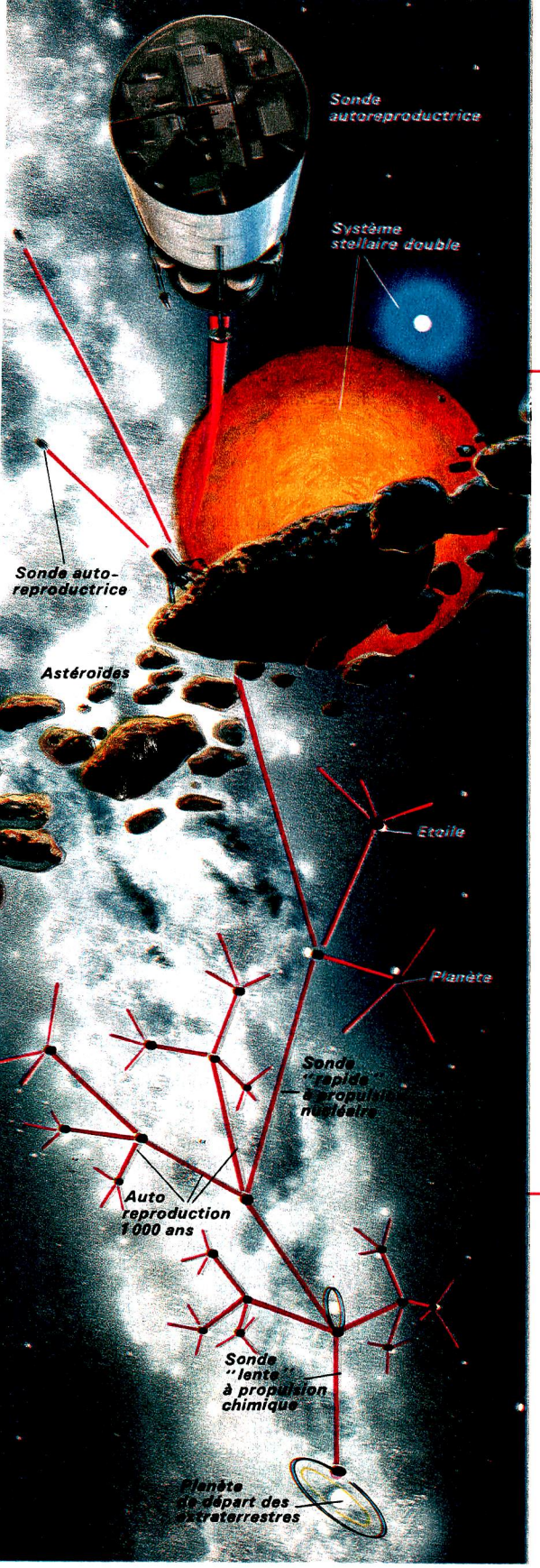
En 1960, F.D. Drake a élaboré une formule pour calculer la probabilité que, dans un système stellaire donné, se soit développée une espèce intelligente cherchant à entrer en communication avec d'autres espèces dans l'Univers. Cette probabilité est égale au produit de plusieurs facteurs : probabilité que le système en question contienne des planètes (nombre, parmi elles, de planètes habitables) ; probabilité que la vie apparaisse et évolue sur l'une d'elles ; probabilité que l'évolution atteigne le stade d'une espèce intelligente ; probabilité que cette espèce entreprenne de communiquer avec d'autres... Tous ces facteurs sont très inférieurs à l'unité. Leur produit est donc très faible : pour un système stellaire donné, la probabilité qu'il abrite une espèce intelligente est vraiment infime. Mais il nous faut considérer l'ensemble des étoiles de la Galaxie, plus précisément l'ensemble de celles dont l'âge a dépassé celui de notre Soleil, soit quelque cinq milliards d'années, puisque c'est le temps qu'il a fallu pour que sur l'une des planètes de son système l'évolution aboutisse à une espèce intelligente, la nôtre (sans fausse modestie), cherchant à communiquer avec d'autres.

Étant donné que notre Univers est vieux de 11 à 18 milliards d'années, Tipler calcule, se servant de la formule de Drake et de quelques autres considérations, le nombre probable, dans la Galaxie, d'espèces intelligentes voulant communiquer. N'entrons pas dans le détail de ces opérations. Ce qui est remarquable, c'est le résultat final. Il est égal à 1. Devinette : quelle est cette espèce unique ? Réponse (trop facile) : la nôtre. Bien sûr, la formule de Drake concerne la recherche de communication, par radio notamment, non le contact direct. Mais on peut admettre qu'une civilisation qui a maîtrisé la technologie des messages radioélectriques n'est plus bien loin de posséder celle des fusées et des ordinateurs. Le temps nécessaire pour la conquête de la Galaxie — 300 millions d'années avec des sondes à propergol chimique, 3 ou 4 millions seulement avec la propulsion nucléaire — n'est pas non plus de nature à changer la conclusion. Nous sommes seuls dans la Galaxie, et peut-être dans tout l'Univers. C'est bien pourquoi nous ne rencontrons dans notre système solaire, ni extraterrestres, ni machines expédiées par eux. Et le fait que nous n'en rencontrons pas est une preuve palpable de notre solitude.

Telle est, en substance, la synthèse théorique de Tipler, qui va raviver un vieux débat. Car déjà, beaucoup s'inscrivent en faux contre les raisonnements du mathématicien de la Nouvelle-Orléans. Ou, tout au moins, les mettent-ils fortement en doute. Parmi ces sceptiques, l'astrophysicien français Évry Schatzman. Selon lui, Tipler ne fait que recourir à des arguments d'ordre astronomique ou mathématique pour tenter de justifier la thèse soutenue par certains biologistes — mais rejetée par d'autres — selon laquelle l'apparition et le développement d'une chimie biologique serait quelque chose de rare et d'improbable. Mais que valent ces arguments ?

« Von Neumann, fait remarquer Schatzman, a examiné un de ces problèmes de limite que les mathématiciens aiment à traiter. Il ne s'agissait aucunement dans son esprit de construire sa machine, au sens physique du terme, c'est-à-dire avec des matériaux, mais seulement d'examiner sa possibilité théorique. Il a effectivement démontré qu'à partir d'un certain nombre d'éléments, une machine peut être capable de construire une autre machine aussi compliquée, voire plus compliquée qu'elle-même. Mais il n'a

Dessin Cl. Lacroix



pas dit quelle devrait être la dimension de sa machine. Notre cerveau contient déjà plus de 10^{10} (dix milliards) de neurones. Si la machine de von Neumann devait contenir un nombre d'éléments un milliard de fois plus grand, elle serait tout simplement irréalisable dans la pratique. Il faut se rappeler que le nombre d'atomes, à l'intérieur de l'Univers visible, est de 10^{80}. Or Tipler suppose que la machine de von Neumann, si compliquée qu'elle soit, aura des dimensions humaines... Quant à la formule de Drake, elle fait intervenir des valeurs aussi di-

SI NOUS N'ÉTIONS PAS LES SEULS HABITANTS DE LA GALAXIE...

Pour le mathématicien von Neumann, s'il existait une (ou plusieurs) civilisation extraterrestre plus évoluée que la nôtre, elle aurait déjà colonisé la Galaxie. Cela suppose que la planète de la civilisation en question soit plus âgée que la Terre qui a 4,5 milliards d'années, mais plus jeune que l'Univers (15 milliards d'années) qui la contient. Von Neumann estime que la Galaxie entière (diamètre = 100 000 années-lumière, plus de 100 milliards d'étoiles) pourrait être colonisée en 300 millions d'années à l'aide de "sondes autoreproductrices", un peu comme un virus infecte un organisme. Selon lui, seul ce système de sondes capables de se reproduire elles-mêmes, permet de coloniser la Galaxie en un temps "raisonnable". Bien sûr, la conception des sondes autoreproductrices nécessite la présence d'une civilisation extrêmement avancée. Ces sondes se déplaceraient d'étoiles en étoiles (points blancs sur notre dessin) pour se poser sur les planètes (points noirs). Lorsque les étoiles n'ont pas de planètes comme c'est le cas des systèmes stellaires doubles, les sondes se posent sur des astéroïdes. Une sonde, selon Neumann, pourrait se reproduire en un millier d'années en utilisant les matières premières environnantes. Sur notre dessin, nous avons imaginé une sonde fabriquant trois répliques d'elle-même. Si ce processus peut être utilisé pour reproduire des machines, on pourrait envisager des sondes biologiques synthétisant des cellules pour ensemencer les planètes. Si l'hypothèse de von Neumann est exacte, nous devrions voir dans l'Univers des traces d'une telle colonisation. Or, comme nous ne voyons rien, c'est, estime Tipler, que les civilisations extraterrestres n'existent pas.

verses que la fréquence des planètes habitables, le temps d'apparition d'une civilisation, la durée d'une civilisation. Aucun de ces facteurs ne nous est connu. Il y a là une accumulation d'hypothèses qui mériteraient — elles le seront certainement — d'être analysées dans le détail. »

Bref, selon l'astrophysicien français, le problème de l'existence d'intelligences extraterrestres comporte encore trop de facteurs indéterminés pour que les prises de position, dans un sens ou dans l'autre, n'impliquent pas un certain choix affectif. Et il ne cache pas que le sien est à l'opposé de celui de Tipler. « A mon avis, conclut-il, la recherche d'une civilisation extraterrestre demeure scientifiquement fondée. Je

(suite du texte page 162)

L'EUROPE A ÉTÉ PEUPLÉE PAR LES AFRICAINS

Telle est l'information considérable de l'exposition intitulée "Les premiers habitants de l'Europe", qui se tient actuellement au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris.

● « Il y a plus de 5 millions d'années, en Afrique orientale, au bord des grands lacs qui ponctuent la vallée du Rift, vivaient les premiers australopithèques, hominidés de petite taille qui avaient acquis depuis longtemps la station debout », précise le Pr Henri de Lumley, du Laboratoire de préhistoire au Musée de l'Homme. Leur nom : *Australopithecus afarensis*. Il y a de 2 à 3 millions d'années apparaît dans la même région un autre type d'hominidé, l'*Australopithecus africanus*. Ni l'un ni l'autre ne sont grands : moins de 120 cm de hauteur. Ni très "cérébrés" : leur capacité crânienne est de 450 cm³ (1 400 environ pour nous). Ils se tiennent debout, mais leur démarche n'est pas très humaine ; leur langage existe, mais il est rudimentaire ; ils sont végétariens.

« Il y a 2,5 millions d'années, l'Afrique orientale devient plus aride. Sous la pression du milieu naturel », suppose le Pr de Lumley, « un événement modifie le déroulement de la vie, et c'est l'invention de l'outil, la première et la plus grande découverte de l'histoire de l'humanité ».

L'Europe est encore déserte quand un troisième type d'hominidé apparaît, l'*Homo habilis*. Il n'est pas plus grand que les autres, mais sa démarche bipède est parfaite, son langage est sans doute plus développé et, en tous cas, sa capacité crânienne a sérieusement augmenté, puisqu'elle est passée à 600 ou 700 cm³. C'est lui qui a inventé l'outil, lequel n'est plus un objet prêt, pierre ou bâton, mais qui est un objet manufacturé, un "artefact" comme on dit en langage savant, un objet qui correspond à un concept ou, comme on dirait, préconçu.

C'est déjà un homme que l'*Homo habilis ;* il a le sens de l'espace et de l'exploration : il conquiert rapidement l'ensemble du continent africain. Il n'a pas encore domestiqué le feu, mais il aménage son habitat pour y séjourner plusieurs jours, voire plusieurs semaines. Avec ses outils tranchants, galets sur lesquels une arête coupante a été taillée en enlevant des éclats, pour en faire des haches ou des racloirs, il fait de la boucherie. On a retrouvé les ateliers de ce premier métier, sans doute le plus vieux du monde, où furent dépecés un hippopotame, un éléphant, une antilope. L'hominidé végétarien n'est plus ; l'homme omnivore est né. Omnivore, cela s'entend : il mange de la viande chaque fois qu'il peut, et il en mange beaucoup.

Puis, il y a 1,3 million d'années, l'*Homo habilis* disparaît. Il est remplacé par un successeur qui coexistait déjà depuis 300 000 ans, l'*Homo erectus*, et qui est apparu dans la région est du lac Turkana, au Kenya actuel. Il a grandi : 140 à 160 cm de taille. Et il est encore plus intelligent : 800 cm³ de capacité crânienne, et son crâne a un puissant bourrelet au-dessus des orbites, le "torus orbiculaire" bien connu des anthropologistes.

L'*Homo erectus* occupe à son tour la totalité du territoire africain. Tandis que les *Homo habilis* contemplent encore la mer d'un œil inquiet, l'*Homo erectus* est passé à la conquête des autres terres émergées. Il y a 1,5 million d'années, cet Africain est présent dans les régions tempérées de l'Europe. « C'est de cette période que datent les plus anciens sites où ont été découverts en Europe des outils taillés par l'homme préhistorique : Chilhac, dans le Massif central par exemple. »

Où habite-t-il ? Dans des grottes (Vallonnet, dans les Alpes-Maritimes, Sandalja, en Yougoslavie) ; en plein air, à proximité des berges d'un cours d'eau (hautes terrasses du Roussillon) ou d'un lac (Chilhac, Soleihac). Il n'a pas encore conquis le feu, et il mange donc son gibier cru.

Toujours animé par l'esprit de découverte, il se lance, il y a 700 000 ans, à la conquête de l'Europe du Nord, pendant les phases interglaciaires et chaudes du quaternaire. C'est le premier occupant de l'Angleterre, de la Belgique, de l'Allemagne et de la Tchécoslovaquie. Il commence à perfectionner son outil, puisqu'on trouve des galets bilatéraux et bifaces, c'est-à-dire des outils qui servent des deux côtés.

On retrouve encore de ces outils dans les graviers de la très haute terrasse de la Somme, à Abbeville, mais, fait curieux, on n'en retrouve guère les artisans : tout ce que l'on possède comme vestige de l'*Homo erectus* européen est une mandibule découverte en 1906 près d'Heidelberg. Il y a certes là une énigme. Tout comme on attend encore une explication pour le fait que cet humain, déjà évolué, ne possédait pas le feu alors que l'australopithèque, avec sa démarche simiesque, son cerveau réduit et son système rudimentaire de concepts, l'avait déjà domestiqué (voir article p. 42).

Il n'empêche : on peut reconstituer à grands traits son mode de vie. Il vivait en tribus de chasseurs et, quand il campait, il empierrait le sol pour se protéger de l'humidité, parfois à l'aide de blocs épais (1 m) et de grande taille. Par la découverte de certains ossements d'animaux, on sait comment cet homme dépeçait son gibier ; et l'on sait aussi qu'il recherchait les animaux à fourrure, sans doute pour en équarrir la peau et s'en vêtir. Tous ces renseignements ont été recueillis à Tautavel, en particulier, dans la Caune de l'Arago, Pyrénées orientales. Là, une grotte surmontant la plaine de 80 m et de laquelle une cheminée abrupte donne accès au plateau, a servi de site privilégié il y a 450 000 ans. Là, on chassait le mouflon antique et à l'occasion le chamois. De là, on surveillait aussi les déplacements de troupeaux de chevaux sauvages, particulièrement abondants, de bisons, d'aurochs, de rhinocéros de la prairie et d'éléphants. En forêt, l'Homme de Tautavel chassait le cerf, le prémé-

gacéros, le rhinocéros de Merck et parfois même la panthère. Du point de vue de la faune, le nouvel Européen n'était donc pas trop dépaysé, si toutefois la tradition parlée avait conservé le souvenir de la faune africaine. Enfin, "raconte" le Pr de Lumley, justement fier du travail considérable réalisé dans cette grotte depuis 1967, et dont l'exposition rend compte, ce prénéandertalien qu'était l'*Homo erectus* européen pouvait surprendre dans des grottes l'ours de Deninger, ou bien le lion des cavernes, et il piégeait sans doute le lynx des cavernes, le chat sauvage, le renard polaire archaïque.

Fameux chasseur, dont les traits ne sont guère séduisants, avec son front fuyant et bourrelé, son fort prognathisme, sa mandibule sans menton, ses grosses et longues dents... Mais sa capacité crânienne est passé à 1 150 cm³. On lui a donné un nom : *Homo erectus tautavelensis*.

Et le feu ? Il ne semble l'avoir découvert qu'il y a 400 000 ans. C'est du moins de cette époque que datent les plus anciens foyers retrouvés, tels que ceux de Terra Amata, près de Nice (380 000 ans). Ce qui est particulièrement intéressant, c'est que l'on a aussi pu reconstituer la manière dont les premiers hommes installaient leurs feux : au centre de huttes — qu'ils construisaient donc déjà — et sur un sol dallé de galets ou bien dans un trou creusé dans le sable ; mieux : pour le protéger des vents dominants, ils construisaient autour des murets de pierres.

On devine alors la structure sociale, qui s'organise en partie autour de ce feu : récits d'exploits de chasse, dont partiront peut-être les premières légendes cynégétiques et où se forgeront les chefs et les lieutenants, préparation des chasses du lendemain. Puis création de cellules familiales et tribales, premières différenciations culturelles...

Toujours est-il qu'entre 350 000 et 300 000 ans, les foyers sont partout, à Lunel-Viel, en Languedoc, à Achenheim, en Alsace, à La Roche-Galetan et à Port-Pignet, en Normandie. On retrouve des traces de salles de festin et de festins, tels ces 6 m² de dallage en calcaire trouvé dans une grotte d'Aldène, à Ceseras, en Languedoc méditerranéen : les galets de calcaire sont calibrés, ils se rejoignent presque exactement et, en un endroit, on trouve des fragments d'os, souvent brûlés...

Il y a 300 000 ans, la grande invasion africaine, cette poussée à peine humaine, ce piétinement haletant qui s'est étalé sur des centaines d'années de la savane africaine vers les plaines d'Europe, a abouti à une installation. C'est la période qu'en archéologie-paléontologie on nomme "rissienne", du nom de Riss, le savant qui définit la troisième des grandes glaciations du quaternaire.

L'Asie, les Amériques et l'Océanie aussi ?

Et c'est aussi la période où l'on peut employer pour la première fois le mot de "civilisation". On l'emploiera surtout au pluriel, pour définir les territoires où déjà se différencient des traditions, mais aussi des faciès ; on appellera ces civilisations "acheuléennes", du nom de la ville de Saint-Acheul, dans la Somme, et l'on y distingue des groupes culturels tels que le Clactonien, le Tayacien, l'Evenosien, le Prémoustérien... Les outils se perfectionnent, ils se stéréotypent, les bifaces se font allongés, plus plats et parfaitement symétriques. On en a retrouvé même un atelier (Commont, à Cogny-la-Garenne, dans la somme encore). L'homme pratique déjà un génie rudimentaire, comme lorsqu'il installe des rigoles et consolide les sols sur des contours nettement délimités, sans doute pour pratiquer l'écoulement des eaux, pour se protéger de l'humidité et pour servir de base à des cabanes (La Baume-Bonne dans la vallée du Verdon).

L'homme aussi s'est différencié : ses squelettes ne se ressemblent plus, de Lazaret à Orgnac III et de la Grotte-du-Prince à La Chaise, comme de Fontéchevade à Swanscombe ou à Steinheim. Il commence à avoir le sens du confort et de l'habitat. La cabane construite à l'intérieur de la gorge du Lazaret, à Nice il y a 130 000 ans, mesurait 11 m de long par 3,50 m de large (à peu près un trois pièces contemporain...) ; elle comportait une cloison intérieure. Près des foyers, installés à même le sol de la tente, dans une dépression argileuse, on a aussi retrouvé des lits d'herbes marines, « vraisemblablement recouvertes de peaux », suppose le Pr de Lumley. La mère pouvait veiller ses enfants au chaud, tandis que le père équarissait des peaux dans la chambre à côté. Une aventure se termine presque ; une autre va commencer, qui sera la constitution des premières sociétés sédentaires, de l'agriculture et de l'élevage. Ce sera seulement 120 000 ans plus tard.

Reste maintenant à retracer exactement les itinéraires suivis par les Africains à partir du grand exode de l'*Homo erectus*. A-t-il remonté l'Afrique orientale jusqu'à l'Égypte, pour gagner l'Asie mineure et, de là, diverger à gauche vers l'Europe méridionale et puis septentrionale et, à droite, vers l'Asie, qu'il quittera plus tard pour peupler les Amériques ? C'est le trajet qui, actuellement, semble le moins hypothétique ; nul encore ne s'aventure à supposer que l'*Homo erectus* ait été capable de construire des embarcations, fut-ce pour traverser le détroit de Gibraltar.

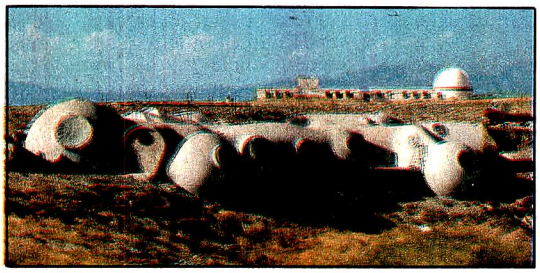
Mais à partir de quel moment cette poussée exploratrice a-t-elle gagné les régions du globe où l'on trouve des types africoïdes inexplicables, tel que le type mélanésien du Pacifique, ou encore le type veddique de Ceylan, ne s'inscrivant dans aucun système anthropologique ? Peut-on imaginer que l'*Homo erectus* africain ait peuplé l'Asie dans la même foulée qu'il a peuplé l'Europe ? Et que, plusieurs dizaines de milliers d'années plus tard son type ethnique se soit conservé suffisamment intact pour qu'on le retrouve mystérieusement en Nouvelle-Guinée, par exemple, ou encore en Australie ?

Il y a seulement une cinquantaine d'années, à l'époque où certains amateurs s'efforçaient d'affirmer une origine celtique définitive et unique à la "race européenne", l'idée d'un peuplement de l'Europe par les Africains eût semblé complètement scandaleuse. On n'avait alors pas beaucoup évolué depuis qu'au XIXe siècle, un "craniologue", disciple de Broca, avait trouvé que les Allemands avaient le crâne "plutôt finnois", donc quasi néandertalien ! Injure suprême que les Allemands, en 1871, crurent réparer en faisant mesurer les crânes de quinze millions d'écoliers, afin d'en prouver les proportions incontestablement aryennes ! Puis Céline annonça catastrophiquement la "négrification de la France", ignorant sans doute que c'est par là que tout avait commencé !

En 1982, le Museum d'histoire naturelle peut organiser une exposition sur l'africanité universelle sans que personne s'avise des retombées culturelles d'une origine unique de l'humanité.

Gerald MESSADIÉ ■

LES ARPENTEURS DE L'UNIVERS



Il y a quelques années, la vieille astronomie de position avait été supplantée par la jeune astrophysique. Autrement dit, on se souciait moins, depuis, de savoir où sont et où vont les astres, que de connaître la matière qui les constitue. Mais la nécessité de calculer au plus précis la trajectoire des sondes spatiales, a fait renaître la science de Galilée et de Kepler : les astronomes du CERGA, à Grasse (photo du laboratoire d'interférométrie ci-dessus), nous entraînent dans leur domaine.

Durant des siècles les astronomes ont été comme les spectateurs d'une course automobile : ils pouvaient seulement suivre le mouvement des bolides (traduisez les astres), repérer les plus rapides d'entre eux, évaluer leur taille et leur distance. Sans plus. Ils pratiquaient de l'astronomie de "position", ou astrométrie. C'est de la sorte que furent découvertes les lois sur le mouvement des planètes et que l'on put établir des éphémérides, qui servaient tout à la fois aux navigateurs et aux astronomes eux-mêmes, établissant ainsi à l'avance les instants des éclipses.

Puis au milieu du siècle dernier est apparue une autre race d'astronomes, disposant de moyens leur permettant d'avoir accès à la nature physique des astres ; il devenait possible de connaître leur composition et leur température, les pressions, les champs magnétiques, les vitesses internes, etc. Le spectateur devenait "mécanicien" : il pouvait voir ce qui se passait sous le capot de la voiture.

Alors que l'astrophysique vient d'entamer son deuxième siècle d'existence, nombreux sont ceux qui pensent que l'astrométrie est morte, qu'elle ne peut plus rien nous apporter, après avoir connu son heure de gloire avec la découverte de Neptune. En 1846 en effet, presque simultanément, le Français Jean-Joseph Le Verrier et l'Anglais John Adams purent calculer la position de cette planète alors inconnue, simplement à partir de l'observation des perturbations qu'elle infligeait à la marche d'Uranus et en se basant sur la loi de Bode qui régit la distribution des distances planétaires. Neptune fut au rendez-vous du calcul, mais l'enthousiasme tomba rapidement. Treize ans plus tard l'Allemand Kirchhoff découvre que les raies qui strient le spectre solaire fourni par un prisme correspondent à des corps chimiques bien déterminés. Les immenses possibilités offertes par l'analyse de la lumière, qui permit en quelque sorte aux astronomes d'aller rendre visite aux astres "à domicile", allait susciter un engouement de plus en plus important.

Aujourd'hui, bien qu'elle soit cependant loin d'avoir complètement disparu car elle était indispensable à bien des égards, l'astrométrie renaît de ses cendres. Il serait en fait plus correct de dire qu'elle connaît une seconde jeunesse. D'abord parce que de nouveaux moyens techniques lui permettent d'accomplir un grand bond en avant dans la connaissance de notre propre planète ou dans l'évaluation des distances stellaires, par exemple, mais aussi parce que l'astrophysique a besoin d'elle. Les milliards d'années-lumière annoncés pour les distances entre les galaxies ou les quasars ne sont qu'une estimation grossière ! Il n'est pas possible, en effet, de connaître directement leur distance, qui est mesurée indirectement, à partir de leur décalage spectral vers le rouge. Mais ce décalage est relatif : il prend pour base le décalage mesuré dans le spectre de galaxies proches dont on a pu déterminer la distance par d'autres méthodes, lesquelles sont elles-mêmes le prolongement de méthodes à plus courtes portées. Le tout se pré-

Photos P. Kohler — NASA.

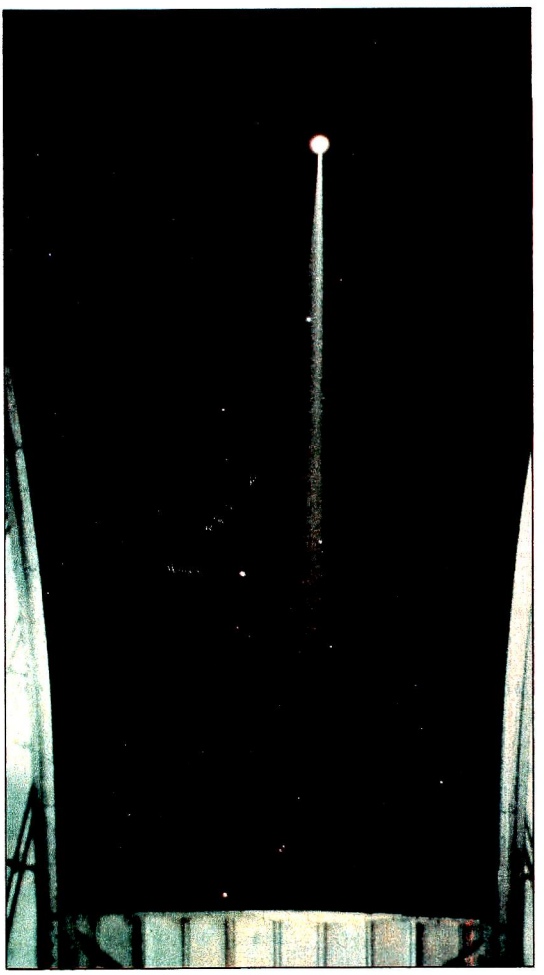
sente un peu comme un château de cartes : si vous touchez à celles du dessous, tout l'édifice s'écroule car il n'existe que par sa base. Or, la base, c'est l'astrométrie qui la fournit. Voilà pourquoi la nouvelle détermination des distances des astres proches par un nouveau cadastre du système solaire et de la Galaxie va permettre de situer plus fidèlement les astres qui se trouvent aux confins de l'Univers observable. Et des surprises ne sont pas exclues...

L'astrophysique s'appuie donc sur l'astronomie de position. L'astronautique également. Jamais le module lunaire d'*Apollo 12* n'aurait pu se poser au mètre près sur le bord du cratère au fond duquel se tenait son objectif (la sonde *Surveyor 3*) si la masse et la distance de la Lune n'avaient pas été auparavant mesurées avec une bonne précision. Jamais non plus la sonde spatiale *Voyager 2*, il y a quelques mois, ne serait passée avec un écart de seulement 50 km au large de Saturne au terme d'un voyage de quelque 2 milliards de kilomètres (ce qui revient à tirer une balle de golf depuis Paris pour l'envoyer dans un trou situé à Athènes) si la position de cette planète dans le système solaire n'avait pas été préalablement bien déterminée.

Il faut aussi, pour bon nombre d'observations, disposer d'une base de temps bien définie (les horloges atomiques ne mesurent que des intervalles de temps, c'est-à-dire des durées), ce qui n'est possible que si l'on connaît parfaitement le mouvement de la Terre, avec ses moindres incartades. Les variations de la durée du jour, d'ailleurs, bien qu'infimes, sont intéressantes aussi bien pour comprendre la structure interne de notre planète que l'évolution du couple Terre-Lune. Elles se manifestent en effet plus ou moins régulièrement autour de la valeur moyenne de 23 h 56 mn 4 s et, par là, traduisent des irrégularités dans la vitesse de rotation de notre planète.

Pour cela, il suffit de noter l'instant précis du passage de certaines étoiles par des hauteurs standard (30°, 45° et 60°) à l'aide d'un astrolabe puis de les comparer sur des périodes de temps suffisamment longues. Certes, ces variations — qui se chiffrent en millième de seconde — sont totalement inappréciables dans la vie de tous les jours, mais elles sont parfaitement détectables avec l'astrolabe. On note ainsi des variations sporadiques liées à l'activité solaire, d'autres dues aux grands séismes, et un effet saisonnier : le jour, a-t-on découvert au CERGA (Centre d'études et de recherches géodynamiques et astronomiques), est plus court en été qu'en hiver, pour l'hémisphère nord. La Terre tourne plus vite à la Saint-Jean qu'à Noël... de 1 milliseconde ! On note aussi une décroissance plus lente (2 millisecondes par siècle), connue depuis assez longtemps, et due au fait que la Lune s'éloigne de la Terre. Notre planète et son satellite forment en effet un couple dynamiquement lié : tout éloignement s'accompagne d'un ralentissement de la rotation et, par conséquent, d'une diminution de la durée du jour. La Lune a donc été plus proche de nous autrefois, et l'étude des coraux fossiles l'a récemment confirmé : au Dévonien, il y a 400 millions d'années, la journée durait 22 heures.

A l'échelle de quelques années cette variation



LA DISTANCE TERRE-LUNE AU CENTIMÈTRE PRÈS

Un faisceau laser, ici émis de l'observatoire de Hawaï par l'équipe du CERGA, est dirigé vers un réflecteur naguère déposé sur la Lune par des sondes spatiales. Une infime partie du faisceau est ensuite réfléchie par ces réflecteurs et récupérée par un détecteur terrestre.

C'est par un effet de perspective que le rayon laser semble être ici visible jusqu'à son impact sur la Lune (tâche lumineuse). Le halo qui entoure le rayon à la sortie de la coupole, est dû à une légère diffusion de la lumière par les particules en suspension dans l'atmosphère. Le calcul du temps mis par le rayon pour aller et revenir donnera la distance exacte (voir dessin page 57).

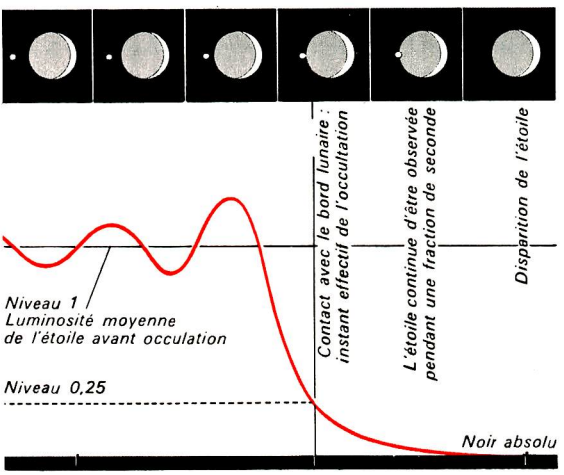
reste toutefois infime, et l'on aura une idée de la précision atteinte en songeant que le ralentissement cumulé depuis l'époque de Galilée ne serait pas encore accessible à un bon chronomètre donnant le centième de seconde ! Plus tangibles sont les variations cycliques provoquées par le mouvement du pôle. La Terre, en effet, ne tourne pas rond, essentiellement parce qu'elle n'est pas une sphère parfaite mais un globe aplati, la différence entre le rayon polaire et le rayon équatorial atteignant 21 km. Il s'ensuit une série de mouvements en toupie qui se superposent, et il est remarquable que les astronomes aient réussi à dénouer l'écheveau en distinguant des périodes de 305, 365 et 435 jours, notamment. Le pôle n'est donc pas fixe ; autrement dit, si l'on imagine que l'axe de rotation de la Terre est une immense tige métallique de 13 000 km de long qui transperce la surface en deux endroits, dans l'Arctique et l'Antarctique, l'on verrait se dessiner dans les glaces, année après année, un cercle d'environ 10 à 15 m de diamètre. Ces cercles annuels ne se superposent d'ailleurs pas, et l'on assiste même depuis quelques années à une diminution progressive du rayon, ce qui donne une sorte de spirale se rapprochant du pôle réel.

Pour suivre ce mouvement, il faut relever avec précision le passage d'une étoile dans l'astrolabe par 60° de haut dans le ciel. Compte tenu de la latitude du lieu d'observation, ce passage doit s'effectuer à un moment bien précis. Or, il y a toujours un certain écart (avance ou retard) par rapport à cet instant "idéal", cet écart de temps étant converti en angle de latitude. Autrement dit, on cherche pour quelle latitude l'étoile serait passée à la hauteur désignée au moment théorique. On obtient ainsi la latitude vraie, instantanée, de l'observatoire ; elle oscille autour de la latitude connue, ce qui traduit bien une oscillation de l'axe de rotation. La méthode est aussi précise (0"3 angulaires) qu'une visée directe de l'étoile polaire entre deux passages au méridien (sa hauteur sur l'horizon indique alors la latitude du lieu) au moyen d'une lunette de grand pouvoir séparateur.

Comme on le voit, c'est en visant les étoiles que l'on peut savoir ce qui se passe sous nos pieds ! Mais l'astrolabe a aussi une autre utilité : en relevant avec précision les coordonnées du Soleil dans le ciel il permet de déterminer les caractéristiques de l'orbite terrestre. L'on pourrait bien entendu penser que le trajet annuel de notre planète autour de l'astre du jour est maintenant bien déterminé, et c'est vrai. Mais s'il est possible de gagner encore une décimale dans l'évaluation de la distance moyenne Terre-Soleil, c'est tout le cadastrage du système solaire qui en bénéficiera, car cette distance est la distance de base en astronomie : l'unité astronomique. La connaître encore plus précisément rejaillira aussi sur l'évaluation des distances stellaires en vertu de l'effet "château de cartes" évoqué plus haut.

Avant de quitter la Terre, il faut évoquer son atmosphère et son écorce, objet aussi de l'attention des astronomes. Pour la première, il s'agit en l'occurrence de dresser des "modèles", qui permettent de connaître à tout moment le profil de celle-ci. L'atmosphère, en effet, n'est pas un milieu stable et homogène dans lequel on rencontre toujours la même densité pour une même altitude. Il s'y manifeste des variations assez im-

L'ÉTOILE APPARAÎT ENCORE ALORS QU'ELLE A DISPARU



On peut déterminer le diamètre apparent d'une étoile en utilisant son occultation par la Lune : la courbe de lumière établie au photomètre, montre que la chute de luminosité n'est pas brutale lorsque la Lune cache l'étoile, mais s'étale sur quelques centièmes de seconde à la suite d'un phénomène de diffraction. L'étoile continue d'être observée de la Terre alors qu'elle est déjà masquée par le disque lunaire. Ce phénomène classique de diffraction par les bords de la surface occultrice est compliqué par les irrégularités du relief lunaire (montagnes, remparts de cratères). De ce fait, il apparaît en théorie que l'instant réel de l'occultation correspond au moment où l'éclat a diminué des trois quarts de sa valeur initiale. Il ne reste alors qu'à déterminer l'écart entre ce moment et celui où la courbe de lumière de l'étoile a commencé à diminuer.

portantes : les unes sont régulières et dues au mouvement de la Terre (effet jour-nuit, effet saisonnier), les autres sont sporadiques et surviennent sans crier gare, en relation avec l'activité solaire. Tout cela se superpose et complique finalement beaucoup les choses. Or la connaissance fine de toutes ces variations de la densité atmosphérique est de la plus haute importance, aussi bien pour la récupération des satellites qui ont à traverser cette atmosphère, que pour la climatologie. Le temps qu'il fait dans la troposphère (partie de l'atmosphère comprise entre le sol et la stratosphère) est en effet fortement lié à

Dessins Cl. Lacroix.

ce qui se passe aux altitudes plus élevées, dans la thermosphère.

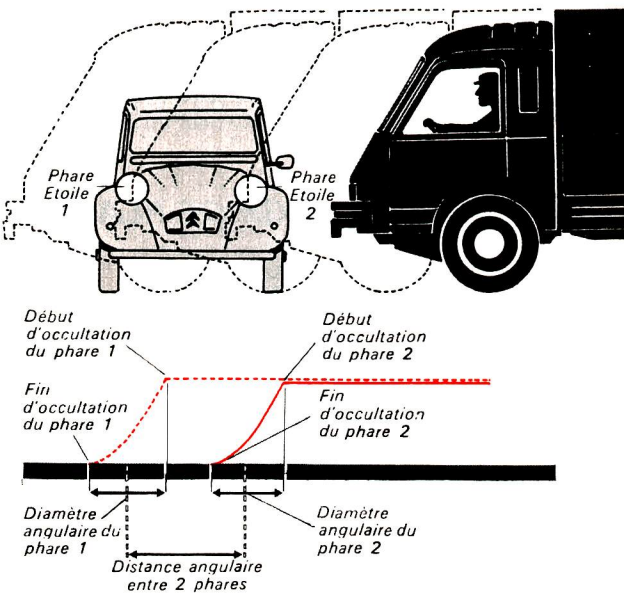
La croûte terrestre est étudiée par l'intermédiaire de satellites géodésiques, notamment *Starlette* (France) et *Lageos* (USA) (pour plus de détails, voir *Science & Vie* n° 710). Une équipe de l'observatoire de Meudon, transférée au CERGA, sur les hauteurs de Grasse, étudie le problème des fluctuations de densité de la haute atmosphère (au-dessus de 150 km d'altitude), en observant tout simplement le freinage subi par les satellites artificiels livrés à eux-mêmes. L'équipe a également eu la responsabilité de dépouiller les mesures effectuées par le satellite français *Pollux* (D5B), à bord duquel était installé un micro-accéléromètre baptisé "Cactus" (voir *Science & Vie* n^{os} 658 et 697) . Il fut alors possible de suivre en temps réel, c'est-à-dire en direct, les moindres accélérations subies par le satellite. Le résultat fut notamment la mise en évidence d'une asymétrie dans le chauffage de l'atmosphère. Il s'est révélé que l'atmosphère était plus chaude, donc plus dilatée,sur le côté ensoleillé que dans la partie ombrée de la Terre, ce qui n'était pas sans exercer un effet de freinage sur les satellites. Sauf dans le cas de *Starlette* et *Lageos*.

Ceux-ci sont en effet constitués d'une sphère d'uranium naturel (peu radioactif) recouverte de cataphotes pour réfléchir les faisceaux laser ; leur densité est telle (18,7) qu'ils sont pratiquement insensibles, eux, au freinage atmosphérique en raison de leur grande inertie. Ils peuvent donc servir de balises géodésiques afin de mettre en évidence aussi bien le mouvement de dérive des continents, que les déplacements du pôle ou les marées de l'écorce terrestre. Les marées liquides des océans sont bien connues, mais il existe aussi, pense-t-on, des marées solides également provoquées par l'attraction combinée de la Lune et du Soleil, car l'écorce terrestre prise dans son ensemble n'est pas aussi rigide qu'on pourrait le croire. Ce soulèvement est sans doute compris entre 30 et 40 centimètres, et les spécialistes du CERGA s'apprêtent à le mesurer à partir de nombreux tirs au laser sur ces satellites géodésiques, le temps écoulé entre l'émission du faisceau et sa réception permettant de calculer la distance du satellite à 15 cm près, connaissant la vitesse de la lumière. L'orbite du satellite étant stable et parfaitement déterminée, tout écart à la théorie correspondra à un phénomène géophysique.

Les lasers affectés aux tirs sur la Lune permettent aux astronomes d'étudier notre satellite naturel. A sa surface sont disposés actuellement cinq réflecteurs munis de cataphotes spéciaux : trois ont été déposés lors des missions *Apollo* (11, 14 et 15), deux autres se trouvent fixés sur les *Lunokhod* 1 et 2, véhicules télécommandés soviétiques déposés par les sondes *Luna* 17 et 21. Trois observatoires seulement au monde effectuent des tirs sur ces réflecteurs : celui de McDonald à Austin (Texas) qui obtint les tout premiers échos quelques semaines après le départ des astronautes d'*Apollo* 11 ; celui de Crimée, en URSS ; et celui du CERGA, des expériences préliminaires ayant en outre été effectuées au Pic du Midi. Le but est de mieux connaître les multiples mouvements parasites dont la Lune est affectée, et surtout de suivre son éloignement, qui est de 3 à 4 cm par an. C'est cet éloignement qui entraîne un ralentissement de la rotation terrestre déjà évoquée de 2 millisecondes par siècle.

Le problème, c'est qu'une infime fraction des photons émis par le laser revient dans le détecteur associé à celui-ci. Comme on le sait, le pinceau d'un laser ne diverge que très peu (il a la forme d'un cylindre de faible diamètre), mais ce fil de lumière finit quand même par s'élargir de façon appréciable sur la distance Terre-Lune (384 000 km en moyenne). C'est ainsi que sur le sol lunaire la tache mesure tout de même 3 kilomètres de diamètre ! Or les cataphotes ont seulement la surface d'un grand livre, si bien qu'il y

MESURER LA DISTANCE ENTRE DEUX ÉTOILES



La technique montrée ici permet de déterminer l'écartement entre un système binaire serré ; elle utilise le même phénomène que celui exposé dans le précédent dessin, c'est-à-dire l'occultation des étoiles par la Lune. Tout se passe comme lorsqu'une camionnette (la Lune) croise une voiture aux phares allumés (les étoiles). L'intervalle entre l'extinction du phare n° 1 et du phare n° 2 permet de déterminer leur écartement (équivalent à la séparation angulaire entre 2 étoiles très proches). La durée d'extinction de l'éclat de l'un ou l'autre phare, permet de mesurer leur diamètre angulaire.

a un "déchet" considérable. Il faut donc des dispositifs de réception d'une sensibilité extrême pour enregistrer les quelques photons de retour. On ne fait donc pas mouche à tous les coups. Par ailleurs, au CERGA par exemple, on ne dispose que de 5 nuits utilisables par mois, compte tenu de trois contraintes : le temps (il doit évidemment être dégagé), l'éclairage (le réflecteur doit se trouver dans la nuit lunaire), et la phase de la Lune (la partie éclairée, ou "terminateur", ne doit pas se trouver trop loin du réflecteur afin que sa localisation soit possible par "rattachement" avec des cratères de coordonnées connues). L'étude du mouvement de la Lune par laser sera donc une œuvre de longue haleine.

La Lune, toujours, est également mise à profit pour étudier... les étoiles ! Il s'agit là d'une méthode très originale, qui consiste à utiliser les courbes de lumière produites par un photomètre lorsqu'une étoile se trouve occultée par notre satellite. On parvient ainsi, comme nous le verrons, à déterminer le diamètre réel de quelques étoiles géantes ou à mesurer l'écartement de deux étoiles très "serrées". Au départ, il s'agissait uniquement d'affiner les prévisions d'occultations, en tenant compte des irrégularités du bord lunaire, qui n'est pas lisse, mais garni d'aspérités (montagnes, remparts de cratères). Malheureusement, dans ce type de mesure il existe une "constante personnelle" non négligeable, due au fait que l'observateur ne réagit pas immédiatement à la disparition ou à la réapparition de l'étoile, surtout quand celle-ci émerge du bord éclairé de l'astre.Or, en 2 secondes de temps, la Lune parcourt 1 seconde d'angle ; son diamètre apparent étant de l'ordre de 2000 secondes, l'erreur atteint 1/2000 de ce diamètre, soit 2 km environ. Une mesure à 10 mètres près implique donc une détermination du temps de l'occultation au 1/100 de seconde.

Un double travail s'imposait donc : vérifier et compléter les atlas existants du bord lunaire (ceux de Weimer et de Watts), à qui l'on pouvait reprocher de "raboter" les petits détails, et mettre au point une méthode de mesure impersonnelle des instants d'occultation.

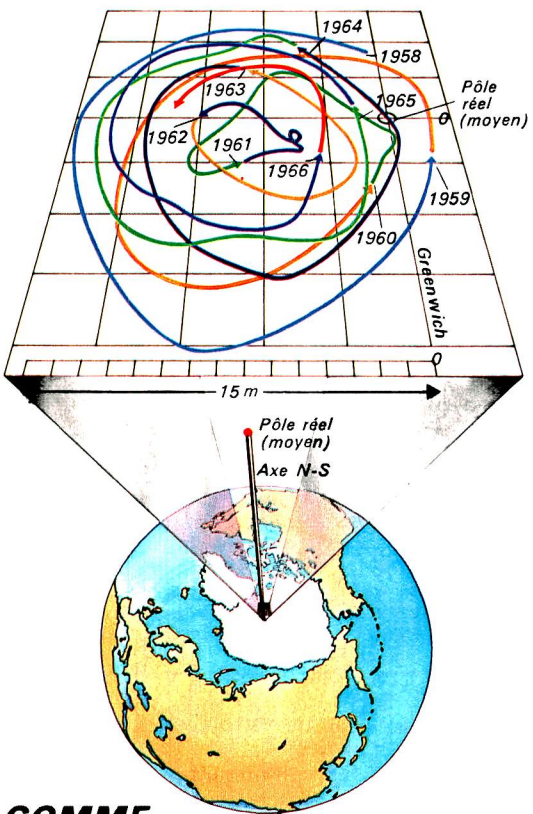
La première tâche est ardue car, du fait de sa vibration en longitude qui se traduit par un balancement alterné de 8° vers l'ouest puis vers l'est, la Lune nous présente toute une succession de "bords" différents.

Quant à la méthode, testée depuis plusieurs années déjà à Nice et à Meudon, elle consiste à dédoubler le faisceau au moyen d'un prisme. L'observateur voit donc deux images du bord de la Lune et de l'étoile qui s'en approche, son travail consistant à déplacer le prisme le long de l'axe optique de la lunette jusqu'à ce que les deux images soient en coïncidence. Au fur et à mesure que l'étoile se rapproche, il faut modifier cette position afin de conserver la coïncidence. L'effet de surprise au moment de la disparition de l'étoile est totalement éliminé, car il suffit de porter sur un graphique la position du prisme par rapport au foyer et en fonction du temps pour déterminer facilement le moment où l'écart est nul ; le résultat est tout à fait impartial.

Cette technique est encore plus appréciable à l'émersion, car bien souvent l'observateur découvre l'étoile plusieurs secondes après sa réapparition, ne sachant pas exactement où elle va apparaître. Même si les mesures débutent tardivement, une "rétropolation" permet de déterminer l'instant exact de son apparition. Avec cette méthode, le 1/10 de seconde est garanti. Ces occultations permettent de déterminer la forme moyenne et les dimensions de notre satellite naturel, les mesures d'altimétrie laser réalisées lors des trois dernières missions Apollo n'ayant concerné que le diamètre délimité par l'orbite. La méthode utilisée au CERGA est d'ailleurs

(suite du texte page 58)

LE PÔLE CHANGE DE PLACE

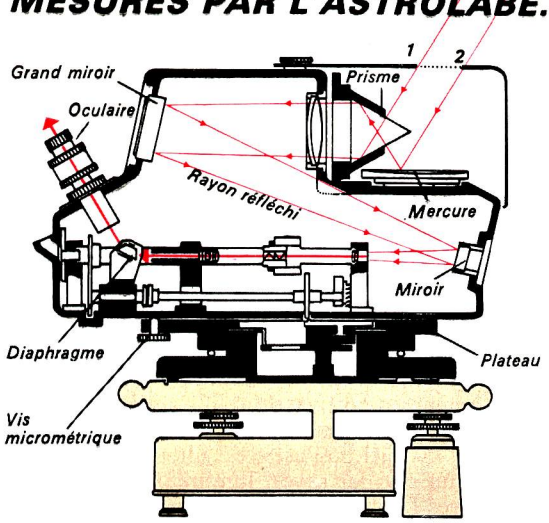


COMME LA POINTE D'UNE TOUPIE

L'axe de rotation de la Terre n'est pas parfaitement stable par rapport aux étoiles : au fil des mois, le pôle décrit un mouvement plus ou moins régulier autour de sa situation moyenne. L'amplitude de ces errances mesurée à l'aide d'un astrolabe est très faible (une quinzaine de m). Cela se traduit par d'infimes variations de la période de rotation terrestre.

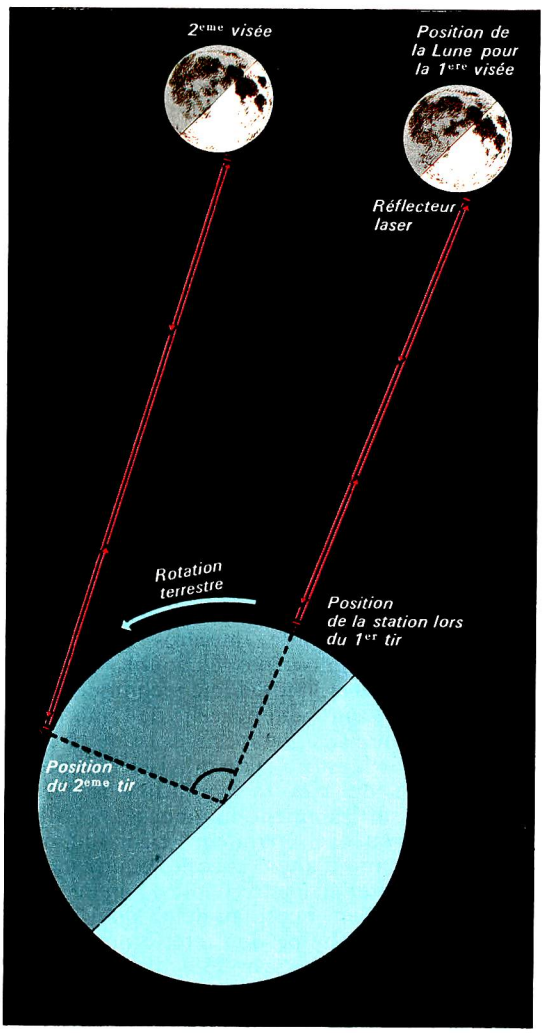
Dessins Cl. Lacroix Photo.

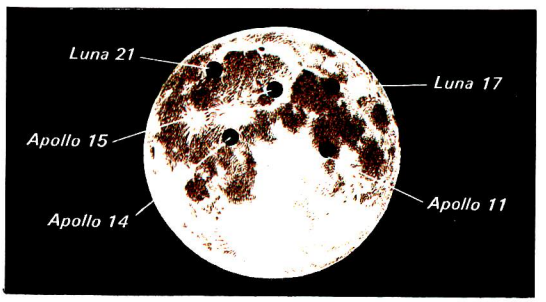
LES CHANGEMENTS DE VITESSE DE ROTATION DE LA TERRE MESURÉS PAR L'ASTROLABE...

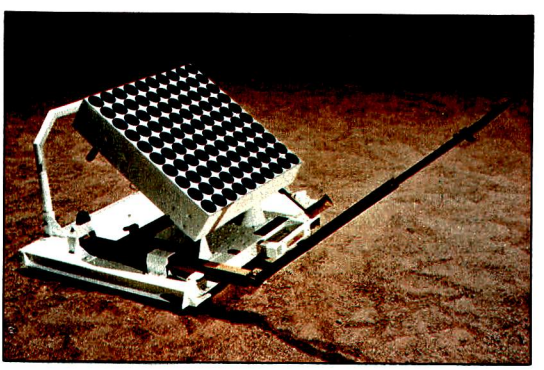


La méthode traditionnelle *pour mesurer les variations de la rotation terrestre consistait à utiliser l'astrolabe impersonnel de Dayan (à bain de mercure), représenté ici en coupe. Cet appareil est utilisé pour relever avec précision l'instant de passage d'un astre : le prisme placé à l'avant de l'objectif est diposé pour recevoir simultanément l'image directe (rayon 1) de l'étoile et son image réfléchie (rayon 2) par le bain de mercure. La coïncidence entre ces deux images se fait au moment précis où la distance zénithale de l'étoile est de 30°. Si la durée de rotation de la Terre était parfaitement constante, une étoile donnée passerait par cette hauteur exactement à la même heure sidérale chaque jour. Si elle y passe avec un peu d'avance, c'est que notre planète a légèrement accéléré son mouvement. Inversement, un retard signifie un ralentissement.*

... ET PRÉCISÉS PAR INTERFEROMÈTRE LASER







La méthode de laser. *Sur les réflecteurs laser déposés sur la Lune (carte ci-dessus) par Apollo (USA) et Luna (URSS), chaque panneau (photo ci-dessus) est constitué d'une centaine de petits coins de quartz à travers lesquels le faisceau lumineux du laser suivra un trajet particulier, qui le conduira à revenir sur Terre exactement par le même chemin. Mais lorsqu'il atteint la Lune, le faisceau laser a 3 km de diamètre : sur les cent milliards de milliards de photons qui le constituent, seule une dizaine retournera sur la Terre. En utilisant deux tirs de laser séparés par un temps correspondant à une fraction de la rotation de la Terre (ci-contre) exactement connue, on pourra mesurer l'accélération ou le ralentissement de cette vitesse de rotation.*

(suite de la page 56)
unique au monde, les trois équipes étrangères travaillant sur ce sujet utilisant une détection par photomètre, qui leur interdit d'utiliser les immersions ou émersions au bord éclairé. Par contre, la détection par photométrie donne des informations sur l'étoile elle-même en utilisant le bord obscur de la Lune comme un cache et en mesurant alors la chute de lumière de l'étoile occultée ; et cela sans disposer pour autant d'un puissant instrument. Dans deux cas la méthode fournit des indications précieuses : celui où l'étoile possède un diamètre apparent important (bien qu'inappréciable directement même dans les plus grandes lunettes), et celui où l'étoile est double, avec un écartement trop faible pour pouvoir être décelé par l'observation visuelle classique.

Deux exemples concrets vont nous permettre d'illustrer la méthode utilisée. Supposons qu'une voiture, phares allumés, soit arrêtée en face de vous la nuit sur une route parfaitement droite. Elle est suffisamment proche pour que vous distinguiez ses deux phares, mais cependant assez éloignée pour que vous ne puissiez pas apprécier leur diamètre. Ce véhicule s'est arrêté pour laisser passer un piéton ; en s'interposant entre le phare et vous il va provoquer l'extinction du point lumineux que vous distinguiez, mais la chute de lumière ne sera pas instantanée car ce phare possède un certain diamètre et se trouve occulté progressivement. Il vous suffit donc de chronométrer le temps écoulé entre le moment où l'intensité lumineuse baisse et l'extinction totale pour en déduire la largeur de ce phare, connaissant bien entendu la vitesse du piéton. Le phare c'est évidemment l'étoile dont on doit mesurer les dimensions, le piéton c'est la Lune. Supposons que notre piéton se déplace à 2,2 km/h (60 cm/s) : une extinction étalée sur ½ seconde implique tout naturellement 30 cm pour le diamètre du phare.

Second exemple : le même véhicule est maintenant très éloigné, si bien que vous ne pouvez plus distinguer les deux phares séparément mais seulement un point lumineux unique. Le piéton qui traverse va d'abord occulter le premier phare et provoquer une baisse d'intensité lumineuse, puis le second ; il suffit donc de chronométrer le temps entre ces deux diminutions pour connaître l'écartement des phares : pour 2,5 secondes d'intervalle, la vitesse étant toujours de 60 cm/s, cela nous donne 1,50 m.

La Lune se déplace sur le ciel de son propre diamètre en une heure, soit 0,5 seconde d'arc par seconde de temps. Si l'on peut mesurer au 1/1 000e de seconde — ce qui est faisable pour les photomètres actuels — la baisse d'intensité lumineuse d'une étoile occultée, on pourra déterminer tout diamètre apparent supérieur à 0,000 5 seconde d'arc : la méthode est donc 5 000 fois plus performante que l'observation visuelle directe, puisque, même dans les plus puissants instruments, la planète Pluton (diamètre apparent de 0,25 seconde d'arc) est tout juste discernable comme un point. Or une étoile géante comme Bételgeuse, dans Orion, présente un diamètre apparent de 0,05 seconde d'arc : elle est 50 fois en deçà des possibilités directes d'observation, mais largement (100 fois) mesurable indirectement par la méthode d'occultation.

Dans la pratique, toutefois, les choses ne sont pas aussi simples. D'abord parce qu'il y a finalement assez peu d'étoiles accessibles à cette méthode, la Lune ne balayant qu'un secteur de 13° de large centré sur l'écliptique : elle ne peut donc jamais occulter Bételgeuse. Il y a ensuite quelques difficultés pour situer l'instant zéro, c'est-à-dire le moment où l'étoile se trouve entièrement masquée par la Lune, en raison de phénomènes de diffraction ; il s'agit en quelque sorte d'éclaboussures de lumière qui se produisent sur le bord de l'astre occulteur au moment où le tout dernier rayon lumineux va disparaître. Après l'instant zéro, pendant quelques millièmes de seconde, il parvient encore un peu de lumière dans le récepteur. Une loi théorique a permis de déterminer que l'étoile est complètement occultée lorsque son éclat est tombé au quart de sa valeur initiale. Il n'y a plus alors qu'à déterminer l'écart de temps entre cet instant et le début de la chute de lumière.

Dans le cas d'une étoile double, il y a superposition des deux courbes de décroissance d'éclat avec un très léger décalage : ce décalage, à raison de 0,5 seconde d'arc par seconde d'intervalle, fournit la séparation angulaire des deux astres. Pour 1/10e de seconde on atteint 0,05 seconde d'arc, ce qui est déjà nettement en decà des possibilités de dédoublement optique. L'orientation de l'orbite de l'étoile-satellite par rapport à l'étoile-mère peut même être déterminée, en effectuant deux observations lors d'occultations consécutives pour lesquelles l'attaque du bord lunaire se fait sous un angle légèrement différent.

Toutes les étoiles visées grâce aux interféromètres

Le même type de mesures (diamètres d'étoiles, écartements d'étoiles doubles serrées) peut être effectué à l'aide d'une technique complètement différente, qui est celle de l'interférométrie optique. Les perspectives sont encore plus vastes car il est possible de viser n'importe quelle étoile du ciel (à condition toutefois qu'elle soit suffisamment lumineuse), et d'atteindre un pouvoir séparateur voisin du millième de seconde d'angle avec les équipements actuels ; un interféromètre à plus longue base permettrait d'aller encore au-delà. Nous avons déjà exposé le principe de l'interférométrie en radio (voir *Science & Vie* n° 765) ; il est le même en optique puisqu'il s'agit d'obtenir l'équivalent d'un miroir géant à partir d'éléments plus pe-

tits, indépendants, écartés d'une certaine distance.

L'image finale est synthétisée sur ordinateur en combinant les images individuelles des différents miroirs. En fait, il ne s'agit pas vraiment d'une image, mais d'un système de franges, c'est-à-dire de lignes alternativement claires et sombres. Ces franges sont d'autant plus resserrées que les télescopes sont plus écartés et résultent de ce que la lumière collectée par chacun des miroirs a suivi un trajet très légèrement différent. L'écart est insignifiant (une fraction de millimètre) à notre échelle, mais important en regard de la longueur d'onde de la lumière, d'où la production de ces franges. C'est un peu ce qui se passe dans une tache d'huile répandue sur une route mouillée : les irisations que l'on aperçoit sont dues à une interférence entre les rayons lumineux réfléchis par la surface de la tache et ceux qui ont suivi un trajet très légèrement plus long en se réfléchissant sur la surface de séparation entre l'huile et l'eau. En faisant varier l'écartement entre les deux télescopes de l'interféromètre on arrive à faire coïncider les franges claires de l'un avec les franges sombres de l'autre, si bien que l'on obtient une plage uniforme. De cet écartement on déduit, par le calcul, le diamètre apparent de l'étoile observée, ou l'écartement des deux composantes si cette étoile est double.

Le petit interféromètre actuellement installé au CERGA, constitué de deux télescopes mobiles de 20 cm posés sur un axe permettant des écartements de 6 à 35 mètres, est plutôt considéré comme un prototype, en attendant l'interféromètre de deuxième génération formé d'un réseau de trois télescopes de 150 cm d'ouverture. Pour une base de quelques centaines de mètres on atteindra des résolutions angulaires de 2/10 000e de seconde ! A titre de comparaison, c'est l'écart qui existe entre deux têtes d'épingle espacées de leur propre diamètre et observées depuis 4 000 km, soit la distance de Paris à Terre-Neuve ! C'est là un projet très ambitieux, dont l'INAG (Institut national d'astronomie et de géophysique) a fait un de ses thèmes majeurs. Si cela marche, les premiers résultats arriveront en 1983 et constitueront une première mondiale. Dans ce cas, la France aura acquis plusieurs années d'avance dans ce domaine.

D'ores et déjà, le petit interféromètre a permis de mesurer le diamètre d'une dizaine d'étoiles géantes pas trop éloignées. Ainsi, Véga, de la constellation de la Lyre, a-t-elle vu son diamètre ramené de 3,2 à 2,9 fois celui du Soleil: il avait été légèrement surestimé par la théorie. Les performances de l'installation actuelle sont de l'ordre de 2/1 000e de seconde d'arc et c'est donc une finesse dix fois supérieure que permettra d'obtenir l'interféromètre définitif. Pour bien apprécier ces chiffres rappelons que l'œil humain a un pouvoir séparateur voisin de 100 secondes d'arc et une lunette d'amateur de 2 à 5 secondes d'arc. La limite, dans un instrument professionnel de forte puissance, se place vers 0,1 seconde d'arc et correspond à un télescope de 1,20 m à 1,50 m d'ouverture. Au-delà, on ne gagne plus rien en raison de la turbulence atmosphérique, qui annule tout gain supérieur qui pourrait être obtenu avec des miroirs de plus grand diamètre. Voilà pourquoi les grands télescopes sont en fait utilisés comme collecteurs de lumière, et non pour leur grand pouvoir séparateur théorique. Le miroir de 6 m de Zelentchuk a en théorie un pouvoir résolvant mille fois supérieur à celui de l'œil nu mais, en pratique, le gain n'est que de 100 fois.

La cartographie du ciel presque terminée

Voilà pourquoi les astronomes ont cherché à inventer une nouvelle génération de télescopes permettant d'aller au-delà des performances déjà atteintes. L'autre défaut des télescopes classiques, c'est qu'ils donnent des images fortement déformées sur les bords qui obligent à se contenter de l'image centrale : le champ du télescope se trouve donc très réduit et ne permet pas de photographier de vastes régions du ciel, pour déceler l'apparition d'astres inattendus (comètes, novae, astéroïdes) ou pour entreprendre une cartographie. La solution fut trouvée en 1930 par l'opticien allemand Bernard Schmidt, qui plaça à l'avant du télescope une lentille correctrice de coupe spéciale, corrigeant ainsi le défaut de sphéricité du miroir principal. Le champ peut alors dépasser 5°, c'est-à-dire une dizaine de fois le diamètre apparent de la Lune.

De nombreux télescopes de Schmidt ont ainsi été construits dans le monde. Le premier grand instrument de ce type, installé au mont Palomar à proximité du télescope géant, mesure 122 cm d'ouverture et a permis la réalisation du *Palomar Sky Survey*, premier grand atlas photographique du ciel. Les Schmidt de l'observatoire austral européen, au Chili, et celui de l'observatoire anglo-australien de Siding Springs, en Australie, ont entrepris quant à eux la cartographie du ciel de l'hémisphère sud qui est en voie d'achèvement. Enfin, celui du CERGA est essentiellement affecté à un programme de recherche et de détermination d'orbites d'astéroïdes. Il existe d'ailleurs un astéroïde baptisé *Cerga*, découvert grâce à ce télescope le 1er novembre 1978 ; il porte le matricule 2256.

Ce panorama de l'astronomie de position ne se veut pas exhaustif, mais simplement désireux de montrer ses attraits. Ainsi, d'une science qui ne s'intéressait strictement qu'à l'étude de la position des astres, est née une recherche plus large, passage vers la géophysique et l'astrophysique, mais ayant aussi sa propre finalité.

Pierre KOHLER ■

TOUT L'ARC-EN-CIEL AVEC UN SEUL LASER

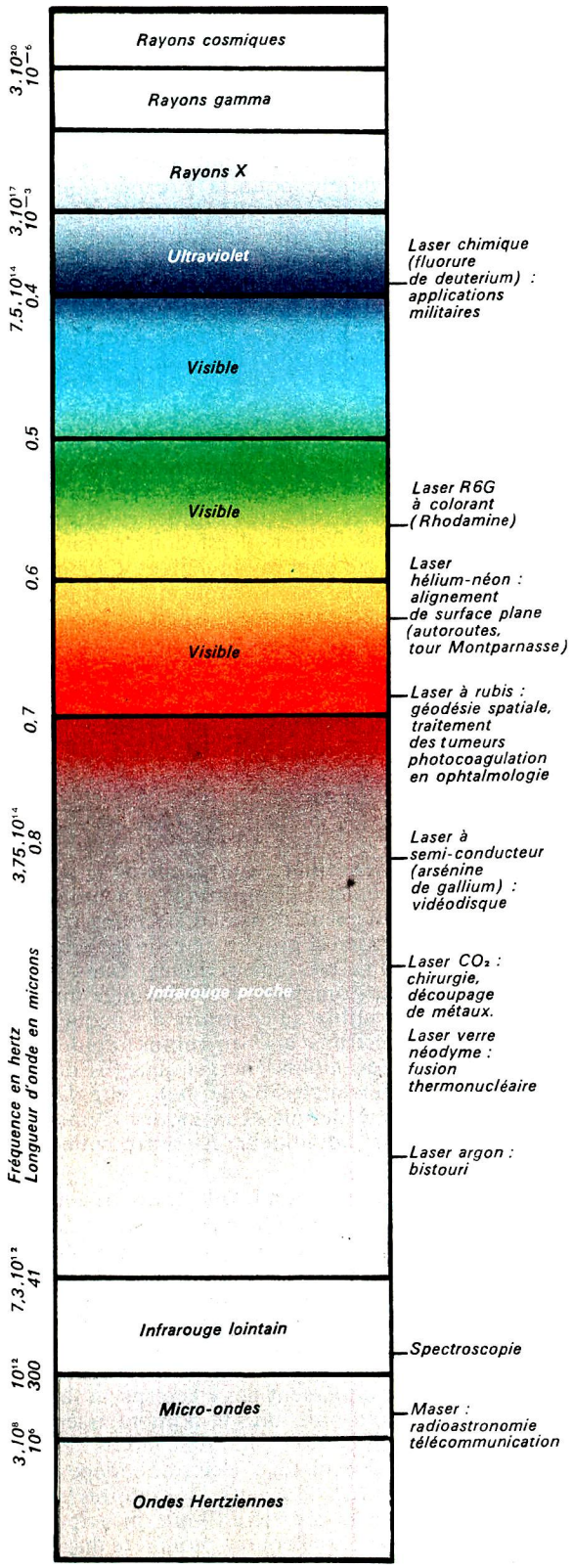
Le laser à électrons libres, bien que loin encore de tenir les promesses de sa théorie, sera très différent de ses prédécesseurs : il les dépassera en puissance, il sera plus économique, et surtout il sera accordable en fréquence.

Les lasers (1) sont pour l'instant comme des peuplades différentes, géographiquement réparties les unes à côté des autres, mais presque incapables de communiquer entre elles, car parlant des dialectes distincts. Lasers ioniques, solides, moléculaires..., tous correspondent à des domaines séparés : des différentes branches de la physique à celles de la chimie, de la chirurgie à l'industrie du bâtiment, chaque laser ayant un domaine d'action bien délimité. A long terme, l'enjeu qui est alors proposé, c'est la création d'un langage commun, une sorte d'"esperanto" : construire un laser susceptible de couvrir tout, du moins une grande partie de ces domaines. Le même appareil émettra dans le rouge ou dans le vert... ; il sera donc possible de régler la couleur de son rayonnement, c'est-à-dire sa fréquence. De plus, il semble beaucoup promettre quant à sa puissance dans les deux grandes catégories de lasers ; c'est-à-dire, d'une part, dans le domaine des lasers impulsionnels qui délivrent des puissances élevées (à intervalles réguliers), d'autre part dans le domaine des lasers continus qui délivrent des puissances moyennes faibles et en particulier, dans ce dernier cas, on espère observer des puissances de 1 kilowatt à 1 000 angströms (ultraviolet). C'est dire que ses domaines d'utilisation seront nombreux, et que sa sortie des laboratoires est attendue avec impatience.

Pour comprendre son mécanisme, il nous faut voyager dans le temps et revenir en 1960. Cette année-là, aux États-Unis, dans une salle obscure des Hughes Research Laboratories, un homme essayait de mettre au point un système capable de délivrer une impulsion lumineuse extrêmement puissante dans un temps très court. Il avait pour cela taillé en forme de cylindre, un cristal de rubis de deux centimètres de long. Les deux bases du cylindre avaient été argentées, l'une complètement, l'autre en partie, pour obtenir un miroir totalement réfléchissant à l'une des extrémités, semi-réfléchissant à l'autre. Ce système devait permettre à la lumière créée dans la cavité constituée par le rubis de faire des allers-retours entre les miroirs et ainsi de s'intensifier ; passé un certain seuil, le semi-miroir ne renverrait plus la lumière et se laisserait traverser. Il espérait alors voir ce que nul n'avait encore observé : un pinceau extrêmement fin de lumière rouge ; pinceau si fin et s'étalant si peu que, d'après ses calculs, au bout de 50 mètres, son diamètre initial de 2 mm ne serait passé qu'à environ 20 mm ; alors qu'avec une lampe de poche de même diamètre et possédant un filament d'un demi-millimètre, le faisceau aurait une largeur de 5 mètres. Il n'avait plus qu'à déclencher la lampe flash entourant le rubis, pour que le processus d'amplification de la lumière commence. Une fraction de seconde plus tard un rayon rouge sortait du cristal ; l'émission stimulée prévue par Albert Einstein en 1917 avait vu le jour. Le chercheur américain T.H. Maiman avait réussi, c'était le premier laser.

Que s'était-il passé ? Les physiciens nous apprennent que la lumière peut être absorbée suivant sa fréquence par certains atomes, plus généralement par les électrons qui entourent le noyau atomique. Cela, nous le constatons tous les jours en différenciant les couleurs : l'herbe nous paraît verte parce que toutes les couleurs du spectre visible sont absorbées, hormis le vert qui est réfléchi. Une vitre est transparente parce qu'il n'y a aucune absorption de lumière visible par les électrons présents dans le verre ordinaire. Les couleurs, la transparence, sont donc des phénomènes qui peuvent s'expliquer par ces mécanismes d'échange d'énergie entre la lumière et les atomes. Dans le rubis, composé

(1) Abréviation de *Light amplified by stimulated emission of radiation.*



Le spectre des radiations électromagnétiques s'étend des rayons cosmiques aux ondes hertziennes ; *à une radiation précise correspond une fréquence précise (inversement proportionnelle à la longueur d'onde). Dans ce spectre a été portée une liste non exhaustive de lasers accompagnée de quelques exemples d'application, en regard de leurs longueurs d'ondes respectives. Deux nouveaux lasers actuellement à l'étude auront un avantage majeur sur ces derniers : leur longueur d'onde réglable permettra à l'un de couvrir les fréquences allant de l'ultraviolet à l'infrarouge, et l'autre de l'infrarouge aux micro-ondes. D'où leur intérêt pour les chercheurs, les industriels, etc.*

pour l'essentiel d'oxyde d'aluminium, il existe une faible quantité d'atomes de chrome ; ce sont eux qui donnent sa couleur rouge au rubis. En effet, leur structure électronique (c'est-à-dire la répartition des électrons autour du noyau) est telle que, recevant la lumière du jour, donc une superposition de toutes les couleurs du rouge au violet, ils absorbent cette lumière et ne réémettent que dans le rouge.

Pour l'effet laser, ce sont ces mêmes atomes qui vont jouer ; en subissant un flash de lumière blanche, le cortège électronique des atomes de chrome, absorbant cette énergie lumineuse, passe sur des orbites plus éloignées : la lumière est considérée comme constituée de particules, petites quantités d'énergie nommées photons. Alors, en d'autres termes, chaque électron absorbe un photon et augmente de ce fait son énergie. Cette augmentation les fait donc passer sur une orbite plus éloignée. Une fois parvenus à ce niveau, ils redescendent tous sur la même orbite intermédiaire en dissipant une partie de l'énergie précédemment gagnée : cette énergie est transmise aux noyaux atomiques qui, de ce fait, vont accentuer leurs vibrations ; comme si la Lune, se rapprochant brusquement de la terre, forçait cette dernière à tourner plus vite et osciller sur elle-même. Puis, de cette orbite intermédiaire, les électrons reviennent enfin sur leur orbite de départ, en émettant un photon, la fréquence de ce photon (sa "couleur") dépendant de la différence d'énergie entre les deux derniers niveaux.

Ce mécanisme de production de photons d'une seule couleur, c'est-à-dire monochromatiques, est nécessaire pour former un laser, mais insuffisant : encore faut-il que ces photons soient nombreux et "cohérents". Nous pouvons comprendre ce dernier terme, du moins l'imaginer en regardant la mer ; il peut y avoir une forte houle, où les creux et les sommets des vagues se succèdent régulièrement, il y a une "bonne" superposition, c'est la cohérence. Mais le plus généralement les vagues se superposent les unes aux autres, venant de directions diffé-

rentes, le sommet de l'un comblant le creux de l'autre ; il en résulte une houle irrégulière et changeante, c'est l'incohérence. Le passage d'un photon près d'un électron situé sur le niveau intemédiaire, invite ce dernier à retomber au niveau fondamental en émettant un autre photon qui sera alors en phase avec le premier : ils sont cohérents, et le phénomène qui en est la cause s'appelle "l'émission stimulée" par opposition à l'émission "spontanée" où un électron revient sans "aide" sur l'orbite de départ.

Par ailleurs, le passage du niveau le plus élevé vers le niveau intermédiaire se fait en 10^{-7} seconde, soit cinq mille fois plus vite que le passage suivant, du niveau intermédiaire vers le niveau de départ. Il y a donc possibilité d'une inversion de population, c'est-à-dire d'obtenir plus d'électrons dans le niveau intermédiaire que dans le niveau fondamental. C'est indispensable car, si un électron peut émettre un photon en revenant à son état de base, il peut tout aussi bien en absorber dans le processus inverse. Pour créer beaucoup de photons, et c'est évidemment ce que l'on recherche pour le laser, il faut par conséquent plus d'émission que d'absorption.

La radiation émise par le laser de Maiman était rouge, liée en cela à la nature des atomes formant le milieu source du faisceau : le rubis. Suivant le cas, on peut ainsi obtenir des lasers verts, bleus, ultraviolets... selon que le flash de départ aura illuminé un cristal plutôt qu'un autre ; par exemple avec de l'alexandrite on obtient une radiation verte. La limitation de ces appareils apparaît clairement : ils sont cantonnés à une fréquence précise. Il aurait évidemment été plus pratique de pouvoir régler son laser à volonté sur une fréquence, comme nous choisissons une émission radiophonique. Des efforts en ce sens avaient d'ailleurs été faits en 1966 avec la construction des lasers à colorants : le milieu source, constitué de grosses molécules organiques, permettait, de par une structure électronique beaucoup plus complexe que celle du rubis, le réglage de la fréquence laser sur environ 500 angströms(2), ce qui correspondait par exemple au passage du bleu au vert. C'était un progrès mais on était encore bien loin de couvrir une vaste plage de fréquences. Si l'on ajoute à cela un rendement (rapport entre énergie électrique fournie et énergie lumineuse produite) assez mauvais, environ 12% pour un bon laser moléculaire (CO_2), on devine l'insatisfaction de certains chercheurs et leur quête d'un laser idéal.

La limitation en fréquence étant due à la nature des atomes de la source, il aurait fallu conserver les électrons qui sont indispensables à l'émission et se débarrasser des atomes... Les électrons auraient alors été libres. On pouvait dans ce cas leur imposer, par un moyen à préciser, une émission de photons à la demande dans n'importe quelle fréquence pour obtenir un laser accordable. Cette idée, qui avait les apparences de la simplicité, recouvrait une théorie complexe, et des expériences qui le sont encore plus.

Le laser à électrons libres avait été prévu en 1947, c'est seulement 30 ans plus tard, à Stanford, qu'il fonctionne pour la première fois. Deux filières avaient été envisagées car, suivant l'énergie et la densité du faisceau d'électrons responsable de l'émission, la production de photons se fait par deux processus différents. L'un conduit à un laser couvrant les fréquences de l'ultraviolet à l'infrarouge, l'autre à un laser couvrant les fréquences de l'infrarouge aux micro-ondes.

Cependant à la base de ces processus existe le même phénomène : lorsqu'un électron est freiné (ou accéléré), il rayonne en émettant un photon. En théorie, à condition d'avoir un appareil fournissant des électrons très rapides et un appareil pouvant les freiner, il est donc possible d'obtenir n'importe quel rayonnement. Ce n'est malheureusement pas aussi simple et il n'est pas envisageable de couvrir tout le spectre, depuis les rayons γ jusqu'aux ondes hertziennes, avec le même laser. Il y aura donc, peut-être, dans quelques années, deux lasers se partageant une grande partie du spectre.

Deux lasers à électrons libres réglables...

Dans la première filière, qui concerne le domaine de l'utraviolet à l'infrarouge, on utilise des paquets faiblement denses d'électrons très rapides (leur vitesse est proche de celle de la lumière), c'est-à-dire très énergétiques. Dans la deuxième filière, domaine de l'infrarouge aux micro-ondes, on utilise au contraire des paquets très denses d'électrons un peu moins rapides, c'est-à-dire un peu moins énergétiques (ils ont entre 10 et 100 fois moins d'énergie). Cette différence de densité définit deux modes d'émission : l'une étant individuelle et l'autre collective.

En effet, les électrons qui sont des particules chargées peuvent interagir entre eux, et ce d'autant plus qu'ils seront proches les uns des autres : deux charges de même signe se repoussent exactement comme deux aimants que l'on cherche à rapprocher. Donc, à forte densité, ils sont proches et interagissent : l'émission de photons découle du freinage du groupe d'électrons, ou plutôt du regroupement des électrons ; à faible densité, ils sont plus loins et n'interagissent pratiquement plus et l'émission des photons est due au freinage de chaque électron indépendamment des autres. Plusieurs laboratoires se sont engagés dans la première filière, principalement à Stanford avec l'équipe pionnière du Pr Madey, à Orsay avec l'équipe franco-améri-

(2) 1 angström = 10^{-10} mètre = 10^{-4} micron.

caine du LURE(3) et à Los Alamos (Nouveau Mexique).

A Orsay, le laser est composé de ces trois parties principales : d'abord, une source d'électrons, en l'occurrence un anneau de stockage (anneau de collision d'Orsay : ACO) ; ensuite un appareil qui va obliger les électrons à rayonner : il est relié à l'anneau, à son entrée comme à sa sortie, cela permet de récupérer et recycler les électrons. Cet appareil s'appelle on onduleur car, comme son nom l'indique, il fait onduler les électrons : c'est un champ magnétique périodique. Il possède son équivalent à l'état naturel car certains physiciens pensent que le rayonnement émis par la nébuleuse du Crabe serait imputable à un "onduleur céleste". Cette nébuleuse située dans la constellation du Taureau serait le résidu de la supernova qui explosa en 1054 (des écrits chinois de l'époque décrivent son apparition). Elle émet un rayonnement optique fortement polarisé qui fait penser que ce rayonnement est modulé par un champ magnétique. On a récemment mis en évidence un rayonnement du type laser CO_2 sur la planète Mars. Alors pourquoi pas un jour un rayonnement variable du type laser à électrons libres dans une quelconque galaxie...

La troisième partie du laser consiste en une cavité avec un miroir à chaque extrémité, et dans laquelle serait placé l'onduleur. Le fonctionnement de l'appareil complet est alors le suivant : les électrons arrivent périodiquement, par paquets, en provenance de l'anneau ; ils pénètrent dans l'onduleur qui les force à serpenter à l'intérieur de la cavité ; ils émettent dès cet instant un rayonnement qui se fait dans une gamme étendue de fréquences ; la position des miroirs va permettre de sélectionner et amplifier une fréquence particulière.

En raison de la vitesse très élevée des électrons, donc par un effet relativiste (diffusion Comptor stimulée), la fréquence émise est plus haute que la fréquence de départ. Il y a donc décalage de fréquence et, par exemple, avec une onde millimétrique on obtient une onde infrarouge.

Grâce à cet appareil, l'équipe du LURE espère ainsi obtenir des oscillations laser et lorsque la construction d'un nouvel anneau de stockage (Super ACO) et d'un nouvel onduleur, plus performant, sera terminée, ils espèrent ainsi obtenir des gains énergétiques très supérieurs à ceux observés jusqu'à maintenant qui étaient de l'ordre de 10^{-3} avec un laser à argon. A Stanford, le même processus est utilisé mais, au lieu d'un anneau de stockage, c'est un accélérateur linéaire (LINAC) qui produit les électrons ; le désavantage est que dans ce cas, les électrons ne sont pas recyclés directement comme dans ACO, il y a donc des pertes d'énergie. De plus, l'utilisation du LINAC nécessite une infrastructure assez lourde, en particulier l'ajustement d'une cavité de 10 m (au micron près) par télécommande, parce que toute l'enceinte du LINAC est soumise à des radiations X et gamma extrêmement dangereuses. Par contre, le gain observé dans l'amplification d'un laser CO_2 était de 7%(après un grand nombre d'oscillations toutefois) et un rayonnement laser de 70 kW a été observé à 3,4 microns.

Dans la deuxième filière, plusieurs projets sont en cours de réalisation, au Naval Research Laboratory, à l'université de Columbia, au MIT, et à l'École polytechnique. Comme nous l'avons dit, le faisceau d'électrons est dans ce cas plus dense et moins rapide (quoique à des vitesses toujours proches de celle de la lumière). De par cette forte densité, les électrons ne peuvent plus être considérés individuellement, mais collectivement. L'appareil qui les produit est cette fois une machine pulsée qui envoie des bouffées très denses d'électrons. Ceux-ci pénètrent alors dans un onduleur qui, à l'École polytechnique, est un champ magnétique hélicoïdal : la trajectoire des électrons sera spiralée comme un tire-bouchon.

... pour couvrir le spectre de l'ultraviolet aux micro-ondes

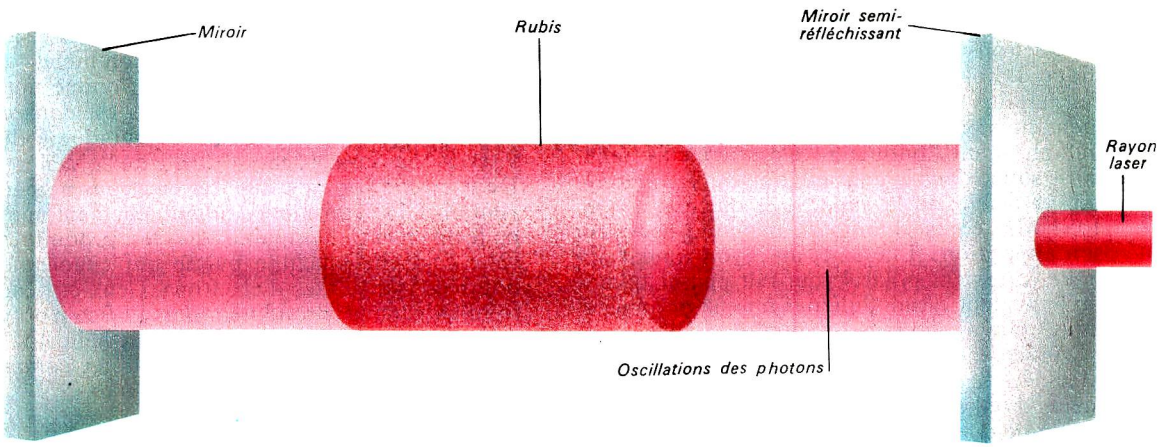
Si nous essayons de nous placer du point de vue de ces électrons c'est, pour eux, tout le dispositif qui se propulse vers eux à une vitesse proche de la lumière. En particulier l'onduleur va leur apparaître non plus comme un champ magnétique, mais comme une onde électromagnétique, c'est-à-dire comme un pseudo jet de photons. Vis-à-vis de cette onde, les électrons vont globalement se comporter comme un semi-miroir : ils vont en partie l'absorber et en partie la réfléchir ; la partie absorbée le sera sous forme d'oscillations dans la densité des électrons : comme un serpent ondulant sur le sol, mais dont en plus le corps gonflerait et dégonflerait alternativement par endroits. Ces oscillations vont renforcer la partie réémise, qui sera le rayonnement laser.

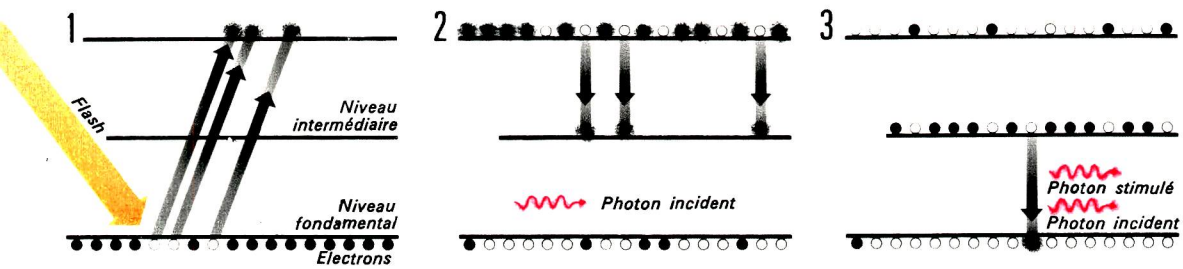
Comme dans le laser du LURE, la fréquence émise sera beaucoup plus élevée, ici en raison de l'effet Doppler : cet effet prend en compte la vitesse de la source émettrice ; il y a un décalage de fréquence dû au déplacement de cette source. Par exemple, le son émis par une voiture lancée à grande vitesse nous paraît plus aigu lorsqu'elle se rapproche et plus grave lorsqu'elle s'éloigne. En faisant varier l'énergie des électrons, la fréquence change et on peut ainsi espérer obtenir un laser accordable de l'infrarouge aux ondes centimétriques ; avant d'en arriver là, il reste beaucoup de problèmes à résoudre ; les rendements obtenus à l'École polytechnique sont de l'ordre de 10^{-3} ce qui (comme pour le cas précédent) est encore loin des rendements

(3) Laboratoire de l'utilisation pour le rayonnement électromagnétique.

COMMENT FONCTIONNENT LES LASERS CLASSIQUES...

Il existe plusieurs types de laser solide mais, à titre d'exemple, nous ne considérerons ici que le laser à rubis (dessin ci-dessous). Un cristal de rubis (cylindre rouge) est ici placé entre deux miroirs. L'un de ces miroirs est totalement réfléchissant alors que l'autre ne l'est qu'à moitié. Sous l'action d'un flash de lumière, le rubis va émettre un rayonnement (bande rose) qui va s'intensifier en oscillant entre les miroirs, du fait de leur réflexion. Quand ce rayonnement sera suffisamment puissant, il traversera alors le miroir semi-réfléchissant et donnera un rayon laser rouge typique du rubis.





1. *Pour comprendre ce phénomène, il est nécessaire de rappeler que les électrons périphériques de certains atomes du rubis peuvent être stimulés par une source lumineuse pour émettre des photons selon le processus décrit ici (dessins ci-dessus). Ces électrons (billes noires), qui sont à un niveau d'énergie fondamentale, "sautent" à un niveau d'énergie supérieur quand ils sont excités par un flash de lumière.*

2. *Leur nouvel état étant instable, ils retombent à un niveau intermédiaire. Si, à ce stade, on envoie un photon de lumière rouge (flèche ondulante rouge), dont l'énergie est exactement égale à la différence énergétique entre l'état fondamental et l'état intermédiaire, cela va stimuler la redescente de l'électron de ce niveau intermédiaire à son niveau de départ.*

3. *Mais, en "retombant", l'électron va émettre lui-même un photon (d'une même longueur d'onde et en phase avec le premier) qui va à son tour stimuler d'autres descentes d'électrons. La reproduction de ce processus permettra l'émission du laser. Il est à noter que le passage du niveau d'énergie supérieur au niveau intermédiaire se fait 5000 fois plus vite que celui du niveau intermédiaire vers le niveau de départ. Cela explique que, dans la troisième étape, un nombre d'électrons plus important se trouve au niveau intermédiaire.*

(suite de la page 63)

théoriques qui avaient pu être prévus (plus de 20 %).

Un laser à électrons libres opérationnel n'est donc pas envisageable à très court terme. Il faudra sans doute attendre quelques années pour que les deux filières citées nous donnent deux lasers complémentaires, qui couvriraient les fréquences, de l'ultraviolet aux micro-ondes (ou ondes centimétriques). Bien qu'intéressant des domaines distincts, ces deux lasers seront également utiles même si pour l'instant l'un d'entre eux paraît plus voué à la recherche fondamentale et potentiellement moins dirigé que l'autre vers des applications pratiques.

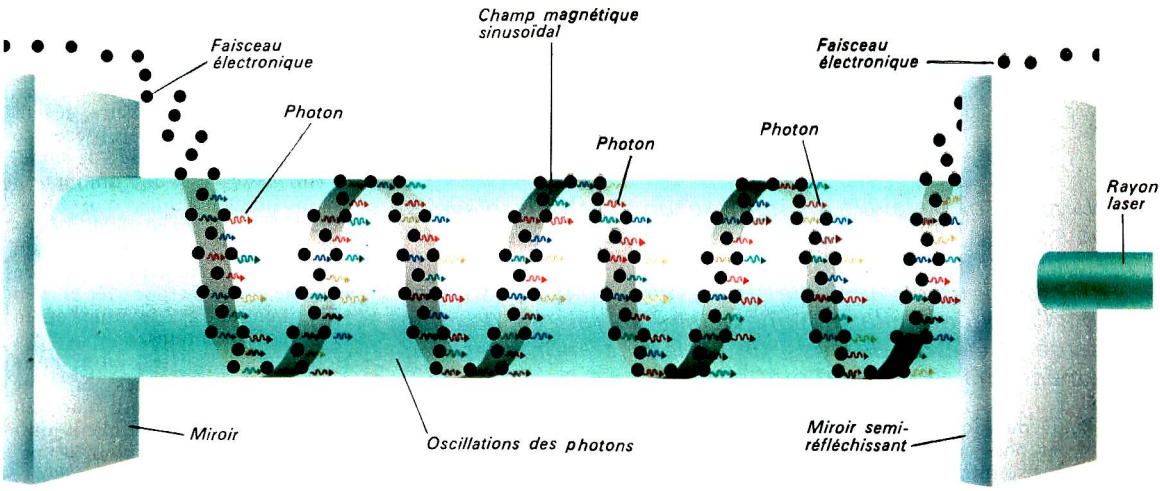
Quand ils seront au point de nombreuses possibilités seront offertes, aussi bien pour les physiciens que pour les industriels : de la photochimie aux industries de l'armement, de la séparation isotopique à la fusion thermonucléaire.

Sven ORTOLI

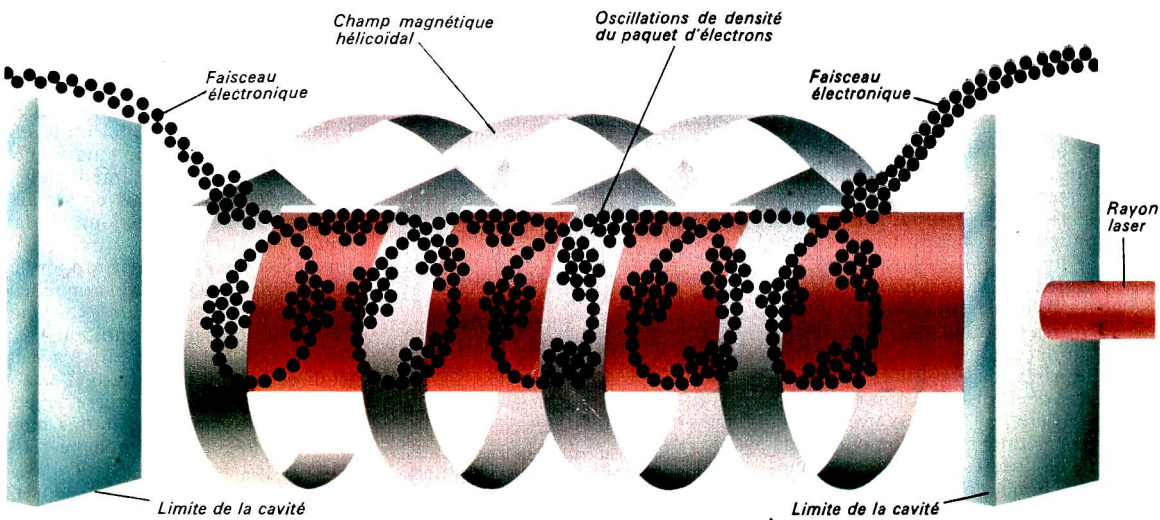
Dessins I. Correia.

...ET LES LASERS À ÉLECTRONS LIBRES

L'avantage du laser à électrons libres est qu'il pourra émettre un rayonnement dans diverses fréquences (donc de plusieurs couleurs) et non plus dans une seule, comme c'était le cas pour les lasers classiques. En fait, il faudrait tout de même avoir recours à deux lasers, l'un couvrant les fréquences de l'infrarouge à l'ultraviolet, l'autre de l'infrarouge aux ondes centimétriques.



Dans le premier cas, *un faisceau peu dense d'électrons rapides (billes noires) issu d'un anneau de stockage, pénètre dans un onduleur qui n'est autre qu'un champ magnétique sinusoïdal établi entre deux miroirs. Ces électrons, qui se déplacent à une vitesse proche de celle de la lumière, vont être freinés par le champ magnétique et, de ce fait, produire un rayonnement dans le spectre visible, en émettant individuellement un photon (flèches de couleur). A ce stade, la fréquence, donc la couleur, du rayon laser (ici, bande verte) est sélectionnée et amplifiée par un réglage de l'écartement entre les deux miroirs. Ces derniers permettront aux photons de faire des allers-retours au cours desquels, en se multipliant, ils atteindront une puissance suffisante pour traverser le miroir semi-réfléchissant, donnant ainsi un rayon laser.*



Dans le second cas, *un faisceau, cette fois très dense, d'électrons assez rapides, produit par une machine pulsée pénètre dans un champ magnétique non plus sinusoïdal, mais hélicoïdal (flèche grise). Là encore, ils sont freinés et émettent un rayonnement (bande rouge). Mais, dans ce cas, le faisceau électronique, en raison de sa forte densité, forcera les électrons à interagir entre eux et à créer collectivement le rayon laser, sans qu'il soit nécessaire de l'amplifier par des oscillations entre les deux miroirs.*

Pour ces deux lasers il sera possible, à l'avenir, de choisir la longueur d'onde désirée en faisant varier au départ l'énergie des électrons incidents. ■

IL NAÎT MOINS DE BÉBÉS LES WEEK-ENDS

Naguère on relevait un nombre un peu plus élevé de naissances le dimanche que les autres jours. Aujourd'hui c'est largement le contraire. Une étude démographique et médicale sur les variations de la natalité à l'intérieur de la semaine éclaire les raisons du changement. Elle révèle aussi de curieuses anomalies dans les anciens registres d'état civil.

Depuis longtemps les démographes constatent des variations saisonnières du nombre des naissances. En Europe occidentale, la natalité marque un maximum vers février ou mars, correspondant à des conceptions en mai ou juin, temps où l'homme, avec toute la nature, éprouve la vigueur du renouveau. Un autre maximum, moins sensible, se situe en septembre-octobre, en écho aux longues nuits de l'hiver précédent. Parallèlement à ces variations du rythme saisonnier, y a-t-il aussi des variations du rythme journalier ? En d'autres termes, naît-il davantage d'enfants certains jours de la semaine, ou de l'année, que la veille ou le lendemain ?

Au cours des trois dernières décennies, les conditions de l'accouchement se sont profondément transformées. Il se fait rarement à domicile. Les bébés naissent presque tous en milieu hospitalier. Les progrès de la technique obstétricale, l'usage des hormones et d'autres produits de l'industrie pharmaceutique permettent, dans une assez large fourchette temporelle, de choisir à volonté l'heure et la date de l'heureux événement. Le personnel médical et paramédical, les futures mères elles-mêmes ne manquent pas d'utiliser les facilités nouvelles.

Il est intéressant de chercher si cette évolution n'a pas eu d'effet sur le rythme journalier des naissances, en privilégiant certains jours par rapport aux autres. C'est à cette étude que s'est livré Gérard Calot, directeur de l'INED (Institut national d'études démographiques). Son analyse porte sur les statistiques journalières de naissances vivantes, en France, de 1946 à 1978. Des comparaisons avec des données parallèles recueillies en Angleterre ont permis d'en confirmer les conclusions (1). Année par Année, Gérard Calot a classé les jours en sept catégories : lundis non fériés, mardis non fériés, etc. jusqu'aux samedis non fériés, puis, ensemble, dimanches ou jours fériés (2).

La première observation que l'on peut faire d'après les données ainsi obtenues est la diminution très sensible, après 1950, de la fréquence des naissances survenant ou un dimanche ou un jour férié. On observe même une inversion. En 1950 le coefficient journalier (3), pour ces jours-là, était de 1,01 ; autrement dit on naissait un peu plus le dimanche et les jours fériés qu'en semaine. En 1968 ce coefficient n'est plus de 0,94 et en 1978 il tombe à 0,90 ; on naît moins souvent le dimanche et les jours fériés qu'en semaine. Les chiffres sont encore plus parlants si, au lieu de prendre le coefficient journalier, qui se réfère à la moyenne journalière annuelle, on confronte les naissances dominicales et fériées avec celles des autres jours. Vers 1950, il se produisait 1,3% de naissances de plus les dimanches et fêtes que les jours de semaine non fériés ; il s'en produit 6,8% de moins en 1968 et 11,4 de moins en 1970.

Dans une moindre mesure, et seulement pour la dernière décennie de la période considérée, le samedi enregistre aussi une diminution de la fréquence des naissances. Vers 1950 et jusqu'en 1972, il naissait à peu près autant d'enfants un samedi (non férié) qu'un jour de semaine moyen (non férié) ; en 1976, il en naît 2% de moins et, en 1978, 3,5% de moins.

Si l'on considère les autres jours de semaine non fériés, on note qu'il y a 30 ans le lundi marquait une légère pointe (coefficient journalier moyen 1,023 pour la période 1946-50), suivi du dimanche, encore affecté alors, comme nous l'avons dit, d'un coefficient légèrement supérieur à l'unité. Les autres jours non fériés compensaient de façon à peu près égale l'excédent de dimanche et lundi. En 1968 le profil de cette courbe a complètement changé. La fréquence des naissances diminue lentement mais régulièrement du lundi au samedi, avec cependant une pointe vers le bas le jeudi. Après 1968, la courbe accuse des contrastes de plus en plus marqués entre les jours de semaine, avec deux maxima de plus en plus nets le mardi et le vendredi et un léger minimum le mercredi, tandis que le lundi et surtout le samedi s'inscrivent de plus en plus en retrait par rapport aux autres jours de la semaine.

Finalement, en 1978, par rapport à la moyenne journalière annuelle, le lundi se contente d'un excédent de 0,5%, le mardi bondit à 4%, laissant 2% au mercredi, 3% au jeudi et 3,5% au vendredi. Le samedi la tendance s'inverse, avec 1,5% de naissances de moins que la moyenne ; le dimanche et les jours fériés, le déficit est de 10%. On a toutes les raisons de penser que durant ces deux ou trois dernières années, cette évolution s'est poursuivie.

Trois explications sont envisagées par Gérard Calot, pour rendre compte de cette série de faits.

- Les accouchements sont de plus en plus déclenchés artificiellement, soit que le début du travail

(1) G. Calot, "Le mouvement journalier des naissances à l'intérieur de la semaine", *Population*, 3, 1981.

(2) Ce classement est le fruit d'un travail statistique plus complexe nécessaire à la précision des calculs. Il y a été tenu compte, entre autres, d'un nombre plus important d'ensembles (jours fériés sans les dimanches, jours non fériés y compris les dimanches, etc.), de la répartition inégale des jours fériés dans l'année et du fait que, sur les 12 jours fériés que compte l'année en France, 2 ou 3 (plus rarement 4) sont des dimanches.

(3) Le coefficient journalier pour le mardi, par exemple, est obtenu en divisant la moyenne des naissances pour tous les mardis de l'année par la moyenne journalière de l'ensemble de l'année.

Document INED

est provoqué par administration de médicaments, soit qu'on fixe à l'avance la date d'une césarienne sans attendre les premières contractions. En conséquence le rythme des naissances, tant horaire (accouchements "aux heures de bureau") que journalier, a tendance à se rapprocher de l'activité souhaitée par les médecins et le personnel hospitalier. Voilà pourquoi on ne naît plus le dimanche et peu le samedi.

● Pour les accouchements en vue desquels on a pris rendez-vous (c'est le cas d'environ la moitié des césariennes) on peut penser que la future mère a tendance à choisir le jour qui lui convient le mieux, compte tenu notamment de ses obligations familiales. C'est ce qui expliquerait très bien le léger creux du jeudi par rapport au mercredi, observé de 1968 à 1972 : le jeudi était encore jour de congé pour les écoliers. Depuis 1973 le jeudi scolaire a été remplacé par le mercredi ; et effectivement le rapport des deux jours s'est inversé.

● Enfin, en l'absence de toute intervention médicale, l'heure la plus fréquente du début du travail naturel, d'après une étude des docteurs G. Bréart et Rumeau-Rouquette, se situe entre 1 heure et 2 heures du matin, l'heure, la moins fréquente entre 13 et 14 heures, l'écart relatif entre les fréquences minimale et maximale allant presque du simple au quadruple. Vers 1950, les accouchements provoqués étant encore rares, le rythme journalier des naissances ne devait dépendre que de facteurs purement physiologiques, ceux-ci pouvant être parfois liés à un facteur social, le repos du dimanche. On comprend dès lors qu'à cette époque, les deux jours se situant au-dessus de la moyenne aient été le lundi et le dimanche. On comprend aussi que l'écart à la moyenne soit resté relativement faible : pour beaucoup de femmes, assujetties aux tâches ménagères, le repos dominical est malheureusement assez théorique. Avec l'accouchement contrôlé en milieu hospitalier, le léger excédent du dimanche a fait place à un écart, beaucoup plus net, en sens contraire ; et celui du lundi s'est effacé derrière les autres jours ouvrables.

Ces interprétations sont confirmées par les statistiques recueillies en Angleterre et au Pays de Galles, où les accouchements provoqués sont nettement plus nombreux que chez nous. Au cours de la dernière décennie, la différenciation entre les jours a augmenté en Angleterre, pays du week-end, plus rapidement encore qu'en France : en 1978, la fréquence des naissances du dimanche y était inférieure de 22 % à la moyenne journalière annuelle, soit un écart plus que double de l'écart constaté en France.

Certaines anomalies proviennent de l'état civil. Sauf exception rarissime, aujourd'hui le jour déclaré est bien le jour effectif. Mais il y a trente ans, la plupart des naissances se faisaient à domicile, et nombreuses étaient celles qui étaient déclarées dans les communes rurales : « On peut imaginer, dans ces conditions, dit Calot, que certains décalages de date pouvaient se produire avec la complicité bienveillante, voire sur le conseil, du médecin, de la sage-femme ou du secrétaire de mairie, soit parce que le délai de trois jours était un peu dépassé, soit parce qu'on souhaitait donner à l'enfant une autre date de naissance que la date réelle. »

Pour déceler d'éventuelles anomalies dans le jour de naissance, on utilise le coefficient journalier du jour étudié (établi comme il a été dit plus haut). Par précaution statistique, on l'introduit dans une formule qui contient le nombre moyen de naissances observées pendant une durée de deux semaines voisine du jour étudié et, bien entendu, le nombre de naissances déclarées ce jour-là. On obtient ainsi une valeur appelée indice journalier. Si, par exemple, le jour considéré est un lundi et si le nombre de naissances déclarées est comparable au nombre de naissances se produisant en moyenne un lundi vers cette époque de l'année, l'indice du jour considéré doit être voisin de 100.

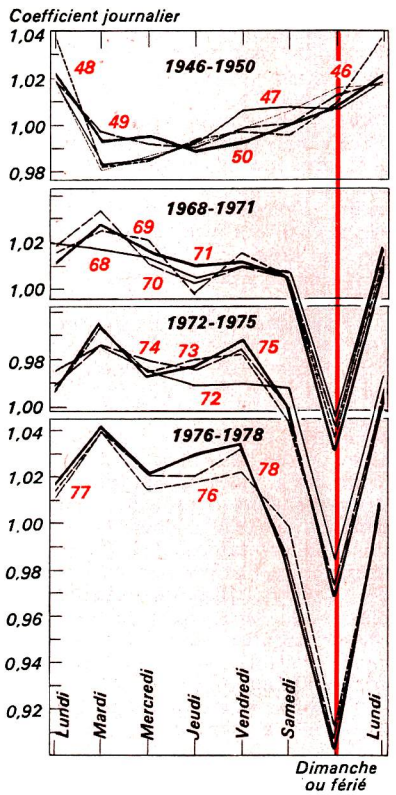
On a ainsi calculé, notamment, les indices journaliers, aux environs de 1950, pour des séries de jours allant d'un 24 décembre au 5 janvier suivant ; et aussi pour des séries allant du 24 février au 7 mars. Et c'est là qu'on a découvert le pot-aux-roses : le dernier jour de l'année conduisait, il y a une trentaine d'années, à un indice journalier réduit pratiquement aux deux tiers de celui du lendemain : 89,1 contre 119,8 pour le 31 décembre 1946 et le 1er janvier 1947. Fin 1968, le décalage avait nettement diminué, pour disparaître complètement quelques années plus tard.

Une seule explication possible à cette anomalie : il y a trente ans, une naissance sur cinq survenues le jour de la Saint-Sylvestre était déclarée comme ayant eu lieu le jour de l'An. Ce décalage d'un jour était probablement destiné à "rajeunir" l'enfant, en termes d'année civile. Les limites d'âge pour les examens et les concours, pour le service militaire, etc., étant souvent énoncées en fonction de l'âge au 1er janvier, le décalage pouvait, dans l'esprit des parents, favoriser leur enfant.

La généralisation des naissances en milieu hospitalier a supprimé la possibilité de prendre des libertés avec l'état civil. Si l'on veut tirer une réflexion générale de cette étude, c'est que notre société, pour ce qui est des dates de naissance, a tendance à tricher toujours de quelque façon avec la nature : quand ce n'est plus pour falsifier ses décisions, c'est pour en imposer artificiellement d'autres à leur place.

Michel ROUZÉ ■

10% DE NOUVEAU-NÉS EN MOINS LE DIMANCHE



Par rapport à la moyenne annuelle (coefficient 1), les statisticiens de l'INED ont constaté, après 1950, une diminution des naissances les week-ends, avec une chute particulièrement accusée les dimanches et jours fériés, qui est allée en s'accentuant à partir de 1968 pour atteindre – 10% en 1978, dernière année de l'étude.

LES GRANDS VERS DU PACIFIQUE : UNE BIOLOGIE DÉROUTANTE

Les grands vers trouvés par 3000 m de fond dans le Pacifique, il y a deux ans, semblent représenter le seul spécimen connu sur terre d'une vie organisée totalement indépendante des circuits de la photosynthèse.

Ce sont de bien étranges créatures que l'on a découvert par 2000 à 3000 m de fond dans le Pacifique, là ou l'on ne s'attendait guère à trouver de signe de vie ; elles se nourrissent de soufre. Leur métabolisme est inédit, elles n'utilisent aucun produit de la photosynthèse pour élaborer les substances dont elles ont besoin. Elles prolifèrent aux alentours de cheminées sous-marines qui émettent de puissants jets soufrés, pouvant atteindre une température de 350 °C.

Elles ont du sang, mais pas de globules rouges. Elles utilisent des bactéries capables de puiser l'énergie des émanations sulfureuses, pour fabriquer les substances organiques dont elles ont besoin. Elles semblent surgir, çà et là, sans que l'on sache comment elles se transportent au travers de centaines de kilomètres de "déserts" sous-marins.

Les premières sources chaudes sous-marines furent identifiées il y a trois ans environ. Le submersible américain de grande profondeur, *Alvin*, lors de sa première plongée sur une de ces sources chaudes, est arrivé sur une oasis de vie. Un échantillon de l'eau fut analysé, et l'on constata qu'il contenait jusqu'à des millions de bactéries par mm^3, concentration exceptionnellement élevée, même pour les eaux de surface où fourmille la vie.

Lors des plongées suivantes, l'*Alvin* localisa des cheminées en pleine activité : hautes de près d'un mètre et crachant des volutes tourbillonnantes d'eau chaude noirâtre. Lorsque l'*Alvin* s'en approcha pour mesurer la température d'un jet, non seulement la sonde thermique se bloqua au maximum de son échelle (32 °C), mais encore un tube de PVC commença à fondre, ce qui indiquait une température de plusieurs centaines de degrés. Avec une nouvelle sonde, on put par la suite enregistrer dans ces geysers sous-marins des températures de 350 °C et plus, dépassant de loin toutes les températures enregistrées jusqu'alors sur les fonds océaniques. L'analyse de ces eaux montra qu'elles étaient chargées de sulfures.

Par la suite, on identifia alentour des formes de vie jusqu'alors inconnues : des restes de coquillages de 15 à 20 cm de long, des "boules de neige" de plus d'1 m de diamètre recouvertes de vers, des petits crabes et de grands vers tubicoles, particulièrement nombreux autour des cheminées inactives, dont la longueur pouvait dépasser 2 m.

Soixante-trois de ces vers ont été recueillis et étudiés par plusieurs équipes de chercheurs. Ils ont surpris. Leur corps, semi-rigide et blanchâtre, surmonté d'un plumet rouge, est fait de 335 paires de filaments riches en vaisseaux sanguins, dont la fonction semble être comparable à celle de poumons : ils sont déployés pour extraire l'oxygène de l'eau.

L'oxygène circule bien dans le sang — mais sans globules rouges. La partie centrale du corps, elle, est bourrée de milliards de bactéries, capables de puiser l'énergie dans les émanations sulfureuses des sources chaudes. Cette énergie est utilisée pour fabriquer des substances organiques à partir du carbone dans l'eau. En symbiose avec ces bactéries, ces vers seraient les seuls animaux autotrophes, c'est-à-dire capables d'élaborer leurs propres substances organiques à partir d'éléments minéraux — rôle que l'on croyait réservé aux végétaux.

Ces vers, qui font partie de l'ordre des *Pogonophora vestimentifera*(1), ont été décrits par le Pr Meredith L. Jones, de la Smithsonian Institution (Washington), qui a créé à leur intention une famille nouvelle, *Riftia pachyptyla Jones* (*Riftia* pour *rift*, ou fosse océanique où ils ont été découverts, et *pachyptyla* pour indiquer l'existence de plumets multiples). Jones et plusieurs autres chercheurs(2) ont déjà expliqué certains des mystères de cette forme de vie peu commune.

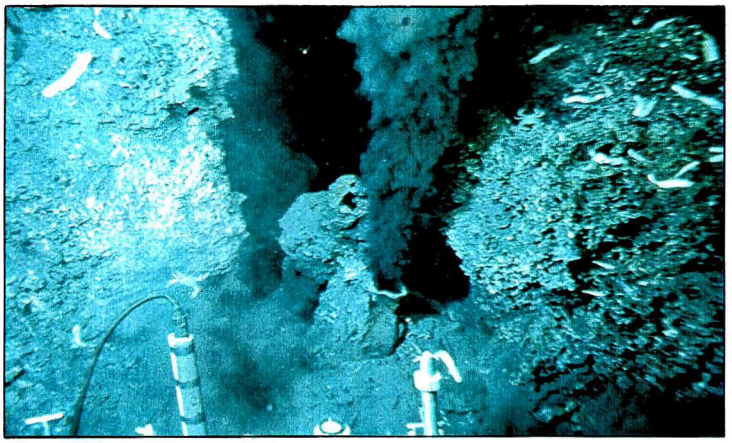
Ainsi les bactéries utilisent comme source d'énergie le sulfure d'hydrogène (H_2S) et des enzymes pour synthétiser de l'adénosine triphosphate (ADP), qui est une molécule de stockage d'énergie utilisée par pratiquement tous les organismes vivants. La symbiose entre les vers et les bactéries permet aux premiers de bénéficier d'un apport d'énergie et d'hydrates de carbone, par un mécanisme encore inconnu ; en tout cas, ces vers n'ont ni orifice buccal, ni système digestif identifiable.

Un autre processus peu commun utilisé par ces vers est celui du stockage et du transport d'oxygène. Lors d'un essai, un chercheur, en faisant un prélèvement, piqua malencontreusement un nerf, provoquant un spasme soudain (et confirmant, en même temps, l'existence d'un système nerveux). Il put néanmoins prélever du sang, qui contenait de l'oxygène lié à des molécules porteuses, mais sans globules rouges.

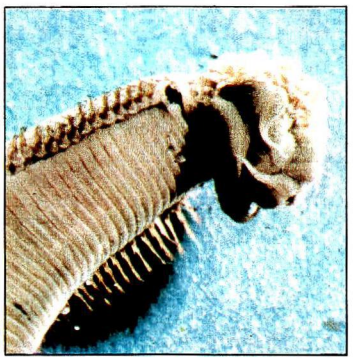
Ce système de transport d'oxygène semble permettre une utilisation optimale en fonction de la température et de la disponibilité d'oxygène dans l'eau. Ainsi, par moments, la température de l'eau est de l'ordre de 2 °C, ce qui est typique des grandes profondeurs. Il se trouve alors dans l'eau suffisamment d'oxygène pour les besoins du ver tubicole, et à cette température, l'animal peut en faire des réserves. Quelques minutes plus tard, alors que de l'eau chaude sulfurée jaillit d'une cheminée voisine, la température grimpe brusquement à 20 ou 25 °C ; cette eau chaude manque d'oxygène, et l'animal peut alors

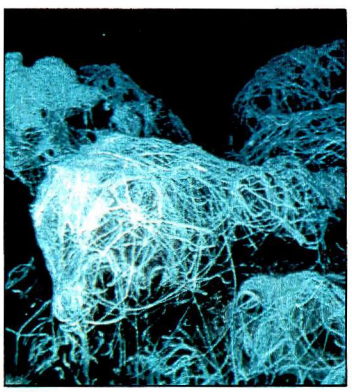
(1) C'est-à-dire "porteurs de barbe, habillés". L'ordre des *Vestimentifera* ne comprend que deux espèces, caractérisées par une gaine surmontée d'un plumet.

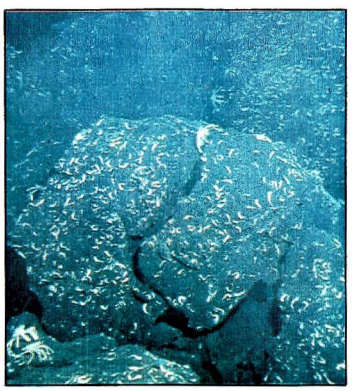
(2) Horst Felbeck, Scripps Institution of Oceanography, University of California ; Greg H. Ray, Unstitute of Geophysics and Planetary Physics, University of California ; Colleen M. Cavanaugh, Museum of Comparative Zoology, Harvard University ; Alissa J. Arp et James J. Childress, Oceanic Biology Group, University of California.











C'EST AUTOUR DE CHEMINÉES SOUS-MARINES *situées à des profondeurs de 2000 m à 3000 m que vivent les différents vers, jusqu'ici inconnus, découverts lors d'une expédition du submersible* Alvin. *Cette localisation s'explique par le fait que ces cheminées, lorsqu'elles sont actives* ***(1),*** *"crachent" une eau soufrée à une température de 350 °C, qui serait l'"aliment" de ces surprenants animaux. Les plus nombreux, les vers tubicoles* ***(2)*** *s'agrippent à des cheminées éteintes pour ne pas être anéantis par des températures trop élevées, mais à proximité de sources actives pour y puiser leur énergie. Leur corps, semi-rigide, peut être long de 2 m. Le plumet rouge qui les surmonte aurait la fonction de poumon.*
En moindre quantité, on découvrit aussi des vers de petites dimensions, dits de Pompéi ***(3),*** *qui sont des polychètes dont l'espèce était jusqu'alors inconnue. Enfin, de nombreux autres animalcules tels ces filaments comparables à des spaghetti* ***(4)*** *et ces petits crabes et vermisseaux* ***(5)*** *ont été également trouvés, mais n'ont pu être identifiés avec précision.*

faire appel à ses réserves. On pense que lorsqu'une source chaude se tarit et se refroidit complètement, la colonie disparaît. Ainsi, on a découvert de nombreux fossiles, vestiges de ces oasis.

Or, on a trouvé des colonies de ces vers dans plusieurs endroits très éloignés les uns des autres : dans les fosses des Galapagos, dans le Pacifique Est, dans le golfe de Californie. Malgré leurs similitudes, les vers que l'on observe dans un endroit sont différents de ceux que l'on trouve ailleurs, au point peut-être de devoir être classés dans des espèces différentes (encore à définir).

Comment ces formes de vie se transmettraient-elles à de grandes distances, traversant ces déserts sans vie (parce que sans sources chaudes, ni émissions sulfureuses).

On a bien trouvé dans les orifices reproductifs des vers mâles et femelles, des œufs et des spermatozoïdes, mais jamais d'ovules fertilisés. On peut supposer que des œufs fertilisés puissent être transportés sur de grandes distances par les courants, mais alors, comment trouvent-ils des bactéries avec lesquelles établir la symbiose dont ils ont besoins pour survivre dans leur milieu bien spécialisé ? Ni les ovules, ni les spermatozoïdes que l'on a pu examiner ne contenaient de bactéries. Pourtant, un ver qui apparemment venait d'éclore, et qui ne mesurait qu'un dixième de millimètre de long a été examiné : il était déjà doté de sa petite colonie bactérienne !

Le Pr Sidney Fox, directeur de l'Institute for Molecular and Cellular Evolution, à l'université de Miami et l'un des grands théoriciens sur l'origine de la vie, pense que la vie elle-même aurait pu commencer sur Terre dans ce genre d'environnement, et que ces vers tubiformes et "porteurs de barbes" pourraient bien avoir été les premières formes de vie sur Terre, il y a plus de 3 milliards d'années, alors que les activités volcaniques et les phénomènes d'éruptions de gaz chauds devaient être beaucoup plus répandus qu'aujourd'hui. Il se peut aussi que les bactéries capables d'utiliser le soufre soient assez répandues dans le monde : on en a identifié récemment près du mont St-Helens, dans les endroits où la chaleur générée par l'explosion volcanique, les métaux toxiques et le manque d'oxygène avaient détruit faune et flore aquatiques.

Jean FERRARA ■

DES ETUDES.. UN METIER

APPRENDRE RAPIDEMENT - EFFICACEMENT - A SON RYTHME

Liste des brochures et enseignements de l'École Universelle

T.D. ENSEIGNEMENT DU 1er DEGRÉ

Classes de 11e - 10e - 9e - 8e - 7e.

T.S. - ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

De la classe de 6e à la 3e. Secondes - Premières A. B. C. D. - Classes Terminales A. B. C. D. - BACCALAURÉAT

T.T. ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

BACCALAURÉAT DE TECHNICIEN
Secondes Premières et Terminales F1, F3, G1, G2, G3. H

ED - CAPACITÉ EN DROIT - DEUG

Adm. en Fac des non bacheliers. Sciences Po.

EL - ÉTUDES SUP. DE LETTRES

Adm en Fac des non bacheliers.DEUG.CAPES

E.S. ÉTUDES SUP. DE SCIENCES

Adm. en Fac des non bacheliers. DEUG. Maths Sup - Maths Spé. P.C.E.M.CAPES

V.T. ÉCOLES VÉTÉRINAIRES

N.P. ÉCOLES NORMALES C.A. PÉDAGOGIQUE

L.V. LANGUES ÉTRANGÈRES

Anglais - Allemand - Espagnol sur CASSETTES - Italien - Arabe. Russe
Examens chambres Com. Étrangères.

P.C. PERFECTIONNEMENT CULTUREL

Conversation - lecture rapide.

E.C. COMPTABILITÉ

C.A.P. employe de comptabilité. B.E.P. - B.P. - B.T.nG2 - B.T.S. - D.E.C.S. - Magasinier - Comptable - Cours de Comptabilité commerciale et Techniques comptables - Initiation au nouveau plan comptable.

C.S. SECRÉTARIAT

C.A.P. STÉNODACTYLOGRAPHE - B.E.P. - BTnG1 - B.T.S. Secrétaire de Direction et Trilingue - Secrét. sténodactylo. Secrét. Direction - Sténodisca.

C.C. COMMERCE

C.A.P. : Employée de bureau - Banque - Assurances - B.P. de banque - BTnG3 - Représentant - Directeur Commercial - Gérant succursale - Gérant et maitre d'hôtel - HOTESSE - MARKETING - GESTION DES ENTREPRISES.

F.P. FONCTIONNAIRE

P.T.T. : Agent d'exploitation - Contrôleur, Inspecteur - Secrét. comptable Banque de France - Inspecteur Police Nationale - Contrôleur des Impôts - Commis services extérieurs - Secrét. Adm. scolaire universitaire.

E.M. ÉTUDES MUSICALES

O.R. ORTHOGRAPHE-RÉDACTION

Calcul - mathématiques modernes - rédaction du journal - synthèse - résumé analyse et commentaire de texte.

F.C. FORMATION CONTINUE

Étude gratuite pour les bénéficiaires de la loi du 16.7.71 après accord de l'employeur.

P.M. SOCIALES ET PARAMÉDICALES

Examens d'entrée dans les écoles de : Infirmières - Éducateurs de Jeunes enfants - Sages-femmes - Auxiliaires de Puériculture - Aides-soignantes - Masseurs kinésithérapeutes, ergothérapeutes - Assistantes sociales - Secrétaire de Médecin - Assistante dentaire - connaissances médicales élémentaires BTnF8 : classe Terminale.

C.B. - C.A.P. ESTHÉTICIENNE STAGES PRATIQUES GRATUITS

Coiffure - C.A.P. Mixte.

P.R. INFORMATIQUE

Initiation basic (y compris Micro-ordinateur individuel) - Programmeur de Gestion - COBOL - CAP BP - BTnH

I.N. INDUSTRIE

BTn F1.F3 - C.A.P. Électricité - Mécanique Auto - C.A.P. - B.P. - Dessinateur Industriel en Mécanique.

M.T. METRE - B.E.P. métreur

R.T. RADIO-TÉLÉVISION

Monteur Dépanneur.

T.B. - BATIMENT - DESSIN

P.H. PHOTOGRAPHIE - C.A.P.

D.P. DESSIN - PEINTURE

Décorateur Interieur Ameublement.

Possibilité de bénéficier des dispositions de la loi sur la formation continue.

Société Nouvelle

ECOLE UNIVERSELLE

Etablissement privé d'enseignement à distance 28, rue Pasteur
92551 Saint-Cloud Cédex.
INSTITUT DE FORMATION ET D'OUVERTURE AUX RÉALITÉS

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

Nom, prénom : .....

Adresse : .....

Niveau d'études : ..... Age : ..... Diplômes .....

Initiales de la brochure demandée : 922 Profession envisagée : .....

ECOLE UNIVERSELLE - IFOR - 28, rue Pasteur 92551 Saint-Cloud Cédex. 743.99.24

INTERFÉRON : ON N'EN EST QU'AU DÉBUT

D'abord salué avec un enthousiasme prématuré comme ultime médicament contre le cancer, puis décrié tout aussi prématurément par des médecins déçus et insuffisamment informés, l'interféron fait seulement ses premiers pas dans la recherche médicale et biologique. Un récent congrès international a permis de faire le point sur cette substance complexe et encore mal connue.

Depuis sa découverte il y a un quart de siècle, l'interféron reste une des substances les plus énigmatiques que fabrique l'organisme humain. On pensait, à l'origine, qu'il s'agissait tout simplement d'un produit antiviral naturel. Mais, au fur et à mesure des recherches, souvent décourageantes, on s'est rendu compte que ce rôle ne représente que la partie émergée de l'iceberg interféron.

Certes, cette petite molécule naturelle reste l'arme privilégiée de l'organisme pour sa protection, contre les infections virales. Mais on sait aujourd'hui que son action, que l'on compare à celle d'une hormone cellulaire, s'étend à la modulation de tout le système de défense immunitaire, et à la communication entre les diverses cellules spécialisées qui y participent. On sait aussi que, dans certains cas, l'interféron a une activité anticancéreuse. Enfin, il n'y a, non pas un, mais plusieurs interférons, aux rôles bien différents.

Lors du IIe Congrès international sur l'interféron, qui s'est tenu à San Francisco en octobre dernier, les participants ont évoqué une "révolution interféron", qui permettrait de faire avancer recherches et utilisation de l'interféron. Cette révolution sera rendue possible, en premier lieu, par la fin d'une longue pénurie de "matière première". En effet, jusqu'à présent, presque tout l'interféron utilisé dans le monde provenait d'une seule source, un hôpital finlandais. Aujourd'hui, une douzaine de firmes multinationales, dont les trois plus grandes sociétés d'ingénierie génétique, se sont lancées dans une course sans précédent pour se placer dans "l'industrie de l'interféron", dont on s'attend qu'elle représente, dans les années à venir, un chiffre d'affaires s'élevant à des dizaines de milliards de dollars. D'ores et déjà, de l'interféron fabriqué par des bactéries manipulées est utilisé chez l'homme.



La première utilisation "clinique" de l'interféron a été faite en 1960, *pour sauver un astronaute atteint d'un virus... extra-terrestre ! Cela se passait dans "Flash Gordon", la célèbre bande dessinée américaine de Dan Barry.*

C'est en 1957 que deux chercheurs, le Britannique Alick Isaacs et le Suisse Jean Lindenmann, introduisaient le terme "interféron" pour désigner une substance sécrétée par un animal infecté par un virus, qui le protégeait contre un second virus : il y avait interférence entre le premier et le second. Cette découverte suscitait un grand enthousiasme, car on ne connaissait aucune substance antivirale active, dont l'effet sur les virus pouvait être comparé à celui des antibiotiques sur les bactéries.

Puis l'interféron resta dans l'ombre pendant

Dessin Daily News

Ces glycoprotéines sont synthétisées par les cellules en quantités infimes, et elles sont spécifiques, c'est-à-dire que si tous les vertébrés sont capables de produire de l'interféron, celui-ci n'a une action anti-virale que pour l'espèce qui le produit. L'interféron humain protège les humains, l'interféron de souris protège les souris, et l'interféron de singe, les singes. Cette spécificité a été un obstacle important aux recherches sur l'interféron.

Ce que l'on sait : la production de l'interféron est déclenchée dans la plupart des cas, par des virus. Lorsqu'un virus infecte une cellule, il détourne à son profit le métabolisme de celle-ci. Au lieu de continuer à fabriquer toutes sortes de substances nécessaires à sa survie, la cellule infectée commence à faire des copies du virus qui l'a envahie. Les virus se multiplient et, en simplifiant, font exploser la cellule, se répandant dans le voisinage pour en infecter d'autres.

une bonne dizaine d'années, et l'on douta même de son existence. Isaacs mourut quelques années plus tard, et Lindemann, de retour en Suisse, poursuivit ses recherches pendant trois ou quatre ans. La grande difficulté était d'isoler cette molécule du reliquat d'une culture de cellules — une difficulté qui s'explique aujourd'hui par le fait qu'il n'y a pas un seul interféron, mais plusieurs.

L'interféron ou, plutôt, les interférons sont des petites molécules de glycoprotéines, c'est-à-dire des structures formées de sucres et de protéines (faites d'acides aminés, riches en azote), d'un poids moléculaire de 15 000 à 40 000 (alors que certaines protéines, notamment des enzymes, ont un poids moléculaire de plusieurs centaines de milliers).

Mais c'est là qu'intervient l'interféron : l'infection de la première cellule en provoque la sécrétion, par un mécanisme encore inconnu (voir dessin ci-contre).

N'importe quelle cellule de l'organisme semble capable de fabriquer de l'interféron après avoir été agressée par un virus ou, éventuellement, par d'autres "inducteurs" chimiques ou biologiques. Et l'on connaît aujourd'hui plusieurs types d'interféron bien distincts, que l'on subdivise en deux groupes :

Le groupe 1 comprend les interactions induites par les virus, ou encore par des acides ribonucléiques qui forment le cœur des virus, mais qui peuvent, isolément, avoir un pouvoir infectueux. Ce groupe est subdivisé en deux :

- L'interféron alpha, produit par les globules blancs (leucocytes) ; on en connaît une dizaine d'espèces différentes, et les techniques d'ingénierie génétique ont permis de démontrer que chacun d'entre eux est codé par des gènes différents.
- L'interféron bêta, produit en culture de fibroblastes, ou cellules de soutien. Une des sources les plus prolifiques de cette catégorie d'interféron est le fibroblaste de prépuce d'enfants circoncis. La fécondité de ces cellules peut sans doute être attribuée à la dynamique de cellules jeunes d'un organisme en développement.

Le groupe 2 comprend l'interféron dit gamma ou interféron immun, produit par des cellules immuno-compétentes, des lymphocytes, après induction par un antigène. Cet interféron est mal connu, car on n'a pu, jusqu'à présent, en fabriquer des quantités suffisantes pour des expériences ou des essais cliniques. Il semble en tout cas que cet interféron soit doté d'une activité anti-cancéreuse que l'on n'a constatée que depuis quelques années, et que la spécificité anti-virale de l'interféron ne permettait pas de soupçonner, car on n'a jamais démontré de façon convaincante l'origine virale de cancers humains.

Au congrès de San Francisco, les participants ont constaté que l'on commence à peine à décrypter les rôles multiples que peut jouer l'interféron(1), au-delà de la stimulation de production par la cellule de protéines protectrices, qui inhibent la multiplication virale.

L'interféron stimule également l'activité des macrophages, grosses cellules du système immunitaire capables d'attaquer et d'englober des corps étrangers. Il stimule aussi, de façon spécifique, l'activité de lymphocytes (globules blancs) dits NK (*natural killers* ou cellules tueuses), qui s'attaquent aux cellules transformées de l'organisme. C'est sans doute par ce biais que l'interféron manifeste son activité anti-tumorale.

Enfin, l'interféron module également l'activité des lymphocytes B, dont le rôle est la production d'anticorps. Mais le mécanisme de cette modulation est mal compris. On a constaté, en effet, que selon le dosage et le moment de son introduction, l'interféron peut soit inhiber, soit stimuler la production d'anticorps : administré à de fortes doses, avant l'introduction d'un corps étranger (antigène), il diminue la synthèse des anticorps ; administré à faibles doses, après l'introduction de l'antigène, il démultiplie cette synthèse d'anticorps, renforçant le système de défense de l'organisme.

En outre, l'interféron provoque une quantité de modifications du métabolisme cellulaire, l'activant ou l'inhibant ; il induit la synthèse de prostaglandines, sortes d'hormones intra-cellulaires impliquées dans de nombreux processus métaboliques.

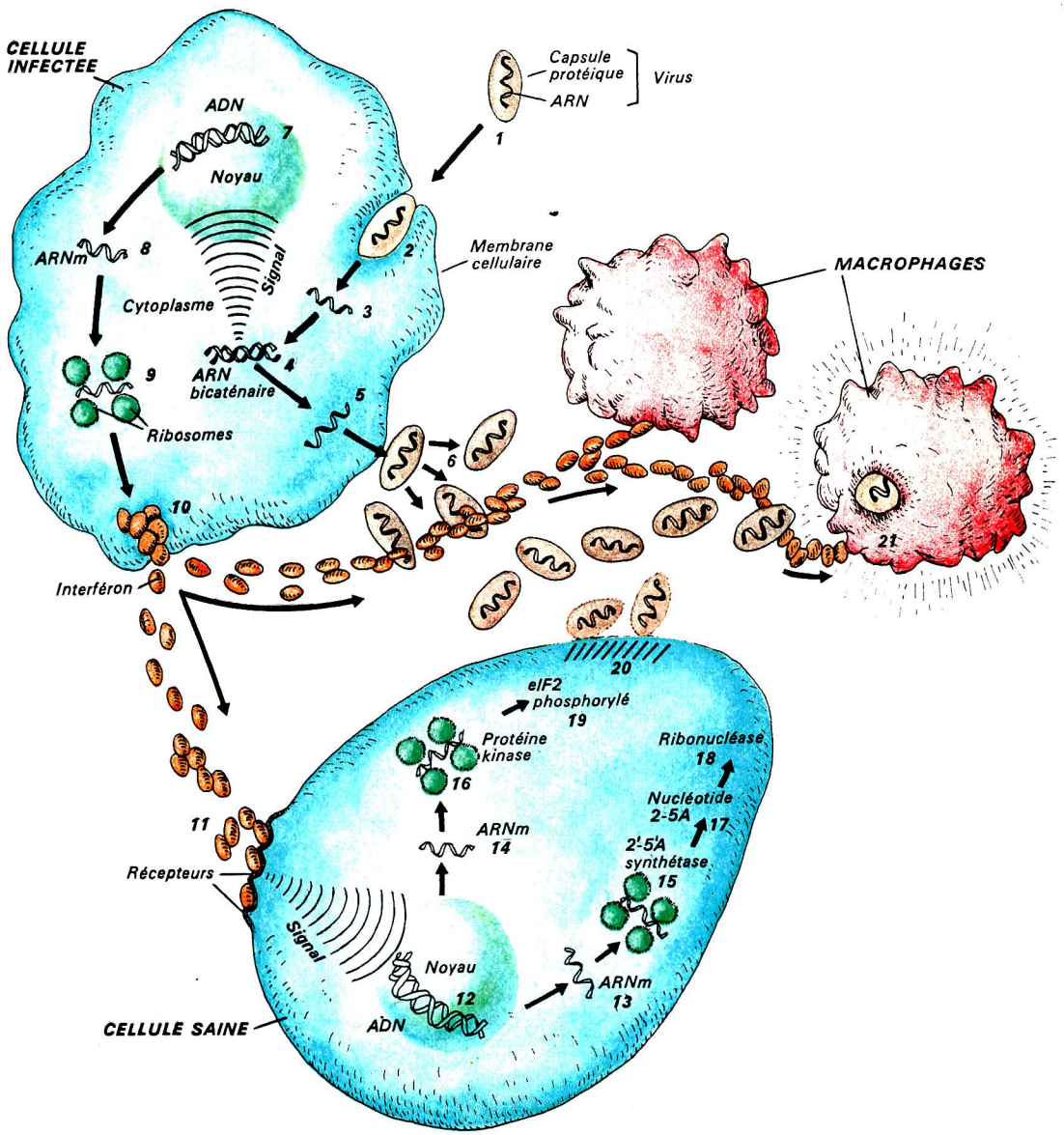
Au bout d'un certain temps, l'interféron disparaît de l'organisme. Des expériences sur la souris ont montré que, pour certains types d'interféron au moins, cette dégradation se fait dans les reins ; on observe, en effet, un taux d'interféron élevé dans le sang, et si la perfusion est continuée, ce taux se stabilise alors que la quantité d'interféron dans le rein augmente ; en revanche, il n'y a plus d'interféron dans l'urine.

(1) En effet, des progrès restent à faire. Le Rensselaer Polytechnic Institute de New York vient de faire savoir (décembre 1981) qu'après l'administration d'interféron à des souris infectées de souches affaiblies du virus responsable d'un type de méningite lymphocytaire, la maladie s'aggravait soudain, pour des raisons qui restent à déterminer.

(suite du texte page 74)

Dessin J. Zeboulon

LES VIRUS EXTERMINÉS PAR LA "FAIM"



L'interféron est un inducteur des défenses de l'organisme. Lors de l'infection, le virus ***(1)****, constitué d'une capsule protéique et d'acide ribonucléique (ARN) pénètre dans la cellule* ***(2)*** *et y libère son ARN encore monocaténaire (constitué d'un seul brin) dans le cytoplasme* ***(3)****. A ce stade, l'ARN se "fabrique" un second brin qui est la réplique négative du premier : il devient bicaténaire* ***(4)****. Le brin négatif* ***(5)*** *tient alors lieu de moule à partir duquel plusieurs copies de l'ARN initial seront produites. Ces "copies" serviront ensuite à reconstituer de nouveaux virus* ***(6)****. Simultanément se fait la synthèse de l'interféron. L'ARN bicaténaire* ***(4)*** *émet un signal enregistré par l'acide désoxyribonucléique ou ADN de la cellule* ***(7)****. Cet ADN porte le message codé de l'interféron sur un ARN messager* ***(8)****. Celui-ci, après lecture par les ribosomes* ***(9)****, induit la synthèse de l'interféron* ***(10)****. Ce dernier ira alors imprégner les autres cellules qui, grâce à leurs récepteurs, fixent l'interféron* ***(11)*** *qui déclenche un signal perçu par l'ADN du noyau* ***(12)****. En réponse, l'ADN synthétise deux ARN messagers* ***(13*** *et* ***14)*** *qui, après lecture par les ribosomes, donneront d'une part une enzyme, la 2-5A synthétase* ***(15)*** *et, de l'autre, la protéine kinase* ***(16)****. La 2-5A synthétase fabriquera la nucléotide 2'-5'A* ***(17)*** *qui activera une ribonucléase* ***(18)****. De son côté, la protéine kinase apportera du phosphore à un facteur important de la synthèse protéique : eIF_2* ***(19)****. La ribonucléase activée et l'eIF_2 étant des inhibiteurs de synthèses protéiques, la cellule sera donc protégée contre toute infection virale* ***(20)*** *car, sans protéines, le virus ne peut ni vivre ni se multiplier. L'interféron stimule aussi les macrophages qui sont de véritables "éboueurs" de l'organisme. En effet, celui-ci s'attaque aussi aux virus et les digère* ***(21)****.* □

L'intérêt potentiel de l'interféron dans le traitement du cancer fut signalé par les travaux d'un chercheur américain, Ion Gresser. Il y a plus d'une dizaine d'années déjà, le Dr Greser a montré que l'interféron pouvait guérir des souris atteintes de cancers. On aurait pu s'attendre à de tels résultats si ces cancers étaient provoqués par des virus, mais on constata des guérisons même pour des cancers non induits par des virus. On pense aujourd'hui que cette activité anti-tumorale passe par la stimulation des cellules tueuses NK, qui s'attaquent aux cellules cancérisées.

Mais, comme s'il fallait encore compliquer ce puzzle, voici que l'on constate que nous ne sommes pas tous égaux en ce qui concerne l'interféron : il y a une diversité génétique qui se manifeste de deux façons. D'une part, certains individus sont de meilleurs producteurs d'interféron que d'autres (ainsi, des fibroblastes de certains individus peuvent produire jusqu'à 20 fois plus d'interféron que des cellules équivalentes provenant d'autres individus) ; d'autre part, certains individus réagissent mieux que d'autres à l'introduction d'interféron.

Les progrès ont été lents et décevants, d'autant plus que jusqu'à une époque récente, la majeure partie de l'interféron utilisé pour les recherches provenait d'une seule source, celle du laboratoire du Dr Kari Cantell, à Helsinki. L'interféron y est produit à partir de leucocytes prélevés sur du sang de donneurs et infectés par le virus de Sendaï, un virus de singe proche de celui de la grippe. Le virus induit la synthèse d'interféron alpha, qui est récupéré après incubation et centrifugation, puis purifié. Mais le rendement est très faible : ainsi, pour obtenir 100 milliards d'unités d'interféron, il faut 30 000 litres de sang (soit quelque 90 000 prélèvements). C'est peu, lorsque l'on sait qu'une unité d'interféron se définit comme la quantité capable de protéger d'une infection virale expérimentale la moitié des cellules d'une culture, et que le traitement expérimental d'un cancer humain requiert entre 500 millions et un milliard d'unités.

Depuis peu, d'autres méthodes ont été mises au point. Ainsi, on produit de l'interféron bêta à partir de cellules de fibroblaste provenant de foetus ou de prépuces d'enfants circoncis. L'inconvénient de cette technique est que les cellules, pour proliférer, doivent adhérer à un support, et que, dans un récipient, on n'obtient qu'une couche mono-cellulaire. On pallie cet inconvénient en introduisant dans la culture des microsphères électriquement chargées qui attirent les cellules. Cette technique est surtout utilisée aux États-Unis et en Belgique (à l'université de Louvain).

En Angleterre, le laboratoire pharmaceutique Wellcome a mis au point une technique de production à partir de cellules cancéreuses dérivées du lymphome de Burkitt, tumeur sans doute provoquée par un virus. La purification permet d'éliminer tout vestige de particules virales, et tous les tests de cancérogénicité réalisés jusqu'à présent sur des animaux ont été négatifs. On hésite néanmoins à utiliser cet interféron d'origine tumorale à des fins autres qu'expérimentales.

La France est bien placée dans cette "course" à la production d'interféron par des méthodes classiques. L'Institut Pasteur a adopté, il y a près de trois ans, la méthode mise au point par le Dr Cantell. Le sang est fourni par le Centre national de transfusion sanguine, et le stock d'interféron mis à la disposition de la pharmacie centrale des hôpitaux ; des essais cliniques ont été entrepris sous le contrôle de cet organisme. La France est aujourd'hui passée au deuxième rang (après la Finlande) pour la production d'interféron, avec 180 milliards d'unités en 1981. Parallèlement, des variantes de ces techniques "classiques" sont exploitées, comme la production à partir de cellules de leucémiques (Institut Mérieux, à Lyon), ou à partir de rates, riches en globules blancs, à Rennes.

Mais il est vraisemblable que ces méthodes classiques vont céder le pas à l'ingénierie génétique. Il y a deux ans, le Pr Charles Weissmann, de l'université de Zurich, annonçait qu'il était parvenu à greffer à de simples bactéries coliformes (*Escherichia coli*) des gènes de l'interféron, et que des cultures bactériennes produisaient cette substance. Le Dr Weissmann fait partie de la société Biogen S.A., à Genève, une des grandes firmes multinationales d'ingénierie génétique.

Les deux autres grandes sociétés de génie génétique, Cetus et Genentech (Californie), n'ont pas tardé à suivre, et il semble que ce soit Genentech, associé à la firme pharmaceutique multinationale Hoffmann Laroche, qui mène la course à l'interféron, dont on a évalué le marché potentiel à quelque 30 milliards de dollars par an. Genentech produit de l'interféron "classique", mais aussi de l'interféron de bactéries "greffées" du gène de l'interféron leucocytaire humain. L'interféron ainsi obtenu est pratiquement identique à l'interféron humain, alors que celui de Biogen ne l'est pas.

Cet inferféron bactérien de Genentech a été le premier à avoir reçu l'autorisation pour une expérimentation humaine. Ces essais ont récemment commencé sur huit malades cancéreux au centre médical de l'université de Stanford, et huit autres au fameux M.D. Anderson Hospital and Tumor Institute, à Houston (Texas). Les premiers résultats ont été présentés au congrès international sur l'interféron à San Francisco : l'interféron bactérien semble identique à l'interféron "classique", et l'on a constaté des régressions de tumeurs chez certains patients. Il est néanmoins trop tôt pour en tirer des conclusions quant au traitement de cancers, le nombre de cas traités étant insuffisant. L'espoir d'un traitement anti-cancéreux, si souvent mentionné, doit être confirmé par une expérimentation rigoureuse, sur de nombreux malades atteints de différentes formes de cancer.

Depuis le congrès de San Francisco, la firme

(suite du texte page 162)

APPRENEZ A JOUER AVEC L'AVENIR



POUR SEULEMENT

985 F TTC

Le micro-ordinateur ZX 81 (167 x 175 mm) est livré avec câbles et connecteurs pour raccordement TV et cassettes, un régulateur incorporé 5 V et le manuel BASIC ZX 81.

- Mémoire morte ROM BASIC 8 K-octets
- Mémoire vive RAM 1 K-octets extensible à 16 K-octets (pour 650 F supp.)
- Fonction d'entrée des "mots-clés" par une touche • Contrôle des erreurs de programmation • Gamme complète de fonctions mathématiques. Traçage de graphiques • Tableaux numériques et chaîne multi-dimensionnelle • 26 boucles FOR/NEXT • Fonction RANDOMISE • Chargement et sauvegarde des programmes sur cassette • Conception évoluée à 4 circuits. (emb. et port gratuits T.V.A. comp.) Pour toute inform. : 359.72.50 (4 l. groupées)

Micro-ordinateur Sinclair ZX 81. En une journée, vous lui parlerez comme à un vieil ami.

L'informatique, c'est la révolution du XX[e] siècle. Ses progrès et son extension iront croissant. Vous le savez, et vous savez aussi que, plus tôt vous l'apprendrez, mieux vous serez à même de "vivre avec votre temps".

Au bureau, à la maison, au lycée, l'ordinateur ouvre de nouvelles voies. Préparez-vous dès maintenant à les emprunter.

Micro-ordinateur ZX 81 : facile à comprendre simple à utiliser.

Le micro-ordinateur ZX 81 est le premier appareil qui va vraiment vous permettre de pénétrer les mystères de l'informatique, ou, si vous les connaissez déjà, de posséder personnellement un matériel de travail à la fois simple et perfectionné.

Il emploie le langage le plus courant, le BASIC. Il contient une mémoire ROM BASIC 8K-octets, qui constitue "l'intelligence domestiquée" de l'ordinateur.

Son clavier se compose de 40 touches, mais, utilisé avec le système d'entrée des mots-clés par une seule touche, il donne l'équivalent de 91 touches. Il se connecte sur n'importe quel téléviseur. Vous pouvez aussi le relier à tout type d'enregistreur à cassettes pour conserver et réutiliser vos programmes.

Le manuel : des principes de base aux programmes les plus complexes

Le micro-ordinateur ZX 81 est accompagné d'un manuel de programmation (en français) en langage BASIC. Il vous aide à étudier les premiers principes d'utilisation et de fonctionnement, puis à élaborer les programmes de travail – ou de jeu – dont vous avez besoin.

C'est un guide indispensable... dont vous saurez vite vous passer !

Il existe aussi des programmes déjà enregistrés sur cassettes. Vous en recevrez tous les détails avec le ZX81.

Des performances étonnantes

Le ZX81 travaille en système décimal, traite les logarithmes et les fonctions trigonométriques ; il trace des graphiques et construit des présentations animées.

Il peut agir en deux modes logiciels sélectables : RAPIDE et LENT.

Il identifie immédiatement les erreurs de programmation.

Sa mémoire vive d'1 K-octets peut être portée à 16 K-octets, multipliant par 16 la capacité de la mémoire des données/programmes.

En option pour 690 F : l'imprimante

Conçue exclusivement pour le ZX 81, cette imprimante écrit tous les caractères alphanumériques sur 32 colonnes, et des fonctions graphiques évoluées. Ainsi, COPY inscrit tout ce qui se trouve sur l'écran... Elle vous rend de grands services pour un petit prix.

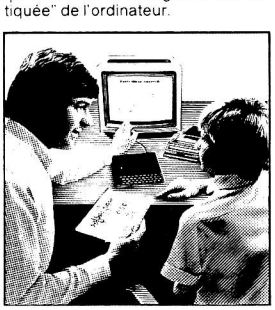
Pour commander votre ZX 81.

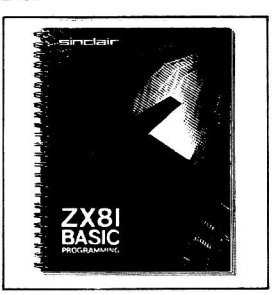
Par coupon-réponse, en utilisant l'imprimé ci-dessous.

Vous pouvez payer par chèque ou par mandat-postal.

Quel que soit le cas, vous recevrez sous 4 semaines votre micro-ordinateur Sinclair. Votre imprimante vous sera expédiée sous un délai de 10 semaines. Et, bien entendu, vous disposez de 14 jours pendant lesquels vous pouvez demander le remboursement. Nous voulons que vous soyez satisfait, sans doute possible, et nous sommes convaincus que vous le serez.

sinclair ZX81





Découpez ce bon et envoyez-le à : DIRECO INTERNATIONAL, 30, avenue de Messine, 75008 Paris.

Je désire recevoir sous 4 semaines (ou 10 semaines pour l'imprimante), par paquet-poste recommandé :

☐ le micro-ordinateur Sinclair ZX 81 en kit avec son adaptateur secteur et le manuel BASIC pour le prix de 764 F T.T.C.

☐ le micro-ordinateur Sinclair ZX 81 monté avec son adaptateur secteur et le manuel BASIC pour le prix de 985 F T.T.C.

☐ l'extension de mémoire RAM (16 K-octets) pour le prix de 650 F T.T.C.

☐ l'imprimante pour le prix de 690 F T.T.C. (paiement séparé).

Je choisis de payer :

☐ par C.C.P. ou chèque bancaire établi à l'ordre de Direco International, joint au présent bon de commande.

☐ directement au facteur, moyennant une taxe de contre-remboursement de 14 F.

10 S.V.

Nom _____

Prénom _____

Profession _____

Rue ou Lieu-dit _____ N° _____

Commune _____ Code postal _____

Localité du bureau de poste _____ Signature

(Pour les moins de 18 ans, signature de l'un des parents.)

Démonstration chez Direco-International

LA JEUNESSE PAR "CELLULES FRAÎCHES" : UN MYTHE FLAPPI

L'on essaie actuellement, à grands efforts publicitaires, de relancer le traitement de la vieillesse et de maladies vraiment très nombreuses par injections de cellules animales fraîches. Vieille de près d'un siècle, et guère plus solide pour autant, cette technique semble de plus en plus contestable, du fait des progrès de l'immunologie.

Le "traitement" des maladies et du vieillissement par l'injection de cellules fraîches de fœtus animaux, est de retour. Cette vedette flappie d'un spectacle somme toute pathétique, puisqu'il est celui des espoirs de santé et d'éternité, n'en finit pas de changer de tête. A l'occasion d'un congrès récent de "cellulothérapie" organisé à Monte-Carlo, avec la participation et le soutien du célèbre Pr Barnard, par la clinique La Prairie, les participants se sont vu remettre un dossier complet. Y figuraient le texte des allocutions du Pr Velley (université de Clermont-Ferrand) et de Chris Barnard, une revue détaillée des résultats (avec de nombreux schémas et une luxueuse plaquette pulicitaire vantant les mérites de la méthode et des médecins responsables), ainsi que les tarifs pratiqués. Aucune mention toutefois des arguments scientifiques nombreux opposés à la cellulothérapie, et qui ont abouti à une condamnation par l'Académie de Médecine.

Un brin d'histoire pour commencer. Le Dr Niehans, chirurgien suisse installé à Vevey, est appelé en 1931 au chevet d'une jeune patiente opérée d'un goitre thyroïdien. L'intervention a lésé les parathyroïdes, glandes vitales du fait des secrétions hormonales qu'elles produisent. La malade est dans un état grave. Niehans imagine de "greffer" des cellules embryonnaires de parathyroïde de veau à la patiente mais, pressé par le temps, il se contente de faire un broyat de ces glandes qu'il injecte directement à la patiente. La jeune femme a survécu : c'est le début de la célébrité et de la fortune pour Niehans, grâce au "cas" monté en épingle dans la presse.

Niehans diversifie alors sa méthode, effectuant des prélèvements d'organes de foetus animaux : testicules, ovaires, placenta, peau, surrénales, rein, intestin, foie, cœur, thyroïde, hypophyse. Les préparations cellulaires sont utilisées et "guérissent" les nains, les mongoliens (trisomiques 21), l'obésité, le retard mental, la cirrhose du foie, l'impuissance et l'homosexualité(!) ainsi que "certaines formes" d'insuffisance cardiaque.

La méthode fait fureur. Il faut dire qu'elle a eu de célèbres précurseurs : Brown-Séquard, qui donne son nom a un syndrome neurologique, s'était injecté des cellules de testicule de chien et, à 71 ans, "rendait visite" à son épouse. Las, l'immortalité lui fit faux bord assez vite après. Puis Filatov, avec ses "stimulants biogènes", guérissait la myopie, la lèpre, les maladies des os et la vieillesse prématurée. Bogomoletz et son sérum "anti-vieillissement" du tissu conjonctif, donna, lui, 20 ans de jeunesse en plus. Carrel et ses cellules de cœur de poulet éternelles monta aussi sur le bateau, et Voronoff greffa des testicules de singe à ses patients atteints d'impuissance !

Niehans perfectionne sa méthode en utilisant des cellules embryonnaires animales d'organes différents, les mélangeant en proportions diverses selon le cas, utilisant les cellules de testicule de bélier pour les vieillards qui veulent rajeunir, d'hypothalamus, de placenta, etc.

La cellulothérapie (qui a changé de nom et s'appelle maintenant la "micro-transplantation cellulaire" — MTC) a été appliquée à de nombreux patients depuis une trentaine d'années. Les résultats exposés au congrès de Monaco montrent un "indice" de satisfaction très élevé de la clientèle et cette méthode a, semble-t-il, amélioré de nombreux troubles. Les maladies pulmonaires sont traitées par cellules de pou-

Dessin Wiaz

mon de mouton, les atteintes hépathiques par des cellules embryonnaires de foie, etc... Les indications se "précisent" peu à peu et sont exclues les maladies infectieuses évolutives, les atteintes dégénératives, les cancers.

Naturellement, le diabète insulino-dépendant peut être traité par les cellules fraîches. Par contre, les successeurs de Niehans ont, semble-t-il, renoncé à guérir les leucémies aiguës. Il faut cependant noter que dans tous les cas l'amélioration est subjective et non pas le fait d'une observation classique. Par ailleurs, la plupart des troubles traités sont d'origine psychosomatique, c'est-à-dire que l'angoisse, la dépression du patient se traduisent physiquement par des troubles au niveau d'organes qui ne sont pas atteints en eux-mêmes (par exemple, manque d'appétit, constipation, douleurs cardiaques, etc.). Donc les questions que l'on est en droit de se poser sont les suivantes : la MTC est-elle une méthode efficace objectivement ? Est-elle par ailleurs inoffensive ?

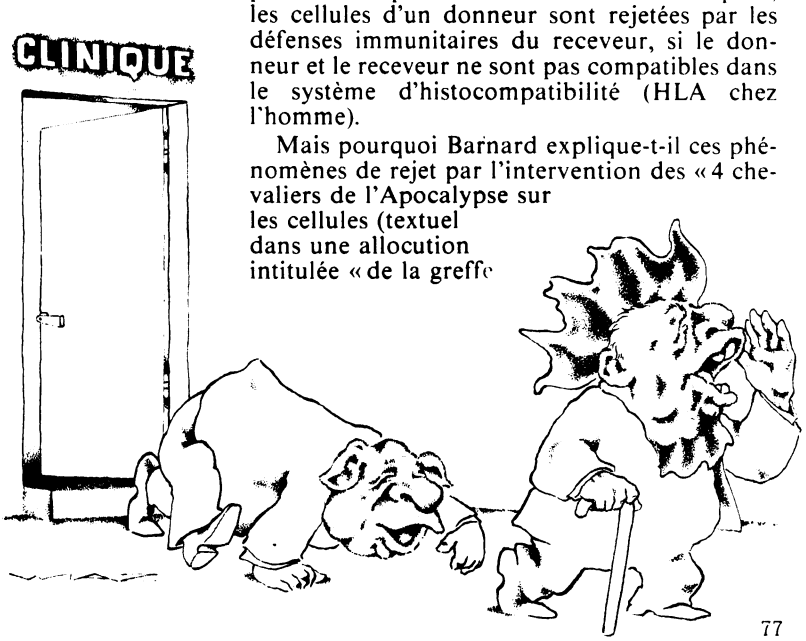
La démarche du chercheur médical consiste à trouver l'explication scientifique d'une méthode découverte par hasard dans un domaine donné (certains extraits de plantes ayant des propriétés médicales ayant été étudiés, on en a tiré des molécules ou on les a synthétisées). Dans le cas d'une nouvelle molécule, l'expérimentation suit un trajet méthodologique très précis de l'animal à l'homme, défini par des organismes internationaux. A chaque phase d'expérimentation le produit peut être abandonné, soit à cause de sa toxicité à doses normales, soit parce qu'il n'est pas plus efficace qu'un autre. Le médicament est ainsi passé au crible de la critique méthodologique ; il a subi l'épreuve du feu que constitue la publication des résultats dans une revue scientifique internationale ; il devra encore faire la preuve de sa non-toxicité en utilisation normale. Si des effets secondaires imprévisibles surviennent, le produit peut être interdit purement et simplement (bismuth, talc Morhange, etc.).

De plus, les critères se sont modifiés avec le temps et l'augmentation des connaissances. C'est ainsi que même l'aspirine (consommée par milliers de tonnes par an dans le monde) ne pourrait affronter la barrière de la Food and Drug Administration américaine : depuis le début de son utilisation, les effets secondaires mis en évidence interdiraient la délivrance des brevets nécessaires à sa commercialisation. Apparement, la MTC n'a jamais fait l'objet de ce type d'étude : pas de groupes témoins, pas d'expérimentations en double aveugle, les statistiques (échantillons de taille et de caractère significatifs) n'existent pas, la mesure des effets n'est pas faite.

Il est donc clair que les applications de la méthode ont été arbitraires. De temps en temps, sans doute, le "mode d'action" est expliqué dans un langage pseudo-scientifique. Les mots et les concepts sont ceux du langage scientifique du moment pour donner un coup de jeunesse à la littérature. Et le futur client s'y noie, tandis que le scientifique s'étonne de n'y rien comprendre ! Mais où sont les preuves expérimentales qui peuvent faire dire què l'injection de cellules cardiaques de fœtus de mouton "stimulent" et "rajeunissent" le cœur de l'être humain receveur ? Qu'est-ce que l'"amélioration" d'un trisomique 21 ?

Réponse type 1 : pas besoin de preuves, nous ne sommes que d'humbles médecins. Voyez l'indice de satisfaction de la clientèle. Réponse type 2 : les connaissances scientifiques actuelles ne sont pas assez avancées pour expliquer le phénomène, mais il existe. Voyez (refrain) l'indice de satisfaction de la clientèle. Néanmoins, le Pr Barnard, conseiller scientifique de la clinique La Prairie, haut-lieu de la cellulothérapie, essaierait le mode d'action de cette thérapeutique. Contrairement à ses prédécesseurs, qui affirmaient que les cellules restaient vivantes, il fait un grand pas en reconnaissant que les cellules injectées sont probablement détruites par l'organisme du receveur. Sans doute a-t-il pratiqué suffisamment de transplantations d'organes pour savoir qu'à l'intérieur d'une même espèce, les cellules d'un donneur sont rejetées par les défenses immunitaires du receveur, si le donneur et le receveur ne sont pas compatibles dans le système d'histocompatibilité (HLA chez l'homme).

Mais pourquoi Barnard explique-t-il ces phénomènes de rejet par l'intervention des « 4 chevaliers de l'Apocalypse sur les cellules (textuel dans une allocution intitulée « de la greffe



des organes à la greffe des cellules » et prononcée à Monte-Carlo) ? Le rejet de greffe xénogénique (provenant d'une autre espèce) n'est plus à démontrer. Comment pourraient donc agir ces cellules détruites ? Probablement en libérant des produits actifs lors de leur destruction (hormones, enzymes, ADN...). Nous pourrions peut-être inspirer aux inventeurs et promoteurs de la cellulothérapie, qui semblent manquer d'idées en matière de recherche, quelques méthodes pour isoler leurs produits actifs et avancer dans leurs travaux. Mais si ces cellules sont détruites, pourquoi injecter des cellules vivantes fraîches ? Pourquoi parler d'"implantation cellulaire" ? Pourquoi faut-il que l'injection soit faite moins d'une heure après le recueil des fœtus ? Pourquoi, sinon pour impressionner le public, laisser croire que ces cellules injectées vont remplacer ses propres cellules défaillantes ?

Il ne pourrait s'agir dans ce cas que d'une tromperie et finalement, si cette méthode améliore les patients atteints de troubles psychosomatiques, c'est tant mieux, dira-t-on. A ce détail près que la cellulothérapie n'est pas "donnée". En 1958, le traitement complet revenait à un millier de francs. En 1981 il oscille entre 8 000 et 10 000 FS. Non compris les examens spéciaux et les honoraires des consultants. A la réservation, il faut verser 500 FS (1 500 FF environ) d'arrhes et, à l'arrivée, 5 000 FS d'acomptes. Le solde à la sortie. Pas de chèques personnels, uniquement des chèques certifiés par la banque et/ou des chèques de voyages.

Mais le problème est que l'injection de cellules vivantes d'une autre espèce est dangereuse. Ces dangers sont niés par les inventeurs de la méthode. Mais là encore, leur argumentation défaille : ils ne rapportent que des expériences imprécises d'essais de toxicité sur des animaux, dont l'espèce n'est d'ailleurs pas toujours précisée. Ils estiment que le matériel embryonnaire a une antigénicité peu développée, ce qui reste à prouver, surtout s'il s'agit de matériel provenant d'organes bien différenciés (les auteurs utilisent différents mélanges de cellules d'organes : testicule, cerveau, ovaire, intestin, foie, rate, poumon), et ils concluent que l'absence totale de toxicité reflète le caractère naturel et biologique de la méthode. A ce compte-là, injecter du sérum physiologique (eau salée à 0,8 % de chlorure de sodium pour 100 ml) est tout à fait inoffensif (c'est la concentration naturelle du plasma) et présente donc un caractère naturel et biologique.

Pourtant, cette thérapeutique comporte deux risques majeurs.

Risques infectieux. Il paraît que des échantillons de cellules embryonnaires sont prélevés en milieu aseptique et examinés avant chaque injection, afin d'éliminer tout risque infectieux (document clinique La Prairie SA). On ne sait pas ce que recouvre le terme "examiné", et de toute façon, aucun examen bactériologique n'est possible du fait du très court délai entre le prélèvement et l'administration du produit. Des micro-organismes éventuellement contenus dans ces préparations, mis en culture dans les conditions idéales, ne font de colonies et ne sont identifiables qu'après une période beaucoup plus longue. Mais le tissu prélevé ne garde ses propriétés, d'après les promoteurs, qu'une heure et doit donc être utilisé avant ce délai. D'autre part, un matériel vivant ne pouvant pas être stérilisé, le risque de contamination microbienne, et en particulier virale et parasitaire, ne peut être écarté a priori, malgré la rhétorique publicitaire (absence de maladie bactérienne ou virale sont les caractéristiques de notre élevage). Cela s'appelle le méthode Coué...

Risques immunitaires. Ce sont ceux de choc anaphylactique et de sensibilisation ultérieure des sujets aux antigènes de mouton. Ce risque semble être pris en considération, puisque (document du congrès de Monaco 1981 à l'appui) des antihistaminiques semblent accompagner le plus souvent les injections de cellules de mouton. Les antihistaminiques inhibent l'action de molécules impliquées dans les réactions immunitaires immédiates, comme le choc anaphylactique. Néanmoins, ces antihistaminiques ne peuvent empêcher le sujet de s'immuniser contre les antigènes de mouton, avec un risque de choc très grave, lors d'injections ultérieures, ou lors de la remise au contact de l'organisme avec ces antigènes. Ces dangers ne peuvent être écartés.

Finalement, ces risques ne valent-ils pas la peine d'être encourus, si la méthode guérit ? Actuellement, des médicaments sont utilisés malgré un risque lié à leur utilisation et l'effet obtenu est dû à une activité prouvée et mesurée par une expérimentation sérieuse. Mais il faut que l'effet bénéfique soit supérieur aux effets secondaires (certains antibiotiques ont une toxicité pour l'oreille, mais sont actifs sur le bacille tuberculeux). Nous sommes loin du compte.

N'oublions pas que les patients des cellulothérapeutes ont été traités à leur insu par psychothérapie, parce que c'est bien aussi une psychothérapie que d'injecter des cellules vivantes à des patients venus de loin, qui ont payé cher et qui croient donc d'avance aux bénéfices de la méthode.

Ce n'est pas contre les bienfaits de cette psychothérapie injectable qu'il faut s'élever, mais contre ses dangers réels. Prouvez donc ces dangers, objectent certains. Mais non ! Ce n'est pas à la communauté scientifique de faire la preuve de l'inefficacité de la méthode, mais à ses auteurs de passer celle-ci au crible de la critique (par une expérimentation stricte et sérieuse). Ce n'est jusqu'ici que forcée par la rumeur et les médias, que cette communauté a dû prendre la parole à plusieurs reprises pour condamner la cellulothérapie. Les uns disent : « Donnez-nous une preuve », les autres répondent : « Croyez et vous serez exaucés. » Rien de neuf là-dedans.

Jean-Michel BADER
et Laurence SCHAFFAR ■

RECHERCHE

PALÉONTOLOGIE

UNE MÂCHOIRE QUI CHANGE L'HISTOIRE DES MAMMIFÈRES

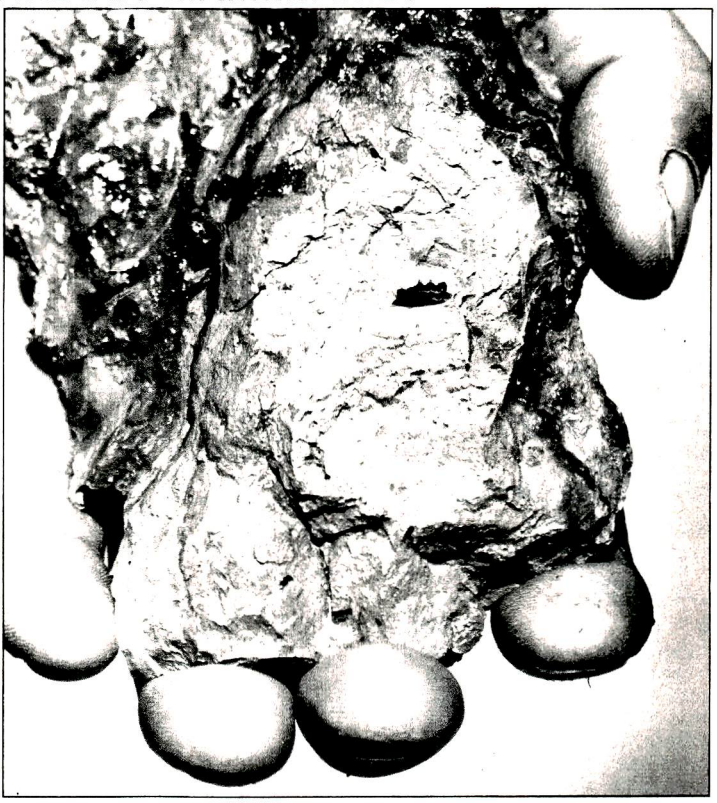
● Cette mâchoire fossile ne mesure pas plus de 1 cm de long. Elle suffit à remettre en question les idées en matière d'évolution des mammifères.

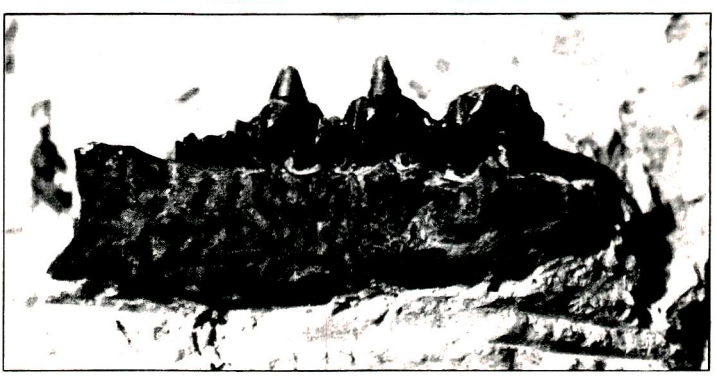
Elle a été découverte en Arizona cette année par le Pr Farish Jenkins, professeur de biologie à l'université Harvard et conservateur de la collection de vertébrés fossiles au Musée de zoologie comparative de cette université.

Normalement, un vertébré fossile appartient obligatoirement soit au groupe ou taxon des Morganucodontidés, dont descendent les mammifères ovipares d'Australie et de Nouvelle-Zélande, soit au taxon des Kuehneothéridés, dont descendent tous les mammifères actuellement connus, éteints ou vivants. Or cette mâchoire-là n'est ni vraiment ceci, ni vraiment cela : la forte protubérance centrale et le sillon central des molaires ne ressemblent ni à la protubérance triangulaire des Kuehneothéridés, ni à celles, rondes et parallèles, des Morganucodontidés. Il s'agit sans doute d'un troisième groupe de mammifères, dont ce serait là le seul vestige connu.

Ce qui semble confirmer la thèse de Jenkins, c'est l'âge du vestige : 180 millions d'années, c'est-à-dire quelque part entre le Triasique tardif et le Jurassique, époque à laquelle les mammifères se détachèrent du tronc des reptiles et où les dinosaures apparurent.

Qu'est-ce que c'était comme animal ? Une sorte de souris qui se nourrissait probablement d'insectes. Que sont de-





Photos A. Coleman

venus ses descendants? Telle est la question qui se pose actuellement, si Jenkins a bien raison de déduire de sa découverte l'existence d'un troisième embranchement de mammifères. Fût-ce un rameau court, qui n'eut pas de prolongements? Ou bien faut-il revoir l'évolution des mammifères de plus près?

MÉDECINE

MAIGRES, SI VOUS SAVIEZ...

● Nouvelle découverte de la célèbre enquête de Framingham, menée depuis 1949 sur les quelque 5000 habitants de cette petite ville du Massachusetts, sous tous les angles imaginables: les gens maigres qui ne fument pas sont ceux qui vivent le plus longtemps, mais s'ils fument, ils sont parmi ceux qui vivent le moins. Cette dernière constatation statistique contredit une autre qui voulait que ce fussent les gens modérément obèses qui vécussent le plus longtemps.

ASTRONOMIE

UN GRAND NUAGE MOLÉCULAIRE AU BORD DE LA VOIE LACTÉE

● Le Dr Marc Kutner, astrophysicien américain, et son assistante Kathryn Mead ont détecté à l'aide du radiotélescope de Kitt Peak (Arizona) un ensemble de grands nuages moléculaires atteignant pour certains 200 années-lumière de diamètre, et situés en moyenne à 40000 années-lumière de la Terre. Chaque nuage possède une masse d'environ 100000 soleils. Il pourrait s'agir de fragments appartenant à un bras de notre galaxie jusque-là insoupçonné, du fait que les observations se concentrent habituellement dans le plan de la Galaxie. Pour le Dr Kutner, la présence de tels nuages moléculaires près de nous implique qu'il se forme des étoiles, au voisinage du Soleil, à un rythme deux fois plus grand qu'on ne le pensait.

ASTRONOMIE

LA CONSTANTE DE NEWTON EST PEUT-ÊTRE INCONSTANTE

● La loi de la gravitation de Newton est une des clés de voûte de la science moderne. Même Einstein, dans sa théorie de la relativité, ne l'a pas remise en cause.

Or, cette loi n'a jamais été parfaitement confirmée par les expériences de laboratoire. La force d'attraction gravitationnelle, celle qui régit le mouvement des astres, est en fait très faible comparée aux forces électromagnétiques par exemple. Il est donc très difficile de la mesurer dans un laboratoire. Par conséquent la constante de gravitation "G" qui apparaît dans l'expression de cette force n'est déterminée qu'avec une précision très relative (il est impossible d'évaluer la valeur de "G" (1) à partir des observations astronomiques).

L'incertitude qui pèse sur cette illustre loi n'a jamais cessé de perturber les convictions, sinon les esprits des physiciens. Dès 1938, Dirac émettait une hypothèse audacieuse: certaines constantes de la physique ne sont pas constantes; elles varient en fonction du temps. En particulier "G", la constate de gravitation, varie en raison inverse de l'âge de l'Univers, c'est-à-dire qu'elle s'affaiblit en vieillissant. Aucune expérience n'a réussi à confirmer cette hypothèse et "G" a pu sauvegarder sa qualité de constante universelle.

Mais en 1971, Fujii Yasunori, de l'université de Tokyo, essayant de relier par des calculs théoriques la physique des particules élémentaires à la gravitation, arrive à une conclusion déconcertante : "G" est fonction de la distance à laquelle la force de gravitation est mesurée. A l'échelle astronomique, la valeur de "G" tend vers une constante; par contre, quand la distance est comprise entre 1 et 10 cm, ou inférieure à 1 cm, "G" est variable.

De nouveau la constance de la constante "G" est donc remise en cause. Des tests de laboratoire et des données géophysiques semblent confirmer cette hypothèse. En 1976, Daniel R. Long, de l'Eastern Washington State College, fait état d'expériences de laboratoire mettant en défaut la loi de Newton pour des courtes distances. Mais des expériences utilisant d'autres méthodes semblent contredire ces résultats. Par exemple, H. Hirakawa, de l'université de Tokyo, a fait une vérification en laboratoire de la loi de Newton avec une précision de 3%. Cependant une mesure effectuée avec une marge telle d'erreur est encore grossière. En tous cas son imprécision est suffisante pour ne pas récuser les constatations de R. Long.

Très récemment, en juillet 1981, Stacey et Tuck, de l'université du Queensland, en Australie, mettent en évidence la non-validité de la loi de Newton pour des courtes distances. Ils effectuent une série de mesures en laboratoire et utilisent des données géophysiques pour estimer la valeur de "G". Pour cela, ils prennent quatre groupes de données géophysiques concernant la gravitation. Trois de ces groupes proviennent d'observations mettant en jeu la profondeur d'un puits de mine et le quatrième a été établi à partir d'examens effectués entre la surface et le fond marin du golfe du Mexique. Toutes les valeurs de "G" déduites de ces données sont significativement supérieures à celles déterminées généralement en laboratoire.

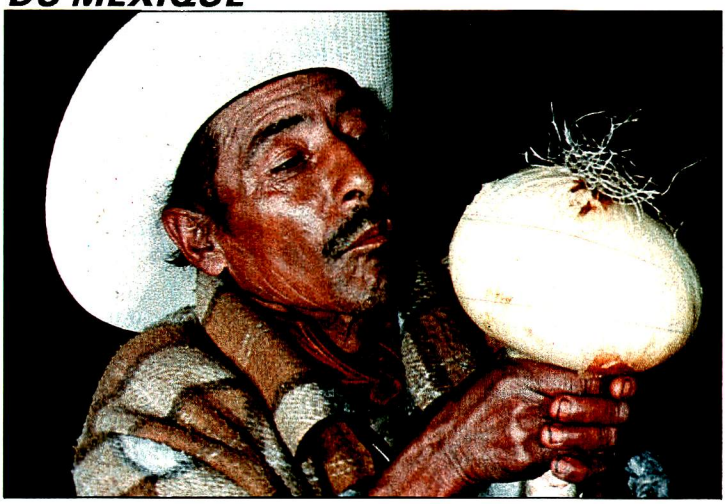
Aucune conclusion définitive n'a encore été tirée de ces études, et Stacey et Tuck font remarquer dans leur rapport « qu'il est nécessaire de mettre en œuvre de toute urgence de nouvelles expériences afin de tester la validité de la loi de Newton ». Et ils ajoutent: « Il est grand temps que les physiciens se départissent de leurs scrupules et examinent stoïquement une loi plus vénérable ».

(1) La force gravitationnelle s'exerçant entre deux corps est égale à "G" fois le produit de leurs masses divisé par le carré de la distance qui les sépare. "G" est la constante universelle de gravitation à ne pas confondre avec "g" qui est l'accélération de la pesanteur.

●● ***Brûlée à 90% et sauvée!*** *C'est le cas d'une femme de Montréal qui, brûlée à 60% au 2e degré et à 30% au 3e, a quand même été sauvée par l'équipe du Pr Guy Lemieux, de l'Hôtel-Dieu de Montréal.*

BOTANIQUE

LES "MONSTRES" POTAGERS DU MEXIQUE





Photos M. Baretto

● Un chou de 22 kg et d'un mètre de diamètre, un oignon de 2,3 kg et de 30 cm de diamètre, une tomate de 60 cm de circonférence... Il n'en faut pas plus pour affoler les esprits friands d'extraordinaire. Ces monstres potagers ont été obtenu au Mexique par José Carmen, analphabète qui ne connaît la botanique que par l'amour qu'il porte aux plantes. Sans doute cet amour est-il très grand, puisque Carmen obtient de bien meilleurs résultats que ses voisins.

Toujours est-il que le "miracle" s'explique... à merveille ! Carmen cultive dans une vallée dominée par sept volcans ; or, comme le savent les habitants de la Limagne, par exemple, le sol volcanique est riche en potasse, phosphore et sels minéraux. Par ailleurs, le Mexique bénéficie d'une très forte luminosité et c'est pourquoi le maïs peut y atteindre 6 m de haut (ce dont souffre d'ailleurs la qualité des épis). Voilà déjà de beaux atouts.

Il est par ailleurs probable que Carmen arrose suffisamment ses cultures (en arrosant au bon moment, on fait 1 kg de matières sèches avec 300 litres d'eau) et qu'il sait espacer ses semis (le poids d'un légume n'a de sens que si l'on connaît le degré de compétition qu'il a subi). Sans doute aussi le jardinier favorisé a-t-il choisi ses variétés. Nous avons déjà en France le fameux "Quintal d'Alsace", un chou bien nommé, puisqu'il pèse de 7 à 10 kg et donne des rendements de 100 t et plus à l'hectare.

Nul besoin, donc, d'invoquer la sorcellerie ou les secrets des anciens Indiens. Jules Verne imagina déjà, dans *Le Docteur Ox,* un dérèglement potager sous l'influence d'une suroxygénation : « Il fallut, écrit-il, se mettre à deux pour manger une poire et à quatre pour un melon. »

ASTRONOMIE

EXISTE-T-IL UNE ÉTOILE SUPERMASSIVE DANS LE GRAND NUAGE DE MAGELLAN ?

● Le complexe 30 Doradus, dans le grand nuage de Magellan, n'a pas fini d'étonner les astronomes qui observent sous le ciel austral. Cette gigantesque nébuleuse est en effet si étendue, donc si lumineuse, qu'elle brillerait autant que la pleine lune si elle était située à la même distance qu'une nébuleuse intragalactique comme celle d'Orion (connue sous le matricule M 42), qui, à côté, fait bien pâle figure.

Des sources de rayonnement ultraviolet intense ionisent cette masse de gaz pour lui donner une telle luminosité, et en particulier l'objet R 136, observé intensément par le satellite IUE, satellite astronomique équipé pour l'observation dans l'ultraviolet. Mais on ne sait pas encore s'il s'agit d'un ensemble d'étoiles très chaudes, ou d'un astre unique, supermassif.

Dans ce cas, il aurait un diamètre 100 fois plus grand que celui du Soleil, une masse 3000 fois supérieure et une luminosité 100 millions de fois plus intense...

LA PREUVE PAR LE PASSÉ



● A ceux de nos lecteurs qui se sont déclarés convaincus du caractère fallacieux des interprétations de Nostradamus et qui nous ont félicités pour notre article sur la question dans notre numéro de novembre (*S & V* nº 771), aussi bien qu'à ceux qui nous ont reproché notre scepticisme, nous offrons ici une pièce à conviction : il s'agit d'un ouvrage d'interprétations de Nostradamus. Imprudemment, l'auteur avait inscrit en exergue la pensée suivante de Pascal : « On ne comprend les prédictions que lorsqu'elles se sont réalisées. » O combien !

●● ***65% des enfants nouveau-nés préfèrent dormir la tête penchée à droite*** *pendant les deux premiers mois de leur vie. Il se pourrait que cette préférence développe le caractère droitier.*

●● ***Le fumier des éléphants du zoo de Baltimore (Maryland, USA) est transformé en alcool.*** *Les quelque 40 kg de fumier quotidien produisent 30 gallons par semaine de "Jumbo gas".*

PRÉVOIR LES ÉRUPTIONS SOLAIRES

● Les éruptions solaires n'ont rien de comparable avec les éruptions volcaniques sur Terre : il s'agit en fait de phénomènes qui se produisent près de la surface visible du Soleil, avec éjection dans l'espace d'un flot intense et continu de particules (protons, électrons). Ces particules atteignent la Terre environ deux jours plus tard, provoquant des aurores polaires, des perturbations dans les télécommunications ou les dispositifs magnétiques, et parfois des pannes d'ordinateurs ; sans compter les effets encore insoupçonnés sur le temps et le psychisme humain par exemple. La prévision de telles éruptions est donc d'une grande importance.

Or des scientifiques de l'observatoire solaire de Stanford annoncent qu'ils ont mis au point une méthode permettant de déclencher l'alerte aux éruptions solaires avec 3 jours d'avance. En outre, ils ont découvert que certaines éruptions se traduisent par des effets importants sur Terre, alors que ce n'est pas le cas pour d'autres, pourtant identiques d'aspect ; bien entendu, ils ont aussi appris à les différencier. Il existe une corrélation entre l'intensité du champ magnétique à l'endroit de l'éruption et l'effet de celle-ci sur l'accélération de particules dans le vent solaire. Si la zone active possède un nord magnétique dirigé vers le nord de l'astre, il n'y a pas d'effets importants ; si, en revanche, il est dirigé vers le sud, l'éruption aura des effets intenses. Pour découvrir ce phénomène les auteurs de l'étude, J. Wilcox, P. Scherrer et H. Lundstet (astronome suédois en stage à Stanford) ont étudié 80 grandes éruptions survenues d'août 1978 à novembre 1979. L'explication physique de cet effet n'est pas encore connue, mais le fait que le phénomène ait été inverse pour deux observations anciennes (1967 et 68) qui ont été examinées montre qu'il y a inversion avec le cycle solaire magnétique de 22 ans, qui correspond à deux fois le cycle d'activité bien connu de 11 ans.

La méthode de Stanford permet donc de savoir si une éruption va être ou non dangereuse ; si oui, il reste alors trois jours pour se préparer à l'affronter.

LA PLUS CHAUDE DES NAINES BLANCHES

● L'évolution d'étoiles de faible masse (comme le Soleil) conduit à l'apparition d'astres dont le diamètre est voisin de celui de la Terre (10 à 20000 km) pour environ une masse solaire de matière : d'où une densité qui, bien que loin de rivaliser avec celle des pulsars, n'en est pas moins importante : environ 1 million de fois celle de l'eau.

Les naines blanches sont très chaudes et la température superficielle la plus élevée que l'on ait mesuré se situe aux environs de 70000 K. Or une équipe d'astronomes américains (B. Margon, J. Katz et R. Downes) ont repéré dans la Grande Ourse une naine blanche — désignée BE Ursae majoris — dont la température atteint 100000 K, record absolu. Cet astre est situé à 300 années-lumière.

DU SOUFRE SUR EUROPA

● L'observation des planètes lointaines et de leurs satellites par des sondes spatiales est irremplaçable. Il reste toutefois possible d'obtenir encore quelques résultats intéressants en les étudiant depuis la Terre, ou son voisinage immédiat. C'est ainsi que le satellite IUE (International Ultraviolet Explorer) a étudié les satellites galiléens, c'est-à-dire les quatre grosses lunes de Jupiter, et noté dans le spectre d'Europa une raie d'absorption importante sur 280 nanomètres (0,28 microns) : elle implique la présence de soufre à la surface du satellite, ce qui est inattendu, car jusqu'à maintenant on n'en avait décelé que sur Io, autre satellite galiléen.

LE FŒTUS OUVRE LES YEUX À 16 SEMAINES !





Photos Birnholz/Science

● L'exploration d'un corps vivant par ultrasons se raffine. Le Dr Jason Birnholz, professeur de radiologie à la Harvard Medical School à Boston, vient de publier dans *Science* les extraordinaires documents que voici :

Ci-dessus, à gauche, un fœtus de 16 semaines, les yeux entr'ouverts et, à droite, un fœtus de 30 semaines, les yeux bien ouverts. C'est la première fois que l'on a la preuve formelle d'une idée qui n'était jusqu'ici émise qu'avec une extrême prudence : c'est que le fœtus fait l'expérience de la vision bien avant d'affronter la lumière. La technique ultrasonographique, qui semble parfaitement inoffensive, a également révélé que, de la 23e à la 36e semaine, le fœtus passe la plus grande partie de son temps à dormir après ses premières expériences visuelles ; il se formerait un mécanisme inhibiteur qui réduirait également l'amplitude de ses mouvements oculaires.

Quatre types de mouvements d'yeux ont été identifiés :

1. du centre à gauche et à droite vers le bas ;

2. du centre à gauche et à droite sur une ligne médiane ;

3. rotatifs multiples sans périodicité ;

4. répétitifs ou nystagmoïdes.

Anatomiquement, la possibilité de mouvements de ce genre est confirmée par le fait que les noyaux vestibulaires nécessaires sont différenciés vers la 13e semaine. On a même constaté des mouvements du premier type dans un fœtus né avant terme à 12 semaines et demie.

Certaines anomalies constatées chez des fœtus portés par des femmes diabétiques avec hyperglycémie, par exemple, ou encore après transfusion intra-utérine et incompatibilité des rhésus, sembleraient indiquer que le fœtus réagit à une agression de son environnement par un sommeil profond analogue au coma ou de l'agitation, ainsi qu'en témoignent des mouvements d'yeux rapides.

Ces observations suggèrent que "le rêve du fœtus" est une possibilité sérieuse. Étant donné que le rêve, qui survient dans la phase dite de sommeil paradoxal ou REM (*Rapid eye movements*), semble fondé sur la résurgence d'images visuelles, et que l'on ignorait jusqu'à présent que le fœtus pût avoir souvenir d'images visuelles à l'intérieur de l'utérus, cette possibilité n'avait guère retenu l'attention des physiologistes. On supposait donc que le sommeil du fœtus était un sommeil sans rêves. Mais il semble désormais acquis que le fœtus enregistre des "images" dès la 16e semaine. Images bien imprécises, certes, étant donné que la perception des couleurs et de l'espace ne se produit que plusieurs mois après la naissance, mais images quand même associées à des sensations.

●● ***Arthrite rhumatoïde améliorée par radiations*** *par plusieurs médecins de l'université Stanford : réduction de la raideur matinale à 82 %, et de l'inflammation articulaire à 70 %. Mais l'Association interprofessionnelle pour la protection de la santé rappelle les dangers de leucémie après traitement de spondylarthrite ankylosante par radiothérapie.*

LES AFRICAINS ONT-ILS COLONISÉ LE MEXIQUE AVANT COLOMB ?

● C'est en 1939 que l'Américain Matthew Stirling, dirigeant une expédition au lieu dit Tres Zapotes, sur la côte orientale du Mexique, découvrit une gigantesque tête en pierre qui, à l'analyse, se révéla dater du premier millénaire avant notre ère. On devait retrouver par la suite une douzaine de ces têtes, d'un peu moins de trois mètres de haut, sculptées dans un basalte noir et pesant une quarantaine de tonnes.

Ces têtes ont tout de suite intrigué les archéologues par la rupture qu'elles introduisaient dans l'histoire ethnologique de l'Amérique pré-colombienne. Au lieu de présenter les traits ethniques caractéristiques des envahisseurs mongols, jusqu'alors seule source possible du peuplement de l'Amérique, les têtes étaient, ainsi qu'en attestent nos photos ici, de type nettement négroïde. A la place du nez busqué, un nez épaté ; à la place de la bouche fine, des lèvres larges et typiquement négroïdes. A la place des yeux bridés, des yeux droits. De plus, la forme des crânes était, elle aussi, caractéristique des Africains.

Ces têtes, caractéristiques de la civilisation dite "de La Venta", et rattachées à la civilisation olmèque, ne sont pas mythiques, comme c'est le cas de nombreuses autres sculptures olmèques représentant des dieux, mais des portraits. Telle est d'ailleurs la conclusion de l'un des spécialistes les plus respectés en la matière, Jacques Soustelle, dans son livre *Les Olmèques*. « Il s'agit, écrit Soustelle, de personnages suffisamment puissants et vénérés pour que — de leur vivant ou après leur mort — d'immenses efforts aient été consentis afin de tailler ces énormes blocs dans la Sierra de Los Tuxtlas, les transporter jusqu'à La Venta et les sculpter. »

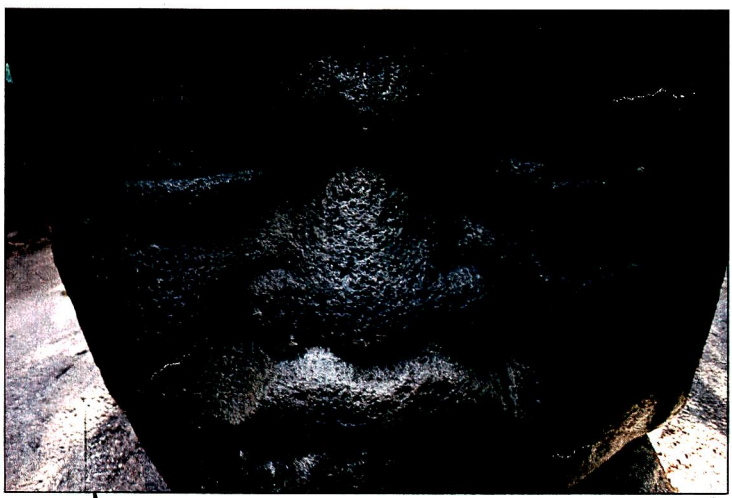
Du caractère négroïde de ces têtes à une immigration africaine, il n'y avait qu'un pas, qui a été franchi dès 1942. Il a été franchi d'autant plus facilement que, jusqu'aujourd'hui, il est impossible d'avancer une explication sérieuse à l'origine des Olmèques et, encore plus, aux traits africains des grandes têtes. Plusieurs savants, y compris Soustelle, ont rejeté cette hypothèse. Il faut dire qu'elle fut basée, à l'origine, sur une immigration égyptienne ; on ne voit guère pourquoi les premiers auteurs qui l'imaginèrent se confinèrent à l'Égypte, alors que les peuplades de l'est africain étaient bien plus indiquées.

Effectivement, un chercheur de l'université Rutgers, Ivan van Sertima, reprend la question à zéro dans un ouvrage récent, *Ils y étaient avant Colomb* (Flammarion), et sur la piste d'Alexander von Wuthenau, spécialiste de la poterie précolombienne qui, lui aussi, se laissa tenter par l'hypothèse d'une immigration africaine en Amérique centrale plusieurs siècles avant Colomb. Il conclut à la probabilité d'un débarquement... malien !

Sertima procède sur deux plans, l'un purement iconographique et iconologique, l'autre ethnographique. Sur le premier, son mérite est de relever



Une des grandes têtes du parc de La Venta : le caractère négroïde est évident dans les lèvres et le nez. Il l'est...

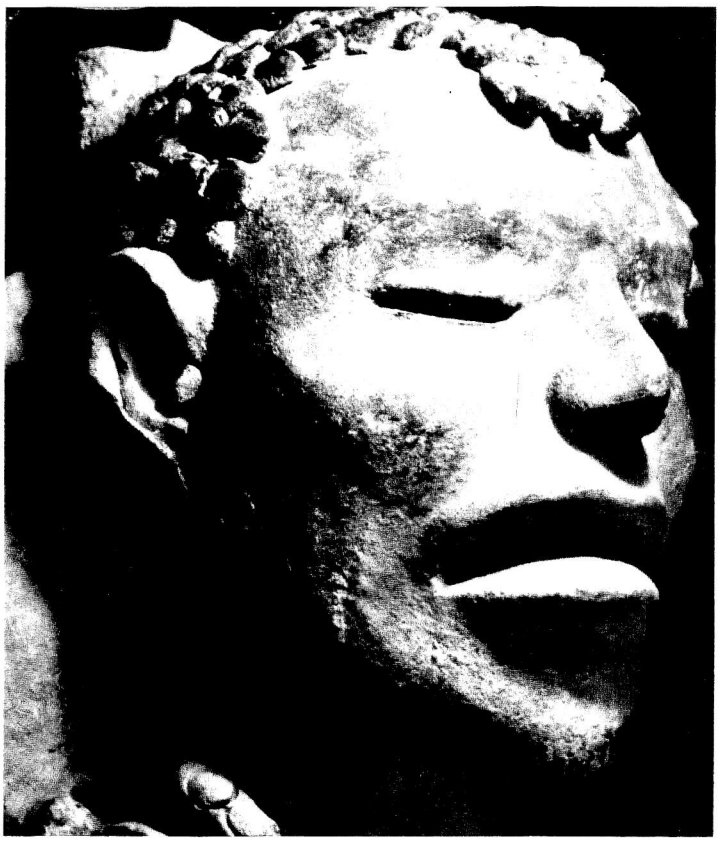


... encore bien plus dans cette autre vue de la tête. Il ne peut s'agir d'aucun type mongoloïde connu.

Photos A.A.A./D.R.

une singularité assez considérable et jusqu'ici méconnue: c'est le fait que certaines têtes de l'art précolombien, et justement celles qui représentent des individus négroïdes, sont peintes en noir. Sans doute, parfois le noir est utilisé chez les Aztèques, par exemple, comme couleur cérémonielle; mais comment expliquer alors la représentation de cheveux crépus coïncidant avec des représentations négroïdes? Il n'existe pas d'ethnie mongoloïde qui présente à la fois des traits négroïdes et des cheveux crépus.

Sertima note également que la représentation "africoïde" n'apparaît pas une seule fois au cours des millénaires, mais qu'elle refait surface à toutes les grandes époques; il y aurait donc eu une présence africaine constante en Amérique centrale, issue, soit d'une seule immigration remontant au premier millénaire avant notre ère, soit de plusieurs débarquements successifs. L'anatomiste polonais Andrzej Wierczinski, étudiant de fait des vestiges humains de cimetières olmèques, note la présence de crânes de type négroïde. Et, en 1513, le navigateur portugais Balboa, arrivant à Panama, constate la présence d'esclaves noirs; il demande aux indigènes leur origine, mais ces derniers s'en révèlent ignorants; les Noirs sont là, un point c'est tout. Ils ne sont pas venus avec Colomb, donc ils étaient là auparavant; mais depuis quand?



Autre pièce à conviction: une terre cuite parmi bien d'autres, qui représente un individu négroïde aux cheveux bien frisés.

Ethnographiquement, on peut déduire du livre de Sertima que les Noirs ont occupé des places assez différentes dans les sociétés précolombiennes. Vénérés au premier millénaire, à l'époque où leurs têtes étaient statufiées à grands frais et à des dimensions surhumaines, ils semblent être tombés, sous les Aztèques, au niveau d'esclaves. De fait, Fray Gregoria Garcia, un moine qui passa neuf ans au Pérou, cite une île au large de Cartagène, en Colombie, où des Noirs étaient tenus dans une sorte de camp de travail: « Nous avons trouvé des esclaves, des nègres, ce furent les premiers que nos gens virent dans les Indes. »

Il semble donc bien établi que les Africains précédèrent Colomb au Nouveau Monde. Et là, deux questions au moins se posent à l'ethnologue aussi bien qu'à l'archéologue:

- Ces Africains se sont-ils mêlés aux ethnies locales mongoloïdes, donnant ainsi l'ethnie Olmèque si caractéristique et si différente des autres ethnies mongoloïdes, ou bien ont-ils constitué une ethnie à part? La présence d'individus et de groupes négroïdes, aussi tard qu'au XVI^e^ siècle, donnerait fortement à penser qu'ils auraient constitué une minorité distincte, mais on ne peut écarter la possibilité de débarquements africains successifs, les derniers ayant pu se produire au XIV^e^ siècle, au faîte de la puissance de l'empire du Mali.
- Ces Africains ont-ils apporté avec eux un capital culturel, et si oui, lequel?

Il faut rappeler qu'il est beaucoup trop tôt pour présumer des réponses à ces questions. Des estimations officieuses indiquent qu'au moins 50% du capital archéologique centre-américain est encore à découvrir. Quant à l'histoire africaine, elle est elle aussi encore loin d'être complète. On sait ainsi qu'en 1311, le roi Aboubakri II du Mali confia la régence du royaume à son frère Kankan et se lança dans une traversée de l'Atlantique à la tête d'une flotte de commerce; il semble bien qu'il soit arrivé à destination, c'est-à-dire à Hispaniola, le Cuba d'aujourd'hui, car lorsque Colomb y débarqua, les indigènes lui rapportèrent qu'ils faisaient commerce avec des Noirs qui leur avaient vendu des pointes de lance de 18 parts d'or, 6 d'argent et 8 de cuivre, exactement la proportion que les Maliens d'alors utilisaient.

Quant à savoir comment les Africains seraient parvenus en Amérique, Thor Heyerdahl en a fait la preuve: en suivant le courant des Canaries à partir du Cap Blanc ou du Cap Vert, selon la saison, jusqu'à la Guyane en passant par les Antilles.

PALÉONTOLOGIE

LES DINOSAURES NE SONT PAS TOUS MORTS EN MÊME TEMPS

● Surprise à un récent congrès de paléontologistes : un savant chinois a suggéré, preuves à l'appui, que certains dinosaures ont survécu de 26 millions d'années à l'extinction de la majorité de leurs congénères, terrestres et volants.

Lieu et date du congrès (le second Symposium des écosystèmes terrestres du mésozoïque) : Varsovie, du 14 au 18 septembre 1981. Le Chinois : Zhao Xijin. Les preuves : des restes de dinosaures retrouvés au cours des récentes recherches en compagnie d'os de mammifères de l'éocène, c'est-à-dire d'il y a 40 millions d'années. Parmi ces dinosaures, des hadrosaures, herbivores à tête de canard, et des théropodes ou carnivores comme le *Tyranosaurus rex*. Pas de traces de transport, ni d'abrasion prolongée, comme ç'aurait été le cas si ces os avaient été remaniés, c'est-à-dire remontés de couches sous-jacentes, donc crétacées.

Or, on était jusque-là d'accord : les dinosaures s'étaient éteints à la suite d'un événement cataclysmique, peut-être par intoxication à l'iridium, après la chute d'une énorme météorite contenant ce métal, il y a 65 millions d'années, c'est-à-dire à la frontière Crétacé-Tertiaire.

L'idée que certains dinosaures aient survécu 25 millions d'années est révolutionnaire ; de fait, les membres du symposium ont été très surpris. L'honorable collègue chinois se serait-il trompé ? Il ne le semble pas, l'Éocène dans lequel furent retrouvés les vestiges de dinosaures reposait directement sur des terrains carbonifères, c'est-à-dire vieux de 300 millions d'années, donc trop vieux.

M. Zhao Xijin demande que l'on attende jusqu'en 1983 pour certifier la signification de cette découverte extraordinaire, qui donnerait à penser que, pendant des millénaires, des dinosaures ont cohabité avec de grands mammifères.

L'idée, d'ailleurs, germe depuis quelque temps dans les imaginations d'un certain nombre de paléontologistes. La voilà confortée, en attendant d'être vérifiée.

LINGUISTIQUE

LA LANGUE FRANÇAISE EN PÉRIL ?

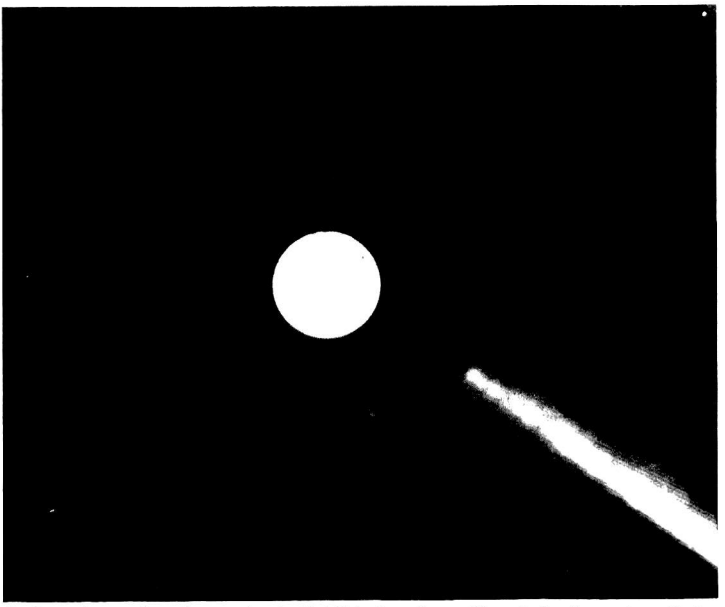
● L'on s'est alarmé récemment du déclin de la langue française dans les publications scientifiques tout au moins. Le français, que se piquaient de parler tous les savants des XVIII[e] et XIX[e] siècles, que cultivaient Catherine de Russie et Frédéric II, que Christine de Suède se faisait enseigner par Descartes et que tant de Brésiliens parlent aujourd'hui en hommage à Auguste Comte, n'est plus guère utilisé dès qu'il s'agit de recherche fondamentale. Qui n'a pas aujourd'hui publié dans les quelques grands organes de presse anglo-saxons, *The Lancet, The New England Journal of Medicine, Science* et *Nature,* pour ne point les nommer entre quelques autres... Même les Soviétiques s'y mettent et bon nombre de savants des pays de l'Est aussi. L'anglais est la langue officielle de presque tous les congrès scientifiques internationaux.

C'est regrettable. Cela s'explique en partie par le fait qu'au XVII[e] siècle, la France était une plus grande puissance que l'Amérique et qu'elle était plus peuplée que la Russie. Actuellement, nous sommes en passe, comme le disait un président de la République, de ne plus représenter que 1 % de la population mondiale ; et la presse francophone (Suisse, Belgique et Canada compris) ne brille guère par sa masse ni sa diffusion, alors que le monde anglo-saxon proprement dit représente quelque 400 millions d'individus, non compris les anglophones des anciennes colonies britanniques, comme l'Inde et le Pakistan. Par ailleurs, la recherche américaine, qui alimente les grandes publications scientifiques, est à son tour alimentée par des fonds considérablement plus vastes que ceux dont dispose la recherche française, ce qui signifie qu'elle est, quantitativement, bien plus riche que la nôtre.

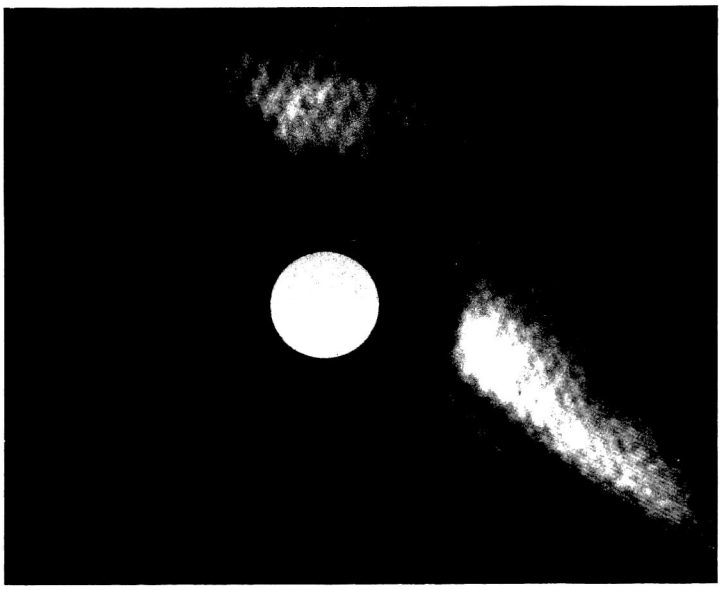
Cela s'explique aussi par des attitudes discutables. La première est celle qui pousse certains chercheurs français de haut rang à publier d'abord leurs travaux en anglais dans des publications anglo-saxonnes. La seconde est celle des Anglo-Saxons eux-mêmes qui considèrent que tout chercheur d'outre-Atlantique est un sous-développé. On ne peut donc que saluer avec satisfaction la protestation — en anglais — de Jean-Claude Pecker, directeur du laboratoire d'astrophysique théorique à l'Institut d'astrophysique du Collège de France, dans le volume 214 de la revue *Science*. Se fondant sur une étude statistique dans le domaine des publications d'astronomie, Pecker constate que les Américains ne citent dans leurs travaux que des Américains. Chauvinisme déplorable qui conduit à une nouvelle forme de colonialisme intellectuel, et d'autant plus déplacé que bon nombre de savants "américains" sont, en fait, des Européens expatriés.

Espérons que cette protestation, rédigée en excellent anglais, ce qui est rare pour un Français, déclenche un véritable redressement du courant et que les savants américains voudront bien tempérer leur hauteur, leur distance et parfois leur ignorance à l'égard des sciences européennes et de la française en particulier. Faudra-t-il rappeler qu'Einstein, Von Braun, Fermi, Guillemin et Schally, par exemple, n'étaient nullement américains et que le mérite américain fut de reconnaître le leur d'après des publications... européennes ?

●● ***Cholestérol faible : risque de cancer ?*** *La question reste posée après certaines études épidémiologiques qui indiquent, en effet, une corrélation entre un taux de cholestérol inférieur à 2,30 g et la mortalité par cancer. Mais peut-être le lien est-il inverse. A suivre.*



En haut, la comète s'approche du Soleil à plus d'un million de km/h ; en bas, il n'en reste plus qu'un halo lumineux...



Photos Naval Research Laboratory

COLLISION COMÈTE-SOLEIL

● Il y a seulement quelques semaines que ces photos ont été développées : elles représentent la collision d'une comète avec le Soleil, qui s'est produite le 30 août 1979. La collision, qui a développé une énergie de 10^{30} ergs (mille fois toute l'énergie utilisée aux États-Unis en un an), a été photographiée par hasard par le satellite 078-1 de l'expérience Solwind, montée par le Département américain de la défense pour les tests spatiaux.

Les photos ont été prises par un coronagraphe, ce qui explique le cercle noir qui entoure le Soleil ; ce cercle permet de n'observer, en effet, que la couronne solaire ; il est destiné à éviter l'"éblouissement" des négatifs. La comète n'avait pas été détectée par les observatoires terrestres avant sa collision, bien que sa queue fut plus brillante que Vénus.

LES ASTRONOMES ACCÉLÈRENT NEPTUNE

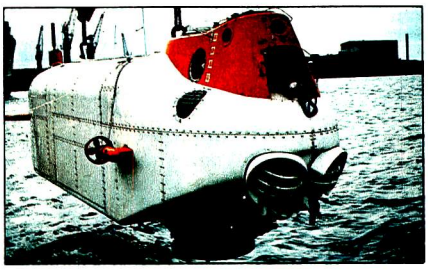
● Les plus récentes mesures concernant la durée de rotation de la planète Neptune, la quatrième "géante" du système solaire, donnaient une période de 18,7 heures. Or des observations dans l'infrarouge (environ 300), effectuées à l'aide d'un télescope de 1,3 mètre d'ouverture à l'observatoire de Kitt Peak (Arizona), permettent de penser que cette rotation s'effectue en fait en 18,2 heures ; mais l'incertitude sur cette mesure est encore assez grande puisque la durée de rotation est donnée à 0,4 heure près.

DE LA GENÈSE À LA POLITIQUE : LES RÉVÉLATIONS DE L'ORDINATEUR

● Une étude de linguistique informatisée portant sur la Bible et qui a duré cinq ans indique que la Genèse, le premier livre de la Bible, a été écrit par un et non trois auteurs, comme on l'avait supposé jusqu'ici. Dans un article du *Jerusalem Post* en date du 28 octobre dernier, le Pr Yehuda Radday, de Technion, l'université de Haïfa, a déclaré que l'analyse des 20000 substantifs de la Genèse indique avec une probabilité de 82%, donc très élevée, un auteur unique. Ce type d'analyse se fonde sur des fréquences particulières de certains termes et de certaines combinaisons de termes dans un texte. Plus ces fréquences sont élevées, plus elles indiquent un auteur unique, étant donné qu'un individu utilise généralement un vocabulaire plus ou moins spécifique.

Une analyse d'un autre type réalisée sur la motion du congrès du Parti socialiste à Valence en comparaison avec celle du congrès précédent de Metz indique, par exemple, que le mot "parti" passe de 66 citations à Metz à 135 à Valence, le mot "politique" de 39 à 85 fois, le mot "autogestion" de 7 à 2 fois, le mot "programme" de 15 à 3 fois. ■

Des sous-marins sauveteurs de sous-mariniers



L'URF de la COMEX.

Les techniques de sauvetage de ces hommes enfermés dans la coque d'acier d'un sous-marin perdu au fond de la mer n'ont guère évolué depuis plus d'un siècle. Aujourd'hui cependant certains pays leur offrent un espoir supplémentaire d'être sauvés en pareille circonstance : celui de sous-marins conçus spécialement pour aller les chercher.

L'aventure du sous-marin soviétique échoué très maladroitement en octobre dernier sur les côtes suédoises, s'est limitée, fort heureusement, à un incident diplomatique. Mais il est venu nous rappeler que, lorsque les équipages de ces bâtiments font la une des journaux, c'est le plus souvent dans des circonstances tragiques. Depuis qu'existe l'arme sous-marine, en effet, une quarantaine de submersibles militaires déjà se sont perdus accidentellement, rien qu'en temps de paix (voir tableau p. 164). Pour l'équipage dont le navire désemparé pique vers le fond et implose une fois dépassée la profondeur limite de résistance de la coque, la mort est immédiate. Mais il y a ceux qui n'ont pas cette "chance". Ceux dont le submersible s'est posé sur le fond, intact ou partiellement intact (grâce aux cloisons étanches), et pour qui commence l'attente.

Il y a treize ans, *Science & Vie* (avril 1968, nº 607) expliquait déjà pourquoi les chances des équipages resteraient aussi faibles aussi longtemps que des sous-marins spéciaux ne seraient pas employés pour le sauvetage. Ces sous-marins existent maintenant et, nous le verrons plus loin, sont aujourd'hui opérationnels.

Il y a 130 ans, les premiers rescapés. C'est la plus ancienne et la plus simple des méthodes de sauvetage, la sortie en pleine eau, qui s'est montrée statistiquement la plus efficace depuis 130 ans pour un équipage prisonnier d'une boîte de fer immobilisée sur le fond.

Par un matin gris de 1851, l'artilleur bavarois, Guillaume Bauer quittait le port de Kiel à bord d'un petit sous-marin de son invention pour aller attaquer une flotte danoise. Son engin de tôles rivetées était mû par une hélice qu'actionnaient deux solides bûcherons tournant une roue-manivelle intérieure. En vue de son objectif, Bauer fait plonger sa machine à trois mètres, mais son engin pique du nez. Six mètres, neuf mètres, Bauer fort surpris ne peut le redresser. Le sous-marin coule de plus en plus vite. A dix-huit mètres, il touche le fond et les trois hommes roulent pêle-mêle. Ils reprennent leurs esprits sous une douche salée. L'eau gicle de partout.

Un navire ami commence des tentatives maladroites en bombardant la coque du submersible d'un grappin et de chaînes, Bauer comprend que les tôles, dont les rivets craquent déjà, ne vont pas tarder à céder. Il explique rapidement son plan à ses compagnons. Il faut ouvrir toutes les valves pour noyer la coque. Quand l'eau cessera de gicler, c'est qu'on se trouvera en équipression, on pourra alors ouvrir l'écoutille. Aussitôt dit, aussitôt fait, dès que l'eau a cessé de monter, Bauer dressé dans la tourelle soulève l'écoutille et se trouve immédiatement expulsé avec la dernière bulle d'air. A peine est-il arrivé en surface qu'il voit émerger ses deux compagnons sains et saufs également.

Depuis l'époque héroïque de Bauer, la sécurité des sous-mariniers ne s'est pas sensiblement améliorée. Les submersibles restent un mauvais risque car ils sont les plus vulnérables des navires modernes. Lorsqu'il navigue en surface, un sous-marin est très peu visible. Le moindre cargo qui l'éperonne déchirera sa double coque. Une vingtaine de sous-marins (sur quarante) perdus en temps de paix ont péri éperonnés en surface (*HMS Poseidon*, 1931 ; *USS S4*, 1927 ;

HMS Truculent, 1950 ; *Dumlupinar*, turc, 1953, etc.).

La deuxième cause d'accident est l'erreur humaine, fréquente pendant les premières sorties avec un équipage mal rôdé (*HMS Thetis* par exemple, en 1939, avec quatre survivants sur cent trois, *US Thresher*, pas de survivants, etc.). Quand on put examiner, par exemple, le *Squalus* renfloué en 1939, l'enquête établit qu'une des principales valves d'admission du submersible, coulé à sa sortie d'essais, avait été montée à l'envers. Un quartier-maître, croyant la fermer, l'avait ouverte tout grand, noyant le compartiment arrière.

En outre, un incident banal, une panne mineure ou un début d'incendie, sans gravité sur un navire de surface, peuvent tuer les sous-mariniers enfermés en vase clos ou qui n'ont pas, faute d'air, le temps matériel de réparer.

Des précautions suffisantes pourraient être prises malgré tout cela. Les inventions brevetées pour sauver les équipages sur papier n'ont jamais fait défaut. Toutes n'étaient pas farfelues ou irréalisables. Mais les engins de sauvetage ou d'évacuation efficaces, qui pourraient être installés à bord, ne le seront jamais car ils prennent du poids et de la place qu'on ne veut pas leur donner.

Rien, évidemment, ne peut sauver un sous-marin en chute libre qui dépasse sa profondeur d'écrasement (cas des sous-marins *USS 09* en 1939, *USS Thresher* en 1963, *Dakar* en 1968, *Minerve* en 1968, *USS Scorpion* en 1968, *Eurydice*, français, en 1970, sous-marin soviétique de la classe "Serbe" en 1968, etc.). Il n'en va pas de même dans un sous-marin paralysé par une panne et posé sur le fond par petite profondeur. Si l'équipage disposait hier d'une centaine d'heures d'oxygène, celui d'un sous-marin nucléaire actuel dispose sans doute de plusieurs mois.

Que peuvent faire ces condamnés en sursis enfermés dans leur cercueil. Ils ont le choix entre sortir par leurs propres moyens ou se coucher, immobiles pour économiser l'oxygène au maximum, et compter les heures en attendant un sauvetage hypothétique venu de l'extérieur. A une exception près, tous les sous-mariniers qui ont survécu à un naufrage ont regagné la surface par leurs propres moyens. L'exception, ce sont les 33 rescapés du "*Squalus*", remontés de 73 mètres de fond par une cloche spéciale américaine qui s'adapte aux écoutilles.

Le premier sauvetage réussi, celui de Bauer et son équipage, a inspiré paradoxalement les règlements de toutes les marines du monde. Mais pour réussir une sortie autonome, il y a plusieurs conditions :

1° il faut pouvoir survivre dans le sous-marin en détresse, le temps de s'organiser ;

2° être éclusé sans dommage ;

3° il faut remonter jusqu'à la surface sans dommage ;

4° une fois en surface, il faut y survivre jusqu'à l'arrivée des secours.

La survie dans un sous-marin en détresse. C'est Sir Robert Davis, le grand pionnier anglais de la plongée sous-marine et de la respiration en atmosphère hyperbare qui a proposé le premier un système qui ne fut généralisé que bien plus tard. C'était un circuit courant dans tout le bâtiment qui délivrait à chacun du gaz respirable (circuit BIBS, British Internal Breathing Systems, ou ses équivalents français ou américains). Ce distributeur d'air respirable permettait aux équipages d'organiser les manœuvres de sortie malgré une atmosphère ambiante vite empoisonnée par l'accumulation de CO_2 ou par les gaz qu'engendrent les batteries noyées dans l'eau de mer.

Dans les systèmes actuels, tant que le sous-marin fonctionne normalement, l'air ambiant circule grâce à des ventilateurs électriques (il y a, en rechange, des ventilateurs à air comprimé). Ceux-ci le font passer à travers des cartouches épuratrices de chaux sodée, d'hydroxyde de lithium ou d'hydroxyde de barium qui le débarrassent du CO_2 produit par la respiration des hommes tandis que des analyseurs automatiques commandent le flux d'oxygène nécessaire. Lorsque le sous-marin est mis sous pression en vue d'une manœuvre de sortie, un système dérivé du BIBS fournit à chaque homme, par l'intermédiaire d'un détendeur individuel placé au bout d'un tuyau flexible, un mélange respiratoire, oxygène-azote, ou oxygène-azote-hélium convenablement dosé pour chaque profondeur.

Pour écluser les hommes sans dommages, deuxième condition d'une sortie autonome, les Américains avaient songé d'abord tout simplement aux tubes lance-torpilles. Le *USS Shark* éjecta ainsi deux chiens qui arrivèrent en surface sains et saufs. En 1909, l'enseigne de vaisseau Whiting qui commandait le *Porpoise* s'était fait, le premier, éjecter ainsi de son bâtiment comme une vulgaire torpille. Il récolta pour toute récompense une réprimande officielle, son action étant jugée inutilement dangereuse. C'est que le règlement prévoyait à l'époque l'emploi de la méthode dite de la "jupe métallique" (*steel skirt*), encore en usage aujourd'hui, sous diverses formes dans les sous-marins classiques.

La jupe, qui peut être une tôle cylindrique ou un système télescopique en toile caoutchoutée renforcée, entoure chaque écoutille d'évacuation et forme dessous une sorte de puits renversé vertical depuis le plafond du sous-marin jusqu'à mi-distance du plancher. Si un sous-marin est particulièrement inondé, de l'air restera pris sous le plafond et dans le puits comme dans une cloche à plongeur. En ouvrant la vanne de purge de l'écoutille, l'air du puits s'échappera et le niveau de l'eau y montera à mesure que la pression de l'air cessera de la repousser. Le

puits rempli jusqu'en haut, on pourra ouvrir l'écoutille : il suffira alors aux rescapés (qui ont continué pendant ce temps à respirer, la tête dans l'air résiduel emprisonné contre le plafond tout autour de la jupe), de se baisser et de passer par-dessous le bord inférieur du puits pour gagner l'eau libre et finalement la surface.

Jusqu'à cent mètres, le système a fait ses preuves, mais seulement si le sous-marin a coulé d'aplomb et si la collision n'a pas démoli l'écoutille d'évacuation. Le système de la jupe présente toutefois des inconvénients graves du fait que tout l'équipage se trouve pendant de longues minutes plongé dans l'eau jusqu'au cou en respirant de l'air ou un mélange gazeux : l'hypothermie survient, l'angoisse s'installe et, surtout, les risques d'accidents de décompression à la remontée sont très vite graves.

Pour éviter les inconvénients d'une longue exposition au froid et à la pression, les sous-marins américains avaient, jusqu'à ces dernières années, trois sas. Il s'agit de simples compartiments à deux portes, que l'on noie rapidement une fois l'écoutille d'entrée fermée, et qui permettent chacun de mettre en compression un à trois rescapés. Chaque compartiment étanche du submersible avait ainsi son sas.

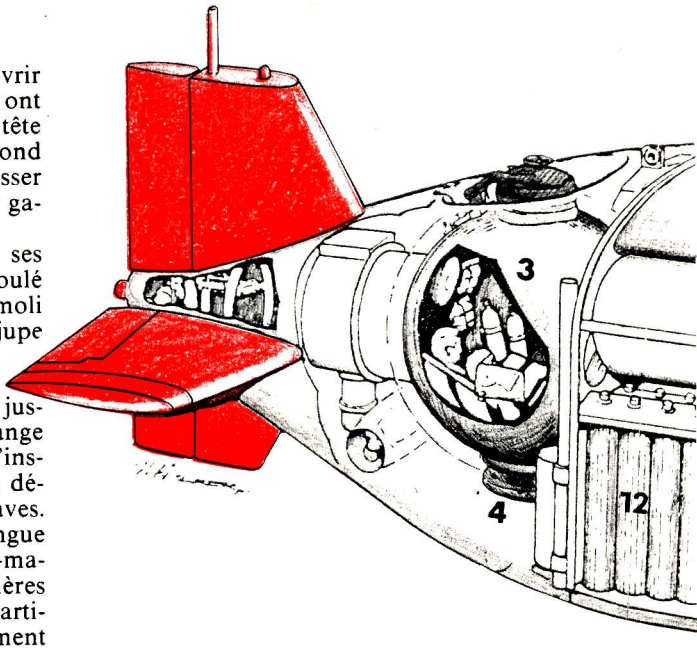
Pour remonter vivant, troisième condition d'un sauvetage réussi, Davis, encore lui, inventait vers 1910, le Davis Submarine Escape Apparatus, qui comprenait un sac respiratoire en toile étanche, porté sur la poitrine, avec embout buccal, bouteille d'air ou de gaz comprimé et cartouche épuratrice de chaux sodée. L'appareil, porté en gilet solidement sanglé, comportait encore une bouée de flottaison, indépendante, disposée autour du cou et gonflée, à l'arrivée en surface, par une autre cartouche de gaz. Un tablier roulé que le naufragé déployait devant lui permettait de freiner l'ascension. Le sous-marinier portait des lunettes et un pince-nez. Une soupape de sécurité évitait l'éclatement du sac respiratoire au cours de la remontée.

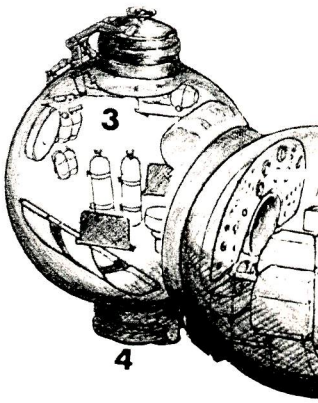
Les poumons du naufragé eux aussi, avaient besoin d'une soupape de sûreté. L'appareil Davis en tenait lieu puisqu'il lui permettait de respirer normalement, tout au long de la remontée, un gaz ramené automatiquement à la pression ambiante. Par contre, en ascension libre, sans appareil respiratoire, un rescapé pris de panique pouvait, oubliant les consignes, bloquer sa respiration et ne pas souffler continuellement pendant l'ascension l'air de ses poumons, lequel, se dilatant rapidement finissait, faute d'issue, par traverser les parois des alvéoles pulmonaires et pénétrer le flux sanguin sous forme de bulles pour causer une embolie gazeuse mortelle.

C'est l'appareil Davis qui a permis à six rescapés d'évacuer le sous-marin *HMS Poseidon* coulé en mer de Chine en 1931.

Enfin, survivre en surface jusqu'à l'arrivée des secours. En 1950, cinquante rescapés du

(suite du texte page 92)

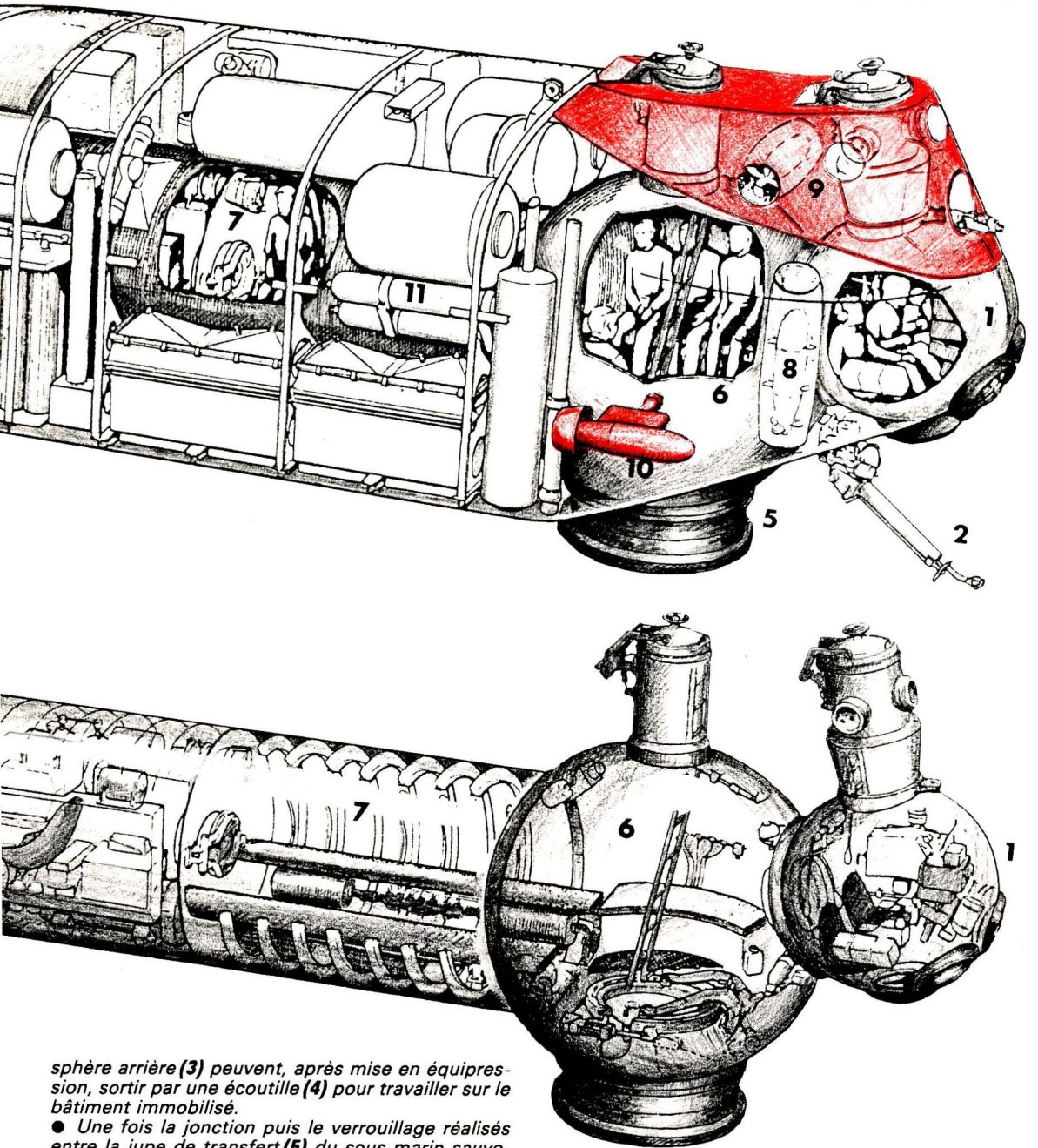




Ce sous-marin est un bâtiment conçu pour assurer plusieurs fonctions : évacuation de sous-mariniers d'un submersible en détresse ; transport de plongeurs auprès de l'épave d'un navire coulé ; mise à la pression convenable d'un compartiment pour recueillir des naufragés qui ont évacué en plongée libre un sous-marin en difficulté et leur assurer une décompression satisfaisante. Cet engin, long de 13,50 m, haut de 4,30 m et large de 4,10 m, déplaçant 52 tonnes, peut opérer à 300 m de fond (sa résistance étant calculée pour une profondeur de 460 m). Les opérations d'évacuation des sous-mariniers d'un submersible en détresse se déroulent comme suit.

- *Arrivé au-dessus du sous-marin en détresse, il l'approche lentement, guidé par l'équipage composé d'un ingénieur au poste de commande, d'un pilote, d'un copilote et d'un opérateur sonar logés dans la sphère avant* ***(1)****.*
- *Un bras articulé* ***(2)*** *peut être manœuvré pour retirer d'éventuels obstacles.*
- *Si nécessaire, deux plongeurs postés dans la*

JUSQU'À 300 m : L'"URF" DE LA MARINE SUÉDOISE



sphère arrière ***(3)*** *peuvent, après mise en équipression, sortir par une écoutille* ***(4)*** *pour travailler sur le bâtiment immobilisé.*

- *Une fois la jonction puis le verrouillage réalisés entre la jupe de transfert* ***(5)*** *du sous-marin sauveteur et la plate-forme entourant l'écoutille de secours du bâtiment en détresse, le sas de l'URF est vidé de l'eau qui s'y trouve.*
- *Les écoutilles sont alors ouvertes et les premiers naufragés montent dans la sphère centrale de l'URF* ***(6)****. Ils passent ensuite dans le compartiment cylindrique* ***(7)*** *reliant les sphères avant et arrière et aménagé pour les recevoir (jusqu'à 25 personnes).*
- *Puis, l'URF referme sa propre écoutille, renvoie l'eau dans la jupe et se libère du sous-marin échoué afin de regagner la surface.*
- *La maniabilité nécessaire à ces manœuvres et assurée par des propulseurs verticaux* ***(8)*** *et horizontaux à* ***(9)*** *placés sous la carène ou orientables externes* ***(10).***
- *Un système automatique de circulation et de purification (fixation du CO_2 et remplacement de l'oxygène consommé) maintient l'air ambiant respirable* ***(11).*** *Des batteries de bouteilles d'hélium et d'oxygène* ***(12)*** *desservent le compartiment arrière lorsqu'il est mis en pression.*

HMS Truculent sont morts de froid après être remontés en surface en bon ordre faute d'avoir pu répondre à cette condition. Le *Truculent* avait été éventré par un cargo suédois. En état de choc, les officiers qui avaient été précipités à l'eau mais sauvés par les canots ne purent dire aux sauveteurs que c'était un sous-marin qu'ils avaient coulé. Le capitaine suédois s'en alla donc, pensant l'affaire terminée. Au fond, les autres survivants suivirent calmement la procédure normale d'évacuation, s'attendant à trouver en surface les canots du navire abordeur. Tous regagnèrent la surface sains et saufs. C'était la nuit, l'eau était glacée. On devait retrouver les cinquante cadavres sanglés dans leur bouée, les jours suivants, sur les plages et les rochers. Or, des vêtements isolants gonflables qui auraient pu empêcher les cinquante hommes de mourir rapidement d'hypothermie existaient en Angleterre.

Après la Deuxième Guerre mondiale, le capitaine P.R. Keene, de la Royal Navy, avait rassemblé une commission d'enquête spéciale pour étudier les défauts du système d'évacuation des sous-marins et étudier les solutions de rechange. Keene convoqua tous les survivants de sous-marins coulés, d'Angleterre, d'Allemagne, d'Amérique et d'ailleurs, il fit venir pour les interroger tous ceux qui s'étaient trouvés personnellement pris au piège au fond dans une boîte en fer hors d'usage et qui avaient pu en sortir. Le comité qu'il présidait étudia trente-deux naufrages. Combien de rescapés après l'accident ? Combien sont morts au fond ? Combien sont remontés vivants, et pourquoi pas les autres ? Combien de sous-marins se sont remplis d'eau très lentement ? Combien rapidement ? Etc. Il aboutit aux conclusions que voici :

- 84% des naufragés (sur trente-six naufrages étudiés) sont morts avant d'avoir pu quitter le sous-marin ;
- 10% des morts seulement ont péri pendant ou après l'évacuation ;
- il y a eu autant de survivants sans appareils respiratoires qu'avec ;
- la méthode de la jupe est trop dangereuse, sauf par très petit fond, à cause des accidents de décompression et des intoxications respiratoires ;
- la majorité des survivants ont été sauvés par une fuite immédiate.

Le comité Keene formula alors une série de recommandations, qui ne furent d'ailleurs appliquées que beaucoup plus tard :

- le système des jupes doit être remplacé par des sas individuels sans aspérités intérieures qui peuvent être remplis rapidement d'eau et de gaz à la fois et qui doivent être manœuvrables aussi de l'extérieur pour qu'un homme inconscient ou pris de panique puisse en être éjecté ;
- les appareils respiratoires peuvent être remplacés par de simples bouées ascensionnelles ;
- les sous-mariniers doivent être entraînés sérieusement à l'ascension libre ;
- chaque sous-marin doit être équipé d'une bouée repère largable au bout d'un câble qui, une fois en surface, émettra un signal radio, lancera des fumigènes et sera visible au radar ;
- l'évacuation immédiate, sans attendre les secours, doit être rendue réglementaire ;
- chaque homme doit être équipé d'un vêtement de protection efficace contre l'eau froide ;
- une procédure précise d'alerte et de recherche à déclencher dès qu'un sous-marin cesse de donner de ses nouvelles doit être mise sur pied.

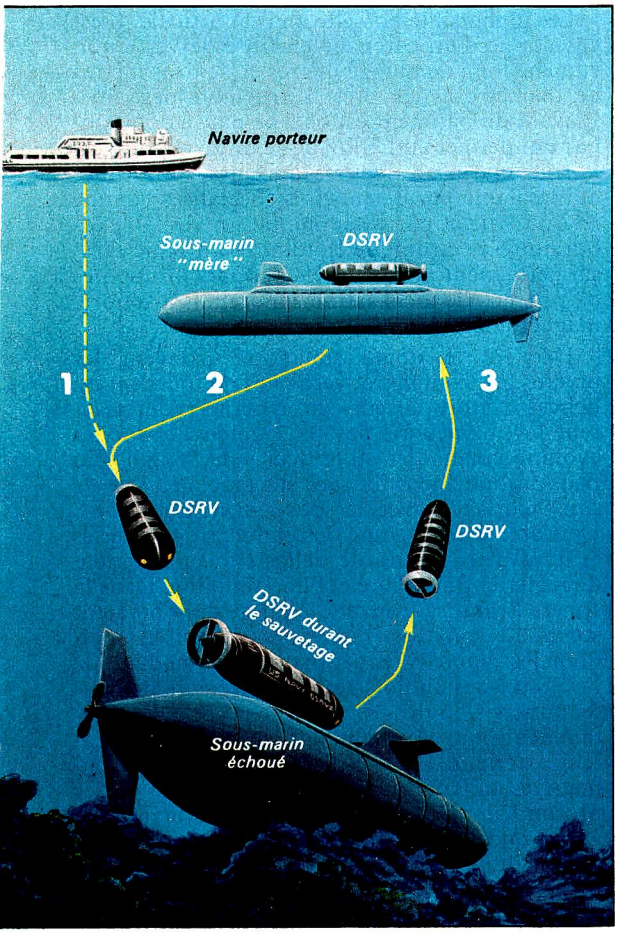
Après cette enquête les effets physiologiques de la remontée libre furent étudiés par le docteur Cann Wright. Il se fit "comprimer" et "décomprimer" rapidement à des profondeurs de plus en plus grandes, sous contrôle médical, dans les caissons hyperbariques du Royal Naval Physiology Laboratory, en Alverstoke. Jusqu'à 100 mètres : aucun danger. Bien mieux, en 1958, le capitaine Goerge Bond (US Navy) qui est aussi le père du projet Sealab, se faisait écluser hors du sous-marin *Archerfish* posé par 97 mètres de fond et se laissait ramener en surface en 54 secondes par une simple veste de sauvetage réglementaire, sans aucun appareil respiratoire. Le précédent record était de 36 mètres.

Bond est persuadé qu'avec un "Steinke Hood" (version américaine de l'appareil "poumon" de Davis) et un mélange gazeux adéquat, une remontée semblable serait sans danger depuis 150 mètres de fond. La doctrine est acceptée aujourd'hui dans la plupart des marines. Les sous-mariniers français, par exemple, sont équipés de la "bouée bouteille" (comparable à la bouée Fenzy, bien connue des plongeurs prudents). Quant aux vêtements de protection contre le froid, ils allaient être rapidement mis au point. Le capitaine Shelford (Royal Navy), alors assistant de Keene, avait recommandé l'approbation d'une sorte de vêtement en forme de matelas pneumatique, plusieurs années avant la catastrophe du *Truculent*. Il s'agissait d'un double costume de caoutchouc à gonfler en surface qui maintenait un naufragé à flot indéfiniment et au chaud pendant une demi-journée ou davantage. Mais les sous-mariniers n'en furent équipés qu'après les cinquante morts inutiles du *Truculent*.

Les premiers sous-marins atomiques anglais, comme le *Dreadnought*, par exemple, étaient équipés du système à jupe pour l'eau peu profonde et du système de sas pour les profondeurs entre 30 et 100 mètres. Plusieurs sas sont prévus et les manœuvres de compression sont si rapides (de 1 à 11 atmosphères en moins d'une minute), qu'aucune décompression ne devait être nécessaire. Mais les sous-marins atomiques construits dans les années 60 descendaient beaucoup plus bas. On ne sait pas — ou on fait semblant de ne pas savoir, car c'est un secret

Dessin J.-F. Pénichoux

JUSQU'À 1500 m : LE DSRV DE LA US NAVY



La procédure de sauvetage avec un submersible DSRV varie selon les conditions et l'endroit où s'est échoué le sous-marin en détresse. Le DSRV peut être amené à pied d'œuvre par la route, par air ou par mer. Dans ce dernier cas, il peut arriver dans la zone de l'accident sur un navire. Une fois au-dessus du site, il quitte alors sa plate-forme et descend ***(1)*** *vers le sous-marin échoué.*
Lorsque le sous-marin nucléaire sinistré se trouve dans un site profond, le DSRV est transporté sur un sous-marin "mère" (porteur), de type nucléaire. Celui-ci descend jusqu'à la profondeur maximale compatible avec ses limites de sécurité. Le DSRV quitte alors le dos du sous-marin "mère", descend ***(2)*** *vers le sous-marin en détresse (jusqu'à 1500 mètres si nécessaire) et procède aux opérations de verrouillage de la jupe de transfert sur la plate-forme entourant l'écoutille du bâtiment échoué. Après avoir embarqué 24 hommes, le DSRV rejoint* ***(3)*** *le sous-marin mère qui l'attend entre deux eaux. Pendant que les rescapés sont transférés dans le sous-marin mère, le DSRV recharge ses batteries. L'opération est recommencée plusieurs fois (sept fois pour les sous-marins nucléaires actuels) ; jusqu'à ce que tout l'équipage soit sauvé (d'où l'intérêt d'un sous-marin mère qui attend entre deux eaux).*

militaire — quelle est la profondeur limite des sous-marins nucléaires français ou des sous-marins américains. Il est certain en tout cas que certains d'entre eux descendent jusqu'à 600 mètres, peut-être bien d'avantage. A une telle profondeur, les hommes ne peuvent se sauver seuls. Il faut aller les chercher.

La cloche McCann est le seul engin, jusqu'ici, parvenu à remonter rapidement des hommes prisonniers au fond de la mer. La McCann Submarine Rescue Chamber est une cloche d'acier en forme de poire inversée (3 mètres de haut, 2,40 mètres de diamètre au sommet, 1,50 mètre de diamètre à la base, 10 tonnes de poids), que des navires spécialisés, de 1 530 tonnes, 161 mètres de long, les ASR (pour Auxiliary Submarine Rescue Vessels) mettent en œuvre avec l'aide de scaphandriers. Il y a actuellement onze ASR dans l'U.S. Navy, répartis dans toutes les escadres.

Le 23 mai 1939, un sous-marin du tout dernier modèle, le *Squalus*, allait par le fond dans l'Atlantique Nord, à sa sortie d'essai. Il se posait bien d'aplomb sur un fond de sable par 73 mètres. Dès le lendemain, le *ASR Falcom* trouvait sa bouée repère, et mouillait au-dessus. Comme ils l'avaient fait vingt fois, à l'entraînement, dans les eaux de la rivière Anacostia, sur un sous-marin postiche, les deux opérateurs faisaient descendre la cloche McCann jusqu'à la tourelle de proue, verrouillaient, vidaient l'eau, ouvraient, aidaient les rescapés à grimper dans la cloche. En quatre voyages, ils en remontaient trente-trois.

C'était un succès, mais c'était aussi l'exception. Si *Squalus* s'était renversé ou penché, la cloche n'aurait pu s'y fixer.

Les problèmes posés par la localisation en profondeur d'un sous-marin immobilisé sont aujourd'hui partiellement résolus. Les hydrophones aéroportés ou les systèmes d'écoute sophistiqués, comme ceux qui défendent toutes les côtes des États-Unis notamment, ne peuvent entendre qu'un sous-marin en mouvement, pas un sous-marin immobile. Mais, outre les bouées classiques à câbles, la plupart des sous-marins actuels sont munis de balises à ultra-sons, soit actives, c'est-à-dire qui émettent en permanence dans l'eau un signal sonore que les navires chercheurs reçoivent, soit passives, c'est-à-dire qui répondent sur demande à l'interrogation des appareils du navire chercheur. En outre, un sous-marin, boîte métallique remplie d'air posée sur un fond dur, est une cible idéale pour un sonar de bord ou un sonar à balayage latéral remorqué parce qu'elle donne le meilleur écho possible, sauf bien sûr si le sous-marin a eu la malchance de tomber dans une crevasse où il est alors absolument indécelable.

Les progrès donc, dans la sécurité des sous-mariniers, sont considérables. On ne verrait plus aujourd'hui un drame comme celui du *Thetis* dont l'équipage a péri en 1939 alors que le

bâtiment n'était que partiellement immergé ou comme le drame célèbre du *Farfadet* (français) en 1905 où quatorze marins français sont morts, asphyxiés lentement comme des rats après avoir répondu deux jours durant de plus en plus faiblement aux coups de marteaux des scaphandriers, ou comme la dizaine d'autres échecs aussi lamentables.

Nous l'avons vu, pour secourir efficacement l'équipage d'un sous-marin en panne, il fallait, jusqu'en 1970, trouver d'abord le sous-marin, pouvoir amener ensuite sur les lieux assez rapidement un navire sauveteur convenablement équipé et le mouiller sur quatre ancres, descendre enfin jusqu'au sous-marin, puis y fixer hermétiquement une capsule de transfert et répéter cette opération, six, dix ou quinze fois. Encore, la limite d'opération de la cloche McCann était-elle de 50 m, alors que dans les années 60, les sous-marins atomiques descendaient déjà (sans doute) quatre fois plus bas. Si le *Thresher* par exemple, au lieu d'être broyé dans sa course vers le bas, s'était posé intact sur un fond de 300 m, les cent vingt-neuf hommes du bord auraient pu survivre pendant plusieurs mois, avec film en couleur tous les soirs et repas gastronomique mais rien n'aurait pu les empêcher d'étouffer finalement dans leur boîte comme les quatorze hommes du *Farfadet* cinquante ans avant eux.

Pour repêcher les équipages, même par 1500 m de fond. La perte du *Thresher* provoqua la formation d'un comité d'experts militaires, scientifiques et industriels, le DSSRV (Deep Submergence Systems Review Group). Après avoir inventorié et évalué les moyens existants et les moyens possibles pour localiser, remonter les épaves et, en particulier, pour sauver les sous-mariniers, le comité présentait son rapport. Ce document, aujourd'hui classé top secret, recommandait en conclusion la construction rapide d'un petit sous-marin sauveteur de sous-mariniers, à l'origine monosphère, pouvant être transporté partout par avion puis sur un quelconque chalutier, une fois à destination. Le DSRV (Deep Submergence Rescue Vehicle) grandit rapidement sur les tables à dessin. Les plans remis au constructeur, la Lockheed Missile and Space Company à Sunnyvale en Californie étaient encore ceux d'un navire à deux sphères. Lorsque le DSRV-1 a effectivement été mis à l'eau, en 1970, c'était un sous-marin à trois sphères. Pour une épaisseur donnée de tôle d'acier, la forme sphérique est celle qui offre la meilleure résistance à la pression. C'est pourquoi ce sont trois sphères d'acier spécial disposées en ligne et communicantes, de 2,40 m de diamètre chacune, qui constituent le corps du sous-marin lui-même, maintenu à la pression atmosphérique et qui doit résister à la pression extérieure qui règne à 1 500 m de fond, la profondeur maximum d'intervention de l'engin. Elles sont entourées de tous les éléments étanches, mais qui leur sont extérieurs, nécessaires à leur alimentation en air respirable, en lumière, en chauffage et en énergie, notamment deux banques de batteries au zinc-argent, tous les systèmes de commande hydraulique des réservoirs d'air comprimé.

Le submersible possède un bras articulé. Il est enveloppé d'un carénage en fibre de verre non étanche long de quinze mètres et de trois mètres de diamètre à peu près. L'ensemble pèse 30 t. L'avant du bâtiment est occupé par le dôme sonar qui permet au DSRV de se diriger droit vers le sous-marin en détresse qui aura été localisé au préalable par des navires spécialisés comme le *USS Mizar*, par exemple, est un véritable laboratoire électronique flottant et un banc d'essai permanent pour tous les derniers prototypes d'appareils de localisation sonore, ultra-sonore, magnétométrique et autres.

Derrière le dôme sonar, se trouvent les tuyères horizontales et verticales où tournent les hélices des propulseurs directionnels, qui assurent les manœuvres les plus précises pour les évolutions latérales et verticales de l'engin (qui peut pratiquement tourner sur place) en vue de son "mariage" avec le sous-marin immobilisé. Derrière, se trouve une des banques de batteries et un des ensembles de ballasts qui permettent de régler la flottabilité et l'horizontalité. Dans la sphère avant, se trouvent le pilote et l'opérateur sonar. Le sonar est l'œil du submersible, mais pour les manœuvres à proximité immédiate de l'objectif, des hublots et des projecteurs permettent une vision dirigée vers le bas et l'avant, notamment pour la commande du bras manipulateur extérieur. Celui-ci permet les diverses manœuvres qui pourraient être nécessaires à des profondeurs inaccessibles aux scaphandriers avant que le DSRV puisse être verrouillé sur l'écoutille de secours du sous-marin en panne.

Sous la sphère centrale se trouve une demi-sphère qui constitue la jupe de transfert, c'est-à-dire le sas qui se verrouille par le bas à l'écoutille de secours du sous-marin en détresse (diamètre, 147,5 cm) et qui, en haut, s'ouvre par une autre écoutille dans la sphère centrale, laquelle communique avec la sphère arrière où vont aller les rescapés (24 au maximum par voyage).

La propulsion principale de l'engin est assurée par l'hélice arrière orientable montée sur cardan de même que la courte tuyère-entonnoir qui l'entoure (pour créer un effet de jet Venturi). La vitesse de croisière en immersion est de 3 nœuds pendant douze heures. La vitesse de pointe est de 5 nœuds.

Il y a actuellement deux submersibles de ce type en opération aux États-Unis : le DSRV-1, nommé *Mystic*, dans le Pacifique, et le DSRV-2, l'*Avalon*, dans l'Atlantique. Ils n'ont pas encore eu l'occasion de faire leurs preuves. En effet, après une série noire en 1968 (quatre sous-marins perdus la même année, accidentellement, apparemment sans cause commune) les accidents sont devenus plus rares.

La mise en œuvre des DSRV se fait actuellement comme suit : dès qu'un sous-marin cesse

(suite du texte page 164)

France et Amérique : les centrales solaires démarrent

En dépit des ricanements "réalistes" et des coûts élevés des unités pilotes, les deux premières grandes centrales solaires du monde seront mises en service ces semaines-ci dans les Pyrénées et en Californie. L'alternative au nucléaire se fraie lentement un chemin.

Le poète byzantin Tzetzes rapporte que lors du siège de Syracuse, Archimède utilisa des miroirs pour concentrer les rayons du soleil et incendier ainsi la flotte romaine. L'anecdote reste encore à vérifier, mais son mérite est de démontrer que l'on connaît depuis longtemps le rapport entre le nombre de miroirs et le facteur de concentration.

Quelque deux mille ans plus tard, un petit nombre de centrales ont repris ce procédé à des fins moins guerrières. Dans les prochains mois, les deux plus importantes des centrales solaires seront mises en service : Solar One, aux États-Unis (10 mégawatts) et Thémis, en France (2,5 mégawatts). Elles représentent en effet beaucoup, non seulement par leur puissance, mais aussi par le symbole qu'elles matérialisent, et les réponses qu'elles sont susceptibles d'apporter. Dans quelques mois, voire quelques semaines pour Thémis, elles délivreront leurs premiers kilowatts-heure solaires. Comment, pourquoi, et à quel prix, sont sans doute les premières questions que l'on peut se poser à leur sujet ; cependant, il n'est pas sans intérêt de regarder quel chemin a été parcouru, pour l'une comme pour l'autre, depuis leurs projets jusqu'à leur réalisation.

En 1974, Gerald Ford est président des États-Unis ; le Département à l'énergie américain s'appelle encore l'ERDA (Energy Research and Development Agency) ; en dépit des ricanements réalistes des "nucléaristes", l'Amérique décide de construire sa première grande centrale solaire, une usine pilote capable de produire 10 MW et capable d'apporter des réponses à toutes les questions en suspens concernant l'énergie solaire. Deux ans plus tard, l'ERDA(1) choisit la compagnie d'électricité Southern California Edison, le Département d'eau et d'électricité de Los Angeles et la Commission de l'énergie californienne comme partenaires pour mener ce projet à bien.

En octobre 1977, le concept proposé par la firme MacDonnell-Douglas est retenu. Solar One sera du type "tour solaire", tout comme la Thémis française. Un champ d'énormes miroirs, les héliostats(2), tournant avec le soleil, réfléchira vers le sommet d'une tour centrale le rayonnement du soleil. Au sommet de la tour, dans une sorte de chaudière, de l'eau sera transformée en vapeur qui fera tourner la turbine d'un générateur. Le surplus de chaleur produit durant la journée sera emmagasiné dans une masse de granit et de sable pour être récupéré le soir, lorsque le soleil aura disparu de l'horizon.

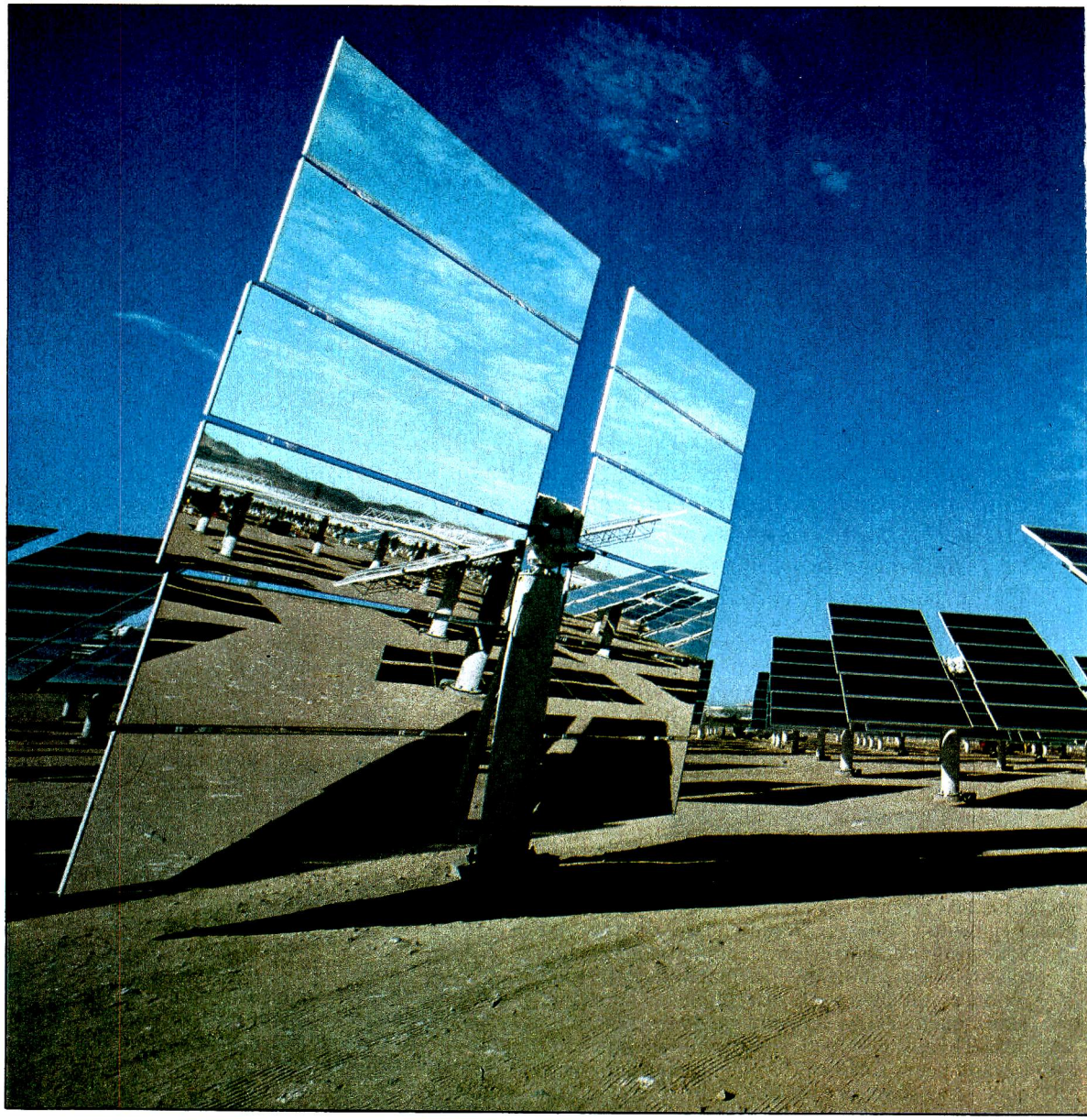
Les premiers travaux commencent en septembre 1979 à quelque quinze kilomètres à l'est de la ville de Barstow, sur un terrain de 52 ha. Aujourd'hui, 1818 héliostats se dressent sur le site. Chacun d'entre eux porte deux panneaux eux-mêmes composés de six miroirs de 1,1 m de large et de 3,2 m de long. Au total, Solar One compte 21816 miroirs. Mis côte à côte, ils couvriraient 7,6 ha ! Excellents réflecteurs, ils possèdent une efficacité de 90%, alors que l'efficacité des miroirs ordinaires ne dépasse guère 65%. Ils sont de plus légèrement concaves, afin que le faisceau de lumière réfléchi converge bien vers la chaudière. Enfin, ils sont équipés de deux moteurs qui entraînent leur rotation de ± 270° en azimut et ± 95° en élévation. Un ordinateur central contrôle et guide leurs imperceptibles mouvements durant la journée lorsque ils suivent la course du soleil.

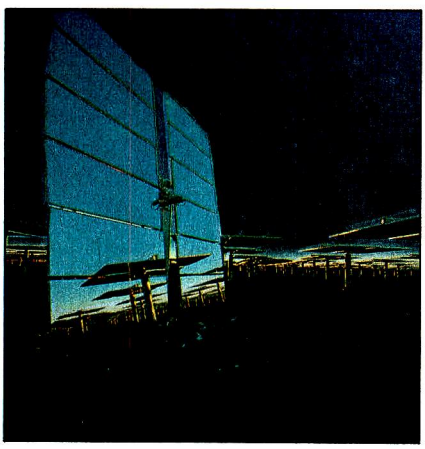
Lorsque la nuit tombe, tous les miroirs pivotent en position de repos, face au sol. C'est éga-

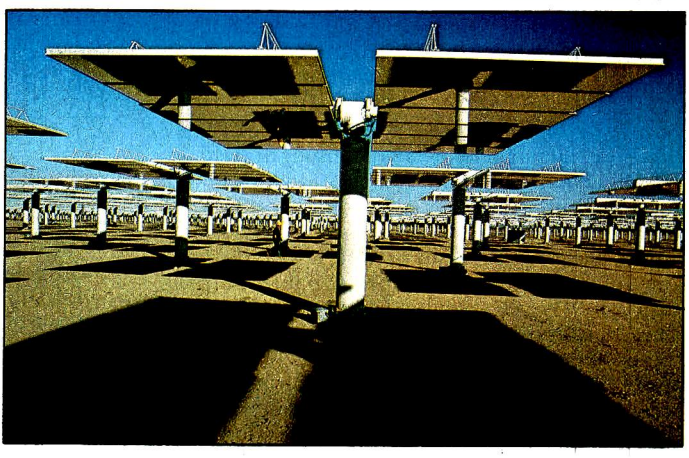
(suite du texte page 98)

(1) L'ERDA fut démantelée et le Département à l'énergie fut créé en octobre 1977.

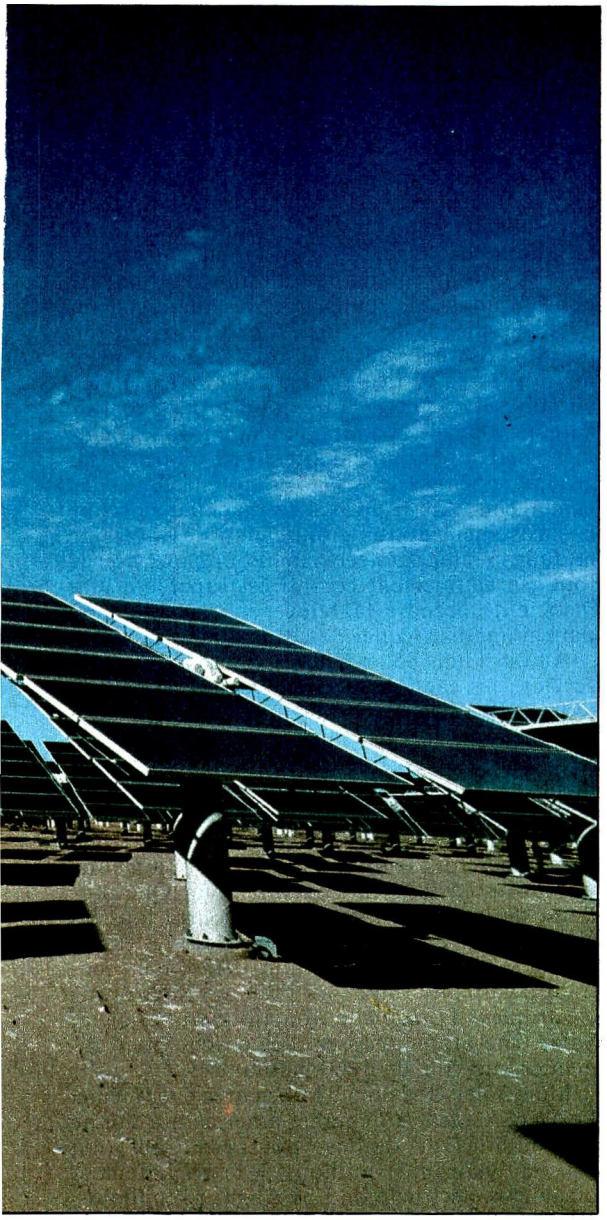
(2) Du grec *hélios :* soleil et du latin *stare :* arrêter.

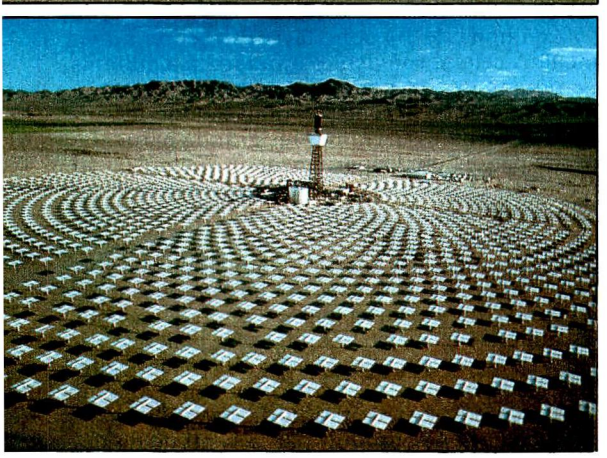






Dessin J. Zéboulon/Photos Mega

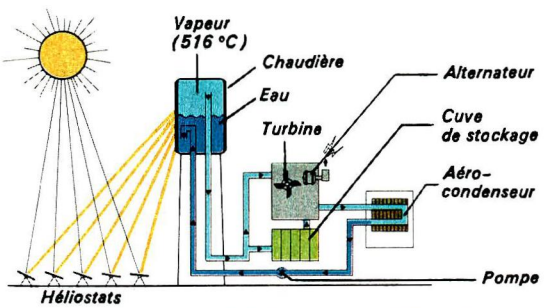




SOLAR ONE : UN "PHARE" QUI ABSORBE LA LUMIÈRE DU DÉSERT



Sur la grande photo ci-contre, l'un des miroirs est légèrement penché vers le sol, reflétant ainsi les images de ceux qui l'entourent ; son articulation lui permet de pivoter de bas en haut et de gauche à droite afin de pouvoir être orienté en fonction de la position du Soleil. Au crépuscule (photo en bas à gauche) ou en cas de tempête, pour se protéger de l'érosion due aux poussières de sable déplacées par le vent, les miroirs sont inclinés face vers le sol (photo du bas, au centre). Lorsque la centrale fonctionnera, dans quelques mois, les rayons du Soleil seront réfléchis par les miroirs sur le cylindre situé au sommet de la tour (photo ci-dessus à droite). Ce cylindre est un corps noir qui absorbe la chaleur. Son rendement de conversion est de l'ordre de 90 %. Il présente l'avantage, en raison de sa forme, de pouvoir capter des rayons venus de toutes les directions. Les héliostats sont en conséquence répartis en cercles concentriques autour de la tour (photo en bas à droite). Au-dessous du cylindre noir, on voit des panneaux blancs qui servent de cible aux techniciens chargés de programmer les ordinateurs commandant l'orientation des miroirs.



FICHE TECHNIQUE

Lieu d'implantation : désert de Mojave (Californie — U.S.A.)
Surface d'implantation : 42 ha
Ensoleillement annuel moyen : 300 jours/an (3600 h/an)
Puissance prévue : 10 MW
Nombre d'héliostats : 1818
Surface réfléchissante par miroir : 42,12 m²
Hauteur de la tour : 92 m
Fluide caloporteur : vapeur d'eau (516 °C)
Surface de la chaudière : 330 m²
Matériau de stockage : huile caloria HT 43, sable, cailloux de granit
Durée de stockage : 4 heures à puissance réduite (7 MW)
Coût à la construction : 812 millions de francs

lement dans cette position qu'ils seront tournés dès que les vents excéderont 60 km/h, pour éviter que les poussières soulevées par les vents du désert les égratignent. En fait, ils ont été construits pour résister, en position verticale, à des vents de l'ordre de 80 km/h, et en position horizontale, à des vents de 145 km/h.

Au milieu de ce champ de miroirs se dresse, tel un phare qui avalerait la lumière, la tour d'acier coiffée d'une couronne noire à 92 m de hauteur. Là se cache la chaudière, faite de 24 panneaux de 20 tubes chacun, où circule l'eau que les rayons du soleil transformeront en vapeur sous pression. Les températures atteintes seront de l'ordre de 516 °C et la pression de 91 bars. Lorsque les faisceaux réfléchis par les 72 600 m² de miroirs convergeront vers les 330 m² de la surface de la chaudière, celle-ci sera portée à incandescence et brillera comme une gigantesque ampoule électrique. Au-dessous de ce récepteur de chaleur, des panneaux blancs servent de cibles sur lesquels les techniciens peuvent faire converger les rayons réfléchis par chacun des miroirs, leur permettant ainsi de régler leurs orientations de façon à ce que les rayons du soleil convergent le mieux possible sur la chaudière. Derrière ces panneaux, des caméras et des capteurs de température permettent de surveiller la qualité des faisceaux réfléchis.

La majeure partie de la vapeur produite ira directement faire tourner une turbine qui entraînera, comme dans toutes les centrales, un générateur d'électricité. Le surplus de chaleur sera emmagasiné dans un imposant réservoir de stockage, pour être récupéré par la suite lors des "pannes de soleil", ou pendant la nuit : dans un réservoir de 18,3 m de diamètre et de 13,4 m de hauteur, on a entassé des cailloux de granit et du sable, qui absorbent fort bien la chaleur. De l'huile raffinée et possédant une excellente stabilité thermique (3) circule dans un échangeur de chaleur, où elle récupère les calories de la vapeur en provenance de la chaudière, avant d'être injectée au sommet du réservoir ; là, elle cède une partie de sa chaleur aux pierres au fur et à mesure de son infiltration dans le dispositif de stockage ; arrivée en bas du réservoir, l'huile pratiquement froide est repompée vers l'échangeur de chaleur et le cycle recommence. Petit à petit, l'ensemble des pierres s'échauffe et le réservoir se charge. Au crépuscule, l'énorme cuve est devenue une banque de chaleur.

Pour récupérer les calories, le principe est exactement l'inverse du précédent : l'huile chaude (environ 300 °C) est pompée à partir du sommet de la citerne, passe à travers un échangeur et cède sa chaleur à de l'eau qui se vaporise ; l'huile refroidie est alors refoulée vers le bas du réservoir. Plus de 900 000 l d'huile circuleront ainsi dans les circuits de Solar One. Ces réservoirs de chaleur permettront à la centrale de fonctionner durant quatre heures, avec une puissance réduite de 7 MW, après le coucher du soleil ou lorsque les nuages assombriront le ciel. Et, à l'aube, il restera suffisamment de chaleur emmagasinée dans le réservoir pour commencer à chauffer l'eau de la chaudière afin que la mise en route soit plus efficace et plus rapide.

Le fonctionnement de Solar One est supervisé par une batterie d'ordinateurs réunis dans une salle de contrôle. Un premier groupe de machines contrôle et dirige les mouvements des miroirs ; sur un écran apparaît une multitude de petits symboles de couleur, représentant chacun l'état de chaque héliostat : son orientation (en position de repos face au sol, en position de nettoyage à la verticale), son activité (en service ou hors service), etc. Un second groupe d'ordinateurs contrôle le fonctionnement de la chaudière, sa température, sa pression ; un troisième groupe supervise le réservoir de chaleur et les échangeurs. Enfin une autre machine s'occupe exclusivement du fonctionnement de la turbine et du générateur d'électricité. Pour superviser le tout, un équipement central est capable à tout instant de prendre la relève en cas de panne dans n'importe lequel de ces ordinateurs.

Aujourd'hui, Solar One est prête à entrer en service ; les camions de nettoyage terminent la toilette des miroirs (par la suite, cette opération aura lieu une fois par mois avec de l'eau déminéralisée) ; les ingénieurs vérifient les mouvements de chacun des héliostats et peaufinent les programmes d'ordinateurs. A l'heure H, doucement, tous les miroirs s'orienteront vers le soleil et réverbéreront leurs rayons vers le sommet de la tour ; pour la première fois, Solar One produira de la vapeur ; celle-ci parcourra tous les éléments du circuit qui seront ainsi testés. Et c'est au début du mois de juin 1982 que la centrale solaire fournira ses premiers mégawatts électriques. Lorsqu'elle fonctionnera à plein, Solar One produira assez d'électricité pour alimenter une ville de 6 000 habitants.

Mais Solar One a coûté cher, très cher même. Le Département à l'énergie américain a donné 120 millions de dollars, Southern California Edison, environ 21 millions et le Département d'eau et d'électricité de Los Angeles 4 millions, soit un total de 145 millions de dollars (environ 750 millions de F) pour la construction seulement. A cela, il convient d'ajouter 3 à 4 millions de dollars par an pour le fonctionnement et la maintenance de la centrale, dont Southern California Edison assurera la plus grande partie. La participation du Département à l'énergie, qui n'est pas encore assurée, ne dépassera pas un million de dollars par an ; en effet Ronald Reagan, dont la politique n'est guère favorable au développement des énergies nouvelles, peut fort bien décider de nouvelles coupes sombres dans le budget du Département à l'énergie (4) pour les années à venir et le budget de l'énergie solaire serait le premier touché ; la Compagnie d'électricité se retrouverait donc seule à assumer le coût de l'exploitation de Solar One.

Le coût du kW produit par la centrale du dé-

(3) L'huile qui fut choisie pour Solar One est l'huile Caloria HT 43 d'Exxon.

sert sera, selon les responsables de la compagnie d'électricité, près de 10 fois supérieur au prix du kW obtenu, aux États-Unis, à l'aide de centrales classiques à charbon ou à pétrole. Est-ce à dire qu'il vaut mieux abandonner dès maintenant tout espoir de voir des centrales du type Solar One concurrencer sérieusement les autres filières énergétiques ? Certainement pas ! D'abord, la centrale de Barstow est une usine-pilote avec un fort coût de recherche et de développement qui n'apparaîtra pas dans les factures des futures usines du même type. De plus, le coût des héliostats (1 500 dollars, soit quelque 8 000 F pièce) et en particulier celui des miroirs est très important ; il représente environ 20% du prix de la centrale. Or, ces prix iront en diminuant de façon très sensible dès que l'on fabriquera ces miroirs en très grande quantité. Enfin, la centrale solaire est bourrée d'instruments de mesure destinés à glaner le maximum de données sur son fonctionnement. La collecte de ces données, indispensable dans une usine pilote, disparaîtra par la suite. Donc, tous les résultats qui seront obtenus grâce à Solar One serviront à améliorer les performances des centrales à venir.

Le prix du kW produit par ce prototype n'a donc rien à voir avec celui des kW qui seront fournis par les centrales de l'avenir. L'équipe de Southern California Edison attend avec impatience les informations en provenance de Solar One, car elle a dans ses cartons le projet d'une seconde centrale solaire du même type, Solar Two, mais dix fois plus importante. Solar Two aura en effet une puissance de 100 MW. Elle sera également située dans le désert de Mojave, près de Victorville. Peut-être possédera-t-elle deux tours centrales au lieu d'une, peut-être fonctionnera-t-elle avec des sels fondus et non pas de l'eau sous pression. Tout dépend des résultats de Solar One et de Thémis. D'autres compagnies d'électricité américaines se sont intéressées, à la demande du Département à l'énergie, aux centrales solaires à tour : l'Arizona Public Service (projet de 111 MW possédant plus de 10 000 héliostats), et l'El Paso Electric (Texas), le Public Service of Oklahoma et le Sierra Pacific Power (Nevada) se sont à leur tour penchés sur des projets de centrales solaires.

Il est donc vraisemblable que si les performances de la centrale de Barstow sont bonnes, les compagnies d'électricité (qui aux États-Unis sont privées) mettront d'elles-mêmes en chantier de nouvelles centrales de ce type, à l'instar de Southern Edison. Cela se fera alors malgré la politique de Ronald Reagan : le budget de l'énergie solaire, véritable peau de chagrin, a déjà diminué de moitié pour 1982 (275 milliards de dollars au lieu de 503) et l'on parle maintenant de 75 millions pour l'année 1983.

Solar One est donc une étape majeure aux États-Unis, tout autant que Thémis en France ; mais si leurs conceptions sont assez proches, les paysages qui les voient naître sont par contre assez différents : du désert californien aux montagnes des Pyrénées il y a un "monde". C'est en effet à Targassonne, petit village proche de Font-Romeu, que se trouve Thémis. Son projet avait connu quelques déboires : datant de 1977, il fut longtemps bloqué par le ministre de l'Industrie, le COMES [5] et EDF. C'est seulement en 1979, sur décision supérieure, que sa mise en œuvre débuta. EDF recommanda alors l'implantation de la centrale dans les Bouches-du-Rhône (ensoleillement moyen de 2 700 h/an) ; les Pyrénées orientales (ensoleillement moyen de 2 400 h/an) furent finalement retenues, sans doute pour des raisons plus politiques que pratiques. Toujours est-il que Thémis existe maintenant : comme pour Solar One, mais en moins grand nombre, 201 héliostats commandés par ordinateur s'orienteront pour renvoyer la lumière du soleil dans une cavité réceptrice située au sommet d'une tour de 101,5 m de haut : hauteur nécessaire, à cette latitude et en raison de la puissance de la centrale, pour récupérer le rayonnement sans trop de pertes.

Dans la cavité, des tuyaux sombres vont alors se réchauffer pour transmettre cette chaleur à un fluide : non plus de l'eau, mais un sel, mélange de nitrite et nitrate de sodium et potassium appelé HITEC ; ce fluide porté à une température moyenne de 450 °C va circuler jusqu'à un générateur de vapeur qui, tout comme à Solar One, alimente une turbine couplée à un alternateur (fournissant l'électricité). La vapeur est récupérée dans un aérocondenseur, puis réinjectée condensée dans le générateur. Un dispositif de stockage est aussi prévu pour pallier les variations météorologiques : il assure à Thémis une autonomie de cinq heures et utilise comme matériau de stockage 500 t de sel identique à celui utilisé comme fluide caloporteur.

Techniquement les principes des deux centrales sont donc identiques, à part le matériau de stockage et la puissance délivrée. Quant au coût de construction, il sera supérieur à 128 millions de francs pour Thémis. Soit par mégawatt installé, un coût 20 fois supérieur à celui d'une centrale nucléaire "classique" du type Bugey (environ 12 000 millions) et dix fois supérieur à celui d'un surrégénérateur. La validité d'une telle comparaison est évidemment relative, puisque Thémis est une centrale expérimentale, qui plus est, la première de sa génération.

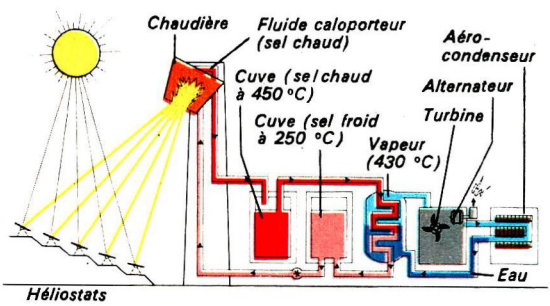
Le prix du kWh solaire est difficile à évaluer, car dépendant des dépenses d'exploitation et d'entretien de la centrale, de sa durée annuelle de fonctionnement et de son rendement ; il serait cependant, d'après EDF, de l'ordre de 5 F à 5,40 F à court terme et à moyen terme de 2,50 F. En tout cas, il sera beaucoup plus cher que le kWh issu du nucléaire, et même des centrales classiques vu que pour une centrale au fuel, le total des dépenses (investissement, ex-

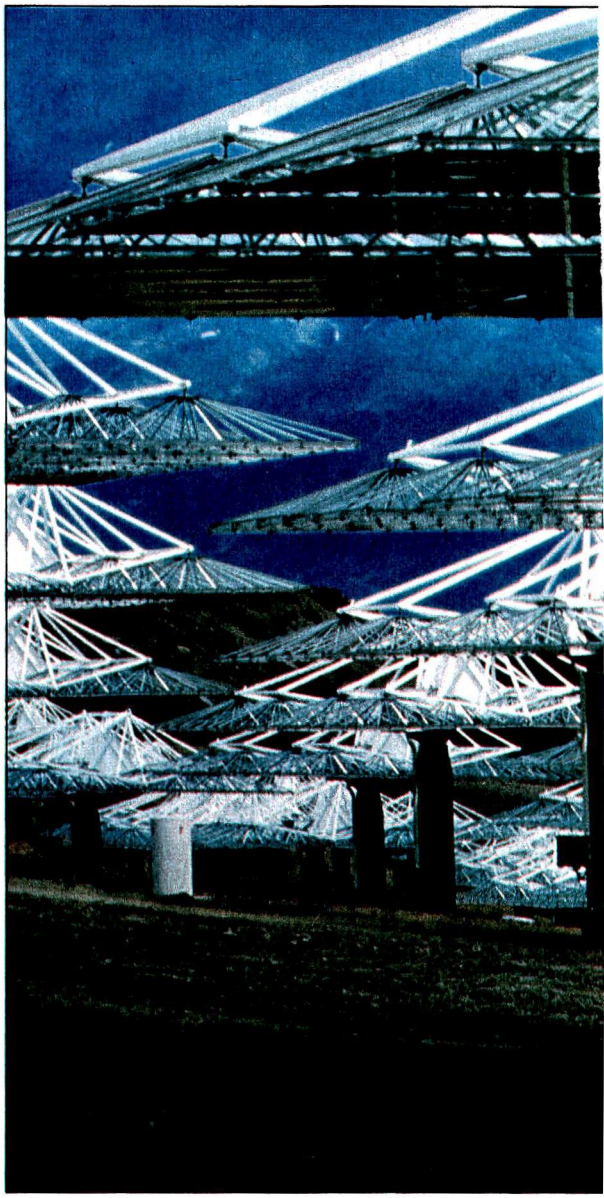
(4) L'avenir du Département à l'énergie n'est pas assuré : l'administration Reagan va probablement le démanteler et on ne sait pas encore à qui reviendra ses activités de recherche.

(5) Commissariat à l'énergie solaire.

THÉMIS : UN LAC DE MIROIRS DANS LES PYRÉNÉES

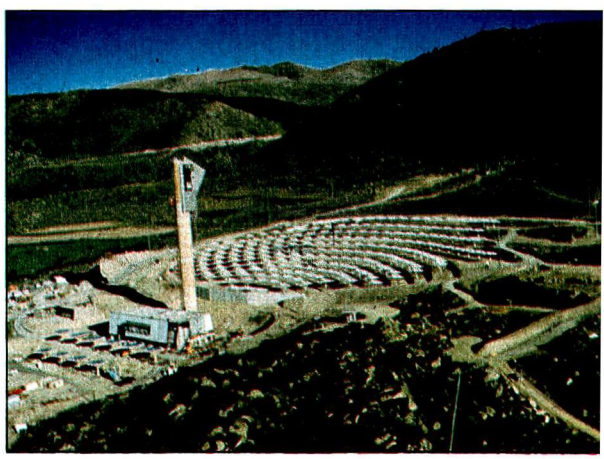
Ici, les miroirs n'encerclent plus la tour. Ils sont étagés en demi-lune sur le flanc d'une colline. Le récepteur de la chaudière n'a donc plus besoin d'être circulaire. Il se réduit à une porte de 4 m sur 3,5 m par où s'engoufrent les reflets des miroirs.
La dimension de cette ouverture résulte d'un compromis : trop grande, les pertes de chaleur auraient été importantes, trop petite, elle n'aurait pu absorber tout le rayonnement renvoyé par les héliostats. Sur la photo ci-contre, ceux-ci sont inclinés face contre terre en position de repos. Un mécanisme commandé par ordinateur oriente les héliostats de telle sorte que les rayons solaires qu'ils reçoivent soient constamment dirigés vers l'ouverture de la chaudière. Les miroirs de ces héliostats sont légèrement paraboliques. S'ils avaient été plans, leurs reflets n'auraient pas été assez concentrés pour passer par la porte dont l'ouverture aurait alors dû être de 14 × 10 m au lieu de 4 × 3,5 m...
La convertion lumière-chaleur est meilleure dans Thémis que dans Solar One. La chaudière à ouverture a en effet un meilleur rendement que le corps noir circulaire, mais elle n'est applicable qu'à une centrale de faible puissance : un système identique à celui de Solar One nécessiterait une tour de 120 m de hauteur, coiffée d'une chaudière possédant une ouverture très importante. Plus une centrale est puissante, plus le champ d'héliostats est grand ; donc, pour recevoir les rayons qu'ils renvoient, il faut non seulement agrandir l'ouverture de la chaudière, mais aussi prévoir une tour d'autant plus haute que les héliostats sont nombreux.





FICHE TECHNIQUE

Lieu d'implantation : Pyrénées-Orientales (France)
Surface d'implantation : 5 ha
Ensoleillement annuel moyen : 200 jours/an (2400 h/an)
Puissance prévue : 2,5 MW
Nombre d'héliostats : 201
Surface réfléchissante par miroir : 54 m²
Hauteur de la tour : 101,50 m
Fluide caloporteur : HITEC : sel (mélange de nitrite et nitrate de sodium et potassium)
Surface de la chaudière : 110 m²
Matériau de stockage : identique au fluide caloporteur : 500 tonnes de sel
Durée du stockage : 5 heures à puissance maximale
Coût à la construction : 128 millions de francs





Dessin J. Zéboulon/Photos Media

(suite de la p. 99)

ploitation et combustible) est de 0,42 F (dont 0,25 F pour le combustible) ; pour une centrale au charbon de 0,25 F (dont 0,15 F pour le combustible) ; pour une centrale nucléaire de 0,16 F (dont 0,04 F pour le combustible) ; pour une centrale solaire de 5 F (mais sans aucune dépense pour le combustible).

Au vu de ces chiffres, on serait tenté de penser que Thémis et Solar One ont été construites pour démontrer que l'énergie solaire n'est pas compétitive, ou pour satisfaire un électorat non négligeable en France comme aux États-Unis. Ce serait oublier, par exemple, les problèmes posés par les centrales nucléaires ; ce serait aussi oublier qu'il s'agit d'une première génération de centrales solaires et donc d'un banc d'essai. En particulier, Thémis connaîtra 3 ans de tests : il faut vérifier les modèles théoriques et les composants en vue d'améliorer les performances et réduire les coûts des futures centrales. Il faut déterminer les bilans énergétiques et les conditions de conduite optima. Enfin, il faut simuler les rythmes de fonctionnement correspondant à des applications typiques : comment insérer la centrale dans une ville africaine ou dans le réseau EDF ? Dans quatre ans environ, Solar One et Thémis auront livré leurs premiers résultats ; nous saurons alors, dans quelles conditions une deuxième génération de centrales peut être mise en œuvre, et quelle sera leur rentabilité. Peut-être aurons-nous alors l'ébauche d'une alternative aux autres sources d'électricité.

Françoise HARROIS-MONIN et Sven ORTOLI ■

Une nouvelle formule d'expansion commerciale : la franchise

Quand un chef d'entreprise novateur met à la disposition d'un nouveau venu sur le marché les clefs de sa propre réussite, afin qu'il puisse la reproduire, il passe un contrat de "franchise". Une formule qui est en train d'"éclater" en France, mais attention : il y a quand même quelques pièges.

Celui qui a réussi commercialement peut investir son expérience, ses procédés et peut-être sa chance dans la création d'une nouvelle entreprise. C'est la formule de la « franchise ». Elle a été mise au point, il y a une cinquantaine d'années, par Alfred Sloane, le président de la General Motors. Aujourd'hui, les 1 200 magasins franchisés General Motors réalisent un chiffre d'affaires annuel de 385 milliards de dollars. C'est dire que la démonstration est irréfutable.

Bien entendu, pour qu'une nouvelle entreprise profite de l'aide de celle qui est déjà installée sur le marché, il faut qu'elle paye. D'abord un droit d'entrée qui couvre les frais de son information-formation, plus des royalties qui peuvent varier de 2 à 5% de son chiffre d'affaires.

Mais ce n'est pas trop cher pour obtenir l'accès aux dernières techniques, pour être au fait du monde difficile et mouvant du business. Des firmes aussi diverses que Coca-cola, Mac-Donald's, Novotel, Rodier, Stemm, Lancel, Christofle, Charles Jourdan, Pronuptia, Lévitan, Yoplait, Courte-Paille, Coryse Salomé sont passées par la franchise pour s'imposer.

Extrêmement longue à être connue et appliquée en France, la franchise, qui ne représente encore que 6,5% environ de chiffre d'affaires du commerce de détail, se développe pourtant aujourd'hui à une vitesse accélérée. Il y a dix ans, on comptait une quarantaine de chaînes de franchise. En 1979, il y en avait deux cent dix. Au début de cette année, plus de 400 pour 15000 franchisés, réalisant plus de 50 milliards de francs de chiffre d'affaires. Désormais, il ne se passe plus une semaine sans que soit annoncée une nouvelle chaîne : par référence au *baby-boom*, on parle du *franchising boom* français. Car la France est devenue le leader européen de la franchise : elle "truste" à elle seule 50% de toutes les franchises recensées en Europe.

Qui sont les franchisés ? Aussi bien des femmes que des hommes (un sur deux). A 80% des nouveaux commerçants : quatre sur cinq n'ont jamais eu aucune activité dans le secteur du commerce, alors qu'un sur trois de l'ensemble des nouveaux commerçants non franchisés en provient (vendeurs, représentants), que les deux autres ont fait leur expérience sur le tas comme apprentis et qu'un sur deux avait déjà de la famille dans le commerce. Les principaux secteurs où ils s'établissent sont la laine-mercerie (26%), le papier peint-décoration (15%) et le secteur alimentaire (supérettes et supermarchés Bravo, Cali, Banco, Shopi...) n'attirant que 7% des franchisés.

En ce qui concerne la réussite, alors que 90% des nouveaux commerçants non franchisés sont condamnés à disparaître dans les cinq ans qui suivent leur établissement, le déchet n'est plus que de 10% chez les franchisés.

Explications d'une telle différence : 80% des nouveaux commerçants n'ont suivi aucune préparation et 56% se sont lancés dans l'aventure sans même avoir pris de conseils : ils croyaient connaître le commerce. D'un autre côté, le faible taux de disparition des franchisés tient à leur sélection préalable : avant d'accepter les postulants, les franchiseurs étudient d'autant plus soigneusement leur candidature qu'il suffit d'un franchisé incompétent pour mettre toute une chaîne en difficulté.

Mais la raison essentielle du succès des franchisés se trouve dans la dynamique propre du système. Ainsi que le précise Me Olivier Gast, membre de la Fédération française de franchisage : « Le franchisé profite d'emblée de l'expérience, de la notoriété, de la garantie d'achalandage liées à l'image de marque du franchiseur. Installant sur un territoire nouveau une unité d'une chaîne connue, il bénéficie immédiatement, avant même d'ouvrir ses portes, d'une clientèle qui connaît son enseigne et la qualité de son service. L'achat d'une franchise est avant tout l'achat d'expérience, de savoir-faire et de clientèle. »

A ces trois atouts s'en ajoutent bien d'autres qui permettent à la franchise de constituer une formule complète, sans faille, de réussite. Par exemple, le franchiseur forme le franchisé à ses méthodes commerciales et à ses méthodes de gestion comptable, administrative et financière ; il l'aide le plus souvent pour la localisation puis pour l'agencement et l'équipement de son magasin ; il lui permet d'obtenir des marchandises moins chères, soit qu'il les fabrique lui-même, soit qu'il dispose d'une centrale d'achats et de fournisseurs agréés ; il finance une publicité nationale dont, par un phénomène de synergie, bénéficie chaque point de vente local, etc.

Quel est, maintenant, l'intérêt du franchiseur ? Me Olivier Gast voit six bonnes raisons pour une firme de choisir la franchise :

- La publicité nationale dont nous venons de parler est financée par une partie des royalties versées par chaque franchisé : le franchiseur se trouve ainsi très rapidement à la tête d'un budget promotionnel considérable.
- C'est grâce aux investissements des franchisés que le franchiseur développe sa chaîne : ce sont les franchisés qui investissent eux-mêmes dans leur magasin, leurs stocks, leurs fonds de roulement.
- L'expansion des ventes est plus rapide, la croissance de ces dernières étant fonction de l'augmentation du nombre des points de vente.
- La franchise crée de nouveaux revenus au franchiseur : droit d'entrée, royalties, ventes d'équipements, de matières premières, de services et même, éventuelle-

ment, intérêts sur prêts consentis aux franchisés.

● Le franchisé sait mieux que le franchiseur s'adapter à l'évolution du marché local : il le connaît mieux, il est plus près de sa clientèle.

● Les franchisés sont parfaitement "motivés" : libres entrepreneurs, risquant leur capital et récoltant le bénéfice de leur travail, propriétaires de leur affaire, ils mettent tout en œuvre pour réussir.

On a pu ainsi calculer, en matière de vente de biens d'équipements (bureautique, par exemple) et de prestations de services sophistiqués (informatique, par exemple) que le coût d'une commande décrochée s'établissait à 2 000 F pour un technico-commercial salarié et à... 416 F seulement pour un technico-commercial franchisé.

Explication : le salarié travaille 200 jours par an, le franchisé 240 jours, dans la mesure où il s'accorde 3 semaines de congés, au lieu de 5 ou 6, où il ne prend pas de "ponts" et où il travaille 12 heures par jour au lieu de 8. Le franchisé effectue 4 visites de clients potentiels par jour, le salarié 2. Une fois sur deux le franchisé enlève la commande, le salarié n'y parvient qu'une fois sur quatre ou cinq. Pourquoi ? Parce que seule la commande rapporte au franchisé, ce qui le force à plus de combativité, et parce que la principale obligation du salarié vis-à-vis de son siège, de son administration, est de prouver qu'il a effectué des visites, non qu'il a arraché des commandes. Au total, le franchisé a ainsi un rendement pratiquement cinq fois supérieur à celui du salarié, ce qui laisse à l'entreprise-mère la possibilité de le rémunérer beaucoup mieux.

Le développement actuel de la franchise en France ne va pas sans certains abus, voire certaines escroqueries : manque de précisions et d'assistance technique données aux franchisés, contrats à pièges, ventes de franchises qui n'ont encore été testées nulle part, de savoir-faire inexistants ou sans aucune originalité, de marques qui ne sont même pas déposées.

Comment le candidat franchisé peut-il se prémunir des escrocs, pour éviter que son rêve ne devienne cauchemar ?

Me Jean-Marie Leloup, conseiller technique de la Fondation nationale pour le droit de l'entreprise, propose la formule suivante :

"REMARSAOBJEXFONDUCOUFIN".

RE pour réitération : la franchise ce n'est rien d'autre que de réitérer, de renouveler une réussite... et cela suppose que cette réussite existe.

MAR pour marque : celle-ci doit être enregistrée par l'Institut national de la propriété industrielle. Pour être acceptée, elle ne doit être ni descriptive, ni déceptive (risquant d'induire le public en erreur). Elle doit faire l'objet de recherches d'antériorité.

SA pour savoir-faire : celui-ci doit être spécifique, éprouvé et transmissible. Et il doit être exprimé par le franchiseur en un manuel opératoire clair et précis. Un exemple, la chaîne de restauration canadienne "La Rôtisserie Saint-Hubert" : elle a établi 52 cassettes audio-visuelles pour la formation de ses franchisés.

OBJ pour objet : sur quoi porte très précisément le contrat ? Quel va être, clairement défini, le métier du franchisé ? Sur quel territoire ? Quel sera le statut juridique du point de vente ? etc.

EX pour exclusivité : s'agit-il d'une exclusivité d'enseigne ? Le franchiseur a alors le droit de vendre ses produits dans d'autres commerces de la même ville, pourvu qu'ils ne portent pas cette enseigne. Ce qu'il n'a pas le droit de faire s'il s'agit d'une exclusivité de fourniture.

FON pour fonctionnement : comment sont fixés les prix ? De quelle assistance technique bénéficiera le franchisé ? Sera-t-il libre d'exercer une autre activité ? etc.

DU pour durée : le contrat est-il conclu pour une durée indéterminée, ou déterminée, comme c'est le cas le plus fréquent (3 à 5 ans) ? Dans quelles conditions chacun des deux partenaires peut-il reprendre sa liberté ?

COU pour coût du contrat : quels sont précisément les montants du droit d'entrée, des royalties, des participations pour la formation du franchisé, des participations à l'action publicitaire ?

FIN pour fin de contrat : qu'est-ce qui peut amener une rupture du contrat ? Dans quelles conditions le franchisé peut-il céder son fonds de commerce ? A qui ? Sous quelles réserves de la part du franchiseur ?

La Fédération française de franchisage a établi un code de déontologie. Mais il n'a, bien sûr, aucun caractère obligatoire. Faudra-t-il aller plus loin et réglementer ? C'est ce qu'ont fait les États-Unis en votant une loi spéciale, le *Full Disclosure Act*, qui impose aux franchiseurs la révélation (*disclosure*) aux candidats franchisés d'une série complète (*full*) d'informations extrêmement précises et détaillées sur la franchise qui leur est proposée. Une loi, somme toute, qui impose cette collaboration impeccable entre franchiseur et franchisé, car la réussite de l'un ne peut venir que de la réussite de l'autre.

Gérard MORICE ■

FRANCHISE : ADRESSES ET RÉFÉRENCES UTILES

● ***Fédération française de franchisage :*** *31, rue Saint-Augustin, 75002 Paris. La fédération édite un bulletin mensuel : "Franchising" (sur abonnement, 200 F/an).*

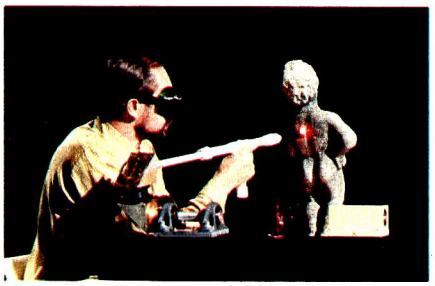
● ***CECOD*** *(Centre d'étude du commerce et de la distribution) : 19, rue de Calais, 75009 Paris. Le CECOD vient de publier le compte rendu d'une journée d'étude récemment organisée sur le thème "Comment évaluer une franchise ?" (130 F).*

● ***L'annuaire de la franchise :*** *également publié par le CECOD, il présente de façon détaillée les franchiseurs présents en France, avec une fiche par enseigne (250 enseignes, regroupées par secteur d'activité), ainsi qu'un bilan de la franchise en France au 1-1-81 (185 F).*

● ***La franchise commerciale et industrielle,*** *par Me Jean-Paul Clément : cet ouvrage de vulgarisation fait le point en 50 questions-réponses. Il peut être consulté comme un dictionnaire (55 F, dans les librairies ou à la Fédération française de franchisage. Édition : Entreprise moderne d'édition).*

● ***Premier salon international de la franchise.*** *C'est une première mondiale. Il est placé sous le patronage de la Fédération française de franchisage et il se tiendra au Parc floral de Paris, dans le bois de Vincennes, du 12 au 15 mars 1982. Il présentera des modèles réels, grandeur nature ou réduits, de lieux de distribution et de production (magasins, usines, hôtels, services divers, etc.). Ouvert au grand public aussi bien qu'aux professionnels (renseignements : SERETE Aménagement, 63, rue de la Boétie, 75008 Paris).* □

Le nettoyage à la lumière



Un Américain a eu l'idée d'utiliser le laser pour vaporiser les substances qui salissent la surface des œuvres d'art. Cette technique originale déjà utilisée à plusieurs reprises a donné des résultats tout à fait remarquables.

Avec les atteintes de la pollution et de l'humidité Venise paye cher sa situation exceptionnelle : le surintendant des monuments de la ville estime que 35% des statues situées à l'extérieur des admirables édifices sont en train de s'effriter ; 5% d'entre elles disparaissent irrémédiablement chaque année. Pour tenter de garder ne serait-ce qu'une image de ces chefs-d'œuvre, Walter Munk, professeur de l'université de Californie (San Diego) eut l'idée, il y a une dizaine d'années, d'envoyer une équipe de scientifiques pour réaliser des hologrammes(1) des œuvres d'art, avant qu'elles ne disparaissent à jamais.

C'est ainsi qu'au début de l'année 1972, un jeune physicien de l'université de Californie, le Dr John Asmus, arrive à Venise avec des lasers dans ses bagages. Tout en réalisant l'hologramme du *San Giovanni Battista,* une sculpture sur bois de Donatello qui date de 1453, et celui de la *Madona con Bambino,* une œuvre de Nino Pisano en marbre de Carrare du XIVe siècle, le physicien californien écoute les conservateurs de la ville se lamenter sur les problèmes insolubles de nettoyage et de restauration auxquels ils ont à faire face. Les produits chimiques qu'ils emploient, comme les cétones, sont très dangereux ; les techniques mécaniques d'abrasion sont extrêmement délicates à manipuler, risquent à tout moment d'endommager l'œuvre à nettoyer, érodent la surface et ôtent la patine. De plus, ces méthodes sont souvent lentes, et pour Venise qui croule sous les œuvres d'art en mal de restauration, le facteur temps est primordial.

Pourquoi, songea John Asmus, ne pas tenter d'utiliser un laser pour ôter les couches d'incrustations indésirables sur les objets d'art ? Personne n'y avait songé jusqu'à présent ; et avant son départ de Venise, il se promit de tenter l'expérience. C'est au Laboratoire de restauration de San Gregorio que le physicien soumet ses premiers marbres à la lumière laser. Les résultats furent étonnants ; le laser semblait dévorer les incrustations qui salissaient les fragments de sculpture et ne laissait apparemment aucune trace sur le marbre sous-jacent. Mais avant d'aller plus loin, John Asmus voulait comprendre exactement comment et pourquoi la lumière laser attaquait sélectivement les couches superficielles, les incrustations, en laissant le reste intact ; il voulut étudier les réactions d'autres matériaux comme le bois, le papier, le tissu, le métal, la poterie, etc.

Les principes qui gouvernent la production de la lumière laser (voir notre article p. 60) permettent à certains types de lasers de fonctionner d'une manière pulsée ; ils retiennent l'énergie produite en plusieurs fois et la délivrent d'un seul coup en une fraction de seconde ; les énergies atteintes sont alors considérables. Il est possible de produire ainsi des accroissements de température de l'ordre de quelques milliards de degrés par seconde. Cette fantastique énergie que transporte le faisceau laser peut vaporiser des matériaux, faire éclater les couches superficielles en un rien de temps.

C'est cette qualité des lasers que John Asmus va exploiter pour nettoyer les œuvres d'art. Des recherches précédentes, il connaissait les valeurs de l'accroissement de la température au centre de la tache que dessine le laser sur une surface. Cette température "T" est fonction de la conductivité thermique et de la diffusion thermique du matériau, de la puissance du laser et de l'absorption de la surface(2). Ainsi pour un laser délivrant une énergie de 10 joules en 10^{-3} seconde, la température d'un corps sombre (absorption optique = 0,9) qui absorbe considérablement les radiations, s'élèvera de

(1) Voir *Science et Vie* n° 721, p. 55.

Photos J. Asmus

1 500 °C, alors que celle d'un corps blanc peu absorbant (absorption optique = 0,1) n'augmentera que de 170 °C.

L'effet d'un laser sur un matériau dépend donc étroitement de la manière dont sa surface absorbe ou réfléchit la lumière, mais aussi de la valeur de son point de sublimation (qui marque la transformation de l'état solide à l'état gazeux) et de sa température de dissociation, c'est-à-dire de la température à laquelle les liens chimiques qui lient les différents éléments qui la composent se brisent. En choisissant avec soin la longueur d'onde de la lumière laser, en faisant converger ou au contraire diverger le faisceau de façon à modifier la quantité d'énergie distribuée sur la surface, en calculant avec soin les accroissements de température, il est possible de contrôler l'action de la lumière laser sur différents matériaux et d'éliminer les couches indésirables sur différentes surfaces.

A son retour de Venise, dans son laboratoire de l'université de San Diego, John Asmus se livra à une série de tests. Il découvrit ainsi que la vaporisation des substances qui salissaient certaines œuvres d'art n'était que l'un des effets de l'action des lasers sur les matériaux : si l'échauffement de la surface est suffisamment rapide, les gaz produits se détendent et décapent les surfaces avoisinantes tout comme peut le faire l'air sous pression (3) ; de plus, en utilisant un laser à faible flux d'énergie, on peut produire une photodécomposition ou une décomposition thermique des couches superficielles. Dans le premier cas, des photons sont absorbés et détruisent la stabilité des molécules ; dans le second cas, les molécules s'agitent et se dissocient. Il ne reste plus ensuite qu'à éliminer les débris par simple lavage. Enfin, si l'énergie laser est fournie durant un intervalle suffisamment court, de l'ordre de 10^{-8} seconde, il se produit une onde de choc puissante qui vient frapper le matériau et la couche superficielle vole en éclat, comme s'effrite la peinture d'un objet que l'on cogne. L'interaction du laser avec les matériaux peut également être modifiée en changeant le milieu environnant : on peut ainsi empêcher les oxydations, ou modifier les qualités d'absorption des couches superficielles. Les objets peuvent être plongés dans un gaz neutre, du dioxyde de carbone, de l'azote, un fréon, de l'eau, ou même le vide.

Durant trois ans, l'équipe de San Diego chercha à optimiser ses résultats et à déterminer le plus précisément possible le type de laser, l'énergie requise, la durée de la pulsation laser et le milieu les plus appropriés à chaque type de matériau sali par le temps ou la pollution. Ils mirent au point une sorte de livre de recettes qui permet de connaître les paramètres du laser en fonction du problème à résoudre. Ainsi, sur la pierre, il faut des faisceaux concentrés capables de fournir sur la surface une énergie de 10 à 100 joules par cm^2 ; sur le cuivre, la lumière peut s'étaler et 2 à 5 joules par cm^2 sont suffisants ; sur les tissus, un dixième de joule suffit en général. Des dizaines de matériaux, certains très fragiles, furent soumis aux tests de John Asmus. Il parvint à ôter des couches de peinture sur de la tapisserie, de la suie sur des soies, de la moisissure sur du cuir et du parchemin, des dépôts calcaires sur de la poterie et sur du plomb,



Ce visage qui orne une des frises du Palais des Doges à Venise a été décapé par rayon laser : par l'énergie qu'il dégage, les particules de poussière ont été "soufflées".

des dépôts de minéraux et de la corrosion sur du bronze, des incrustations sur des vitraux, de la chaux éteinte sur des fresques, des graffitis sur du ciment, des taches de café sur du papier, des ternissures sur des fils d'argent brodés sur des tissus. Ces deux derniers exemples démontrent l'extrême sensibilité et la parfaite maniabilité de la lumière laser.

C'est par hasard que Denise Doumergue, restauratrice travaillant alors au Laboratoire d'art et de restauration de l'université de Californie, à Davis, a eu connaissance des recherches en cours à San Diego. A cette époque, elle venait de recevoir de France, une vingtaine de sièges qui étaient attribués à Hector Guimard, le père de l'art nouveau. Un des chefs-d'œuvre d'Hector Guimard, la Salle Humbert des Romans, fut

(2) Selon la formule : $T(t)\frac{2a\ Io}{k}\left(\frac{Kt}{\pi}\right)$ où "a" représente le coefficient d'absorption de la surface, "Io" le flux lumineux du faisceau laser, "K" le coefficient de diffusion thermique, "t" le temps, et "k" la conductivité thermique du matériau.

(3) Une variante de cet effet se produit lorsqu'on humidifie la surface ; quand le faisceau laser frappe le matériau, il va vaporiser l'eau et induire un "nettoyage à la vapeur".

construit entre 1897 et 1901, au 60 de la rue Saint-Didier, à Paris ; ce devait être un théâtre. Malheureusement, le monument, très élaboré, fut détruit avant même d'être totalement terminé, entre 1905 et 1908, et tous les éléments de décorations intérieurs furent perdus. Alain Blondel, fondateur de la Galerie du Luxembourg et expert de l'œuvre d'Hector Guimard, retrouva 40 des sièges de la Salle Humbert des Romans dans un cinéma du sud de la France. La moleskine originale avait été recouverte de plusieurs couches de peinture, cachant les dessins originaux. Alain Blondel décida de restaurer les sièges les mieux conservés et les envoya à Denise Doumergue.

C'est ainsi que 20 fauteuils français du début du siècle arrivèrent dans le laboratoire d'un physicien californien. John Asmus attaqua les couches de peintures à l'aide d'un laser à rubis ; la lumière décomposait en partie les couches de peinture et il était alors possible de l'ôter par lavage, mais le procédé s'avérait extrêmement lent ; le mélange des différentes peintures réfléchissait trop la lumière rouge du laser et le procédé perdait de son efficacité. « C'est alors que j'ai compris, explique le physicien californien, que pour cette application particulière, la longueur d'onde de la lumière incidente ne devait pas jouer un rôle primordial ; la décomposition partielle de la peinture était due à l'effet thermique. J'ai donc décidé d'abandonner la lumière laser et de la remplacer par d'énormes lampes flash au xénon, semblables — mais beaucoup plus puissantes — à celles qu'utilisent les photographes professionnels. » Les lampes utilisées étaient capables de fournir des puissances de 1 million de watts, le flash durait environ une milliseconde, et il se répétait toutes les 10 secondes. En une heure il devenait ainsi possible de nettoyer une surface cent fois plus grande que celle décapée avec la lumière laser.

Ces très puissantes lampes au xénon vinrent donc agrandir la panoplie des outils à la disposition des restaurateurs ; elles pouvaient être utilisées à chaque fois que la longueur d'onde de la lumière ne jouait pas un rôle primordial dans le processus de nettoyage à chaque fois que la surface est relativement plane. En l'espace d'un mois, les 20 sièges de la Salle Humbert des Romans avaient retrouvé leur aspect original. Avec les procédés traditionnels, il aurait fallu plus d'un an de travail pour décaper les moleskines.

A la suite de ce premier succès, le Dr Asmus travailla sur des livres très rares appartenant à la bibliothèque de l'université de San Diego. En effet, sur certains ouvrages, la couverture de cuir était comme rongée par les moisissures, le cuir se désintégrait. Avec un laser au rubis, dont le faisceau délivrait sur les livres une énergie d'environ un dixième de joule par cm^2, l'équipe de San Diego parvint à tuer le mildiou sans endommager les très fragiles couvertures de cuir. Aucun produit chimique, aucun solvant ne fut nécessaire pour fignoler le travail qui s'avéra parfait. Une dizaine d'ouvrages furent ainsi guéris du mal du temps et de l'humidité.

Dans les milieux spécialisés on commençait à parler des travaux de John Asmus ; et à la fin de l'année 1976, la fondation Samul H. Kress demanda à l'équipe de San Diego de construire, pour la ville de Venise, le premier laser exclusivement destiné à la restauration des œuvres d'art. Ce laser au grenat d'yttrium et d'aluminium (dit laser YAG) est aujourd'hui en possession du surintendant des monuments, qui l'utilise sur certaines sculptures réticentes aux méthodes traditionnelles de nettoyage.

Puis, en 1978, le responsable des monuments de Californie fit appel à John Asmus ; il voulait restaurer le Capitole, bâtiment où siège le gouvernement de l'État à Sacramento. L'immeuble avait plus de cent ans et il avait été construit avec des matériaux de fortune qui ne répondaient pas aux normes anti-tremblements de terre en vigueur dans tout l'État californien. Près de soixante millions de dollars furent investis pour consolider le bâtiment tout en lui redonnant son aspect original, celui de l'époque victorienne californienne. Or les peintures du dôme et celles qui couvraient les murs de la rotonde avaient été recouvertes au fil des ans de plusieurs couches de peinture successives — 9 exactement. On tenta d'abord d'ôter ces couches superficielles avec des produits chimiques traditionnels. Sans succès. Dès que la peinture était humidifiée par les solvants, le plâtre sous-jacent s'effritait et tombait en poussière, entraînant avec lui les peintures originales.

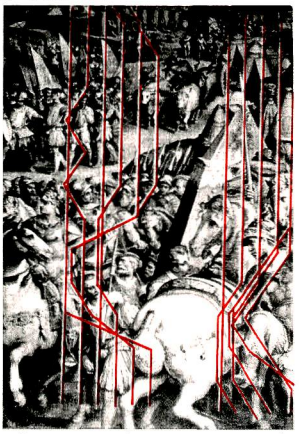
On fit donc appel à John Asmus en lui demandant de décaper une surface suffisamment grande pour que les motifs qui ornaient les murs et le plafond puissent apparaître, être copiés et ensuite reproduits dans le bâtiment rénové. Là encore, l'équipe de San Diego employa d'abord un laser, comme pour les sièges d'Hector Guimard. Le résultat fut excellent, mais le procédé s'avéra extrêmement lent ; les surfaces à décaper étaient trop importantes. Le laser fut remplacé par les lampes flash à xénon et 65 m^2 de peinture datant des années 1870 furent mises à nu.

Après le projet californien, John Asmus construisit un second laser destiné à la restauration du Palais des Doges de Venise. Malheureusement, faute de crédits, il n'y a pas, dans l'équipe de restauration du Palais des Doges, de personnel sachant manier le laser ; cet outil coûteux et délicat reste donc plus de 11 mois de l'année sans fonctionner. Tous les ans John Asmus et l'un de ses confrères retournent à Venise pendant leurs vacances, et c'est seulement à ce moment-là que le laser est utilisé. L'Organisation des amis de Venise financent leurs voyages.

Durant son dernier séjour, au mois d'octobre dernier, John Asmus ôta le goudron qui, lors d'un incendie de l'église Sainte-Catherine, s'était profondément incrusté dans une sculp-

Photo J. Asmus

LES ULTRASONS À LA RECHERCHE D'UNE ŒUVRE DE LÉONARD DE VINCI



La Bataille d'Anghiari, l'une des grandes peintures de Léonard de Vinci qui devait décorer les murs de la Salle des Cinq Cents, au Palazzo Vecchio de Florence, ne fut jamais complètement terminée. En effet, à la reprise du pouvoir par les Médicis qui se produisit au début du XVIe siècle, ceux-ci demandèrent à un autre artiste, Giorgio Vasari de redécorer ladite salle avec des fresques de guerre à leur gloire (ci-dessus). Lorsque Florence fut inondée, en 1966, certaines peintures de Vasari, se trouvant dans d'autres bâtiments, furent endommagées; on s'aperçut alors, que de nombreuse fresques de ce peintre avaient été peintes par-dessus d'autres œuvres.

Peut-être alors, Giorgio Vasari n'avait-il pas effacé l'œuvre de Léonard de Vinci dans la Salle des Cinq Cents et la Bataille d'Anghiari devait toujours se trouver sur les murs du Palazzo Vecchio. Mais comment en être sûr? Une seule méthode: effectuer des sondages en des points précis des fresques de Vasari. Mais comment viser juste et tomber sur l'œuvre inachevée de Léonard de Vinci? C'est alors que John Asmus eut l'idée de sonder les fresques avec des ultrasons. Le principe est simple: lorsqu'on envoie des ultrasons dans un milieu, ils se propagent avec une certaine vitesse; si le milieu change, une partie des ultrasons est réfléchie (l'écho) et l'autre poursuit sa course à travers le second milieu.

« Nous avons produit des ultrasons de fréquences assez élevées (1 MHz), explique le physicien californien, nous les avons dirigés à travers les fresques de Vasari et nous avons étudié les échos. Nous avons bien trouvé des zones où l'écho était particulièrement puissant, celles où, probablement, on devrait retrouver l'œuvre de Léonard de Vinci. »

Aujourd'hui, les résultats de l'étude de John Asmus sont à la mairie de Florence. Le maire cependant n'a pas encore pris la décision d'effectuer les premiers tests qui démontreraient sans ambiguïté la présence d'une œuvre de Léonard de Vinci aux endroits prévus par John Asmus et son équipe. □

ture de marbre de Carrare du XVIIe siècle ornant un tombeau et représentant la Cène. Les produits chimiques avaient ôté le plus gros, mais il restait des taches sombres qui resistaient à toutes les méthodes conventionnelles. En moins de deux semaines, le laser ôta les auréoles sombres qui salissaient ce chef-d'œuvre.

Le musée Paul Getty, à Los Angeles possède une riche collection de statues de marbre et de bronze datant de la Grèce antique. Une tête de marbre d'Alexandre le Grand datant du IVe siècle avant notre ère était tachée ; l'objet fut transporté au laboratoire de San Diego ; une lampe flash permit d'ôter les salissures sur les zones les plus plates comme le sommet du crâne ; le laser fut employé pour les recoins autour des yeux, de la bouche et du nez.

Le nettoyage par la lumière a ses avantages : il est sélectif, et les lasers ou les lampes peuvent être réglés pour agir précisément sur un type de matériau et sur une épaisseur donnée ; il n'est pas nocif comme les produits chimiques ; il n'y a pas de contact direct entre l'objet à décaper et un outil mécanique ou un solvant ; il n'attaque pas la surface sous-jacente ; le laser décape uniquement la surface que son faisceau balaie, il peut nettoyer les recoins, contrairement d'ailleurs aux lampes flash qui ne fonctionnent bien que sur des surfaces relativement plates.

En revanche la méthode est coûteuse. « Les lasers et les lampes flash, explique John Asmus, sont employés lorsque toutes les autres méthodes ont échoué, lorsque le problème est inhabituel. » Ce sont des outils supplémentaires à ajouter à la panoplie des conservateurs d'œuvres d'art. « De plus, ajoute le professeur californien, il existe des cas récalcitrants où le laser ne donne pas de bons résultats. Nous ne sommes pas parvenus, par exemple, à ôter les moisissures (le piqué) sur le papier, certaines taches d'encres sont récalcitrantes ; les poteries sont très délicates ; on peut les nettoyer mais on change fréquemment la couleur finale de la poterie, ce qui n'est guère le résultat souhaité. De rougeâtre, elles tournent au verdâtre, à cause de leur teneur en silicates qui s'assombrissent lorsqu'ils fondent ». La mise au point de lasers moins coûteux, plus maniables, entraînera sans doute leur utilisation plus fréquente dans les musées et les monuments historiques.

Depuis le décapage réussi d'une partie des murs du Capitole de Sacramento, les industriels se sont intéressés au procédé de John Asmus. Si la lumière pouvait nettoyer les œuvres d'art, elle pouvait sans doute aussi décaper la rouille et les dépôts d'algues sur les coques des navires, les couches de peinture indésirables sur n'importe quelle structure industrielle, les pellicules d'huile qui salissent les matériaux. Bref, après avoir fait leurs preuves dans le monde artistique, le laser et les lampes flash partent à l'attaque du marché industriel de préparation de surfaces. Les laboratoires Maxwell Inc., une compagnie spécialisée dans les applications de la lumière pulsée, commercialise aujourd'hui les techniques de préparation de surface mises au point par le Dr John Asmus.

A l'heure actuelle, des négociations sont en cours avec la ville de New York pour nettoyer le métro de ses graffitis, pour redonner une nouvelle jeunesse à la statue de bronze de Benjamin Franklin devant la mairie et à l'obélisque (baptisée l'*Aiguille de Cléopâtre*) qui se trouve dans Central Park.

Françoise HARROIS-MONIN ■

Lyon : la panne qui est venue trop tôt

On s'est étonné, après l'incendie du centre de transmission de Lyon, que les centraux d'autres villes aient été perturbés. Ces phénomènes d'engorgements en cascade, qui sont liés aux inévitables limites de capacité du réseau, seront bientôt mieux maîtrisés, grâce à un nouveau système de supervision automatique.

L'incendie qui a détruit, le 9 novembre dernier, une partie du centre de transmission de Lyon-Sévigné conduit d'abord à se poser des questions relatives au problème de la sécurité. Comment se fait-il qu'une surveillance efficace n'ait pas permis de le détecter à temps pour en limiter les conséquences ? Pourquoi des équipements aussi vitaux n'étaient-ils pas mieux protégés ?

Mais, au-delà de ces préoccupations immédiates, l'affaire a fait apparaître la vulnérabilité du réseau téléphonique. Un accident somme toute très localisé a suffi à couper du monde les 500 000 abonnés du "grand Lyon", et à perturber gravement plusieurs centraux voisins. Au point que le ministre des PTT en personne a dû prier les usagers de ne pas appeler les abonnés du Rhône, de l'Ain et de l'Isère. On a même dit, sans doute avec exagération, que « toute la France aurait pu être touchée ». Ce qui est certain, c'est que les quelque 100 000 circuits par lesquels transitent notamment une part importante des communications interurbaines entre le Sud-Est et le Nord passaient par un même point : le centre de liaisons grandes distances de Lyon-Sévigné, dont l'incendie a détruit 40 000 circuits téléphoniques et 15 000 liaisons télex.

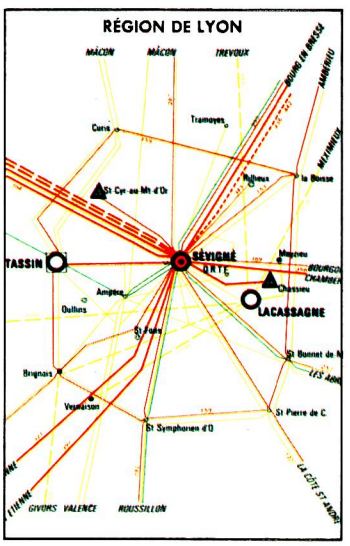
Centralisation excessive ? Peut-être. Mais pour en juger, il faut d'abord connaître l'organisation du réseau. Les 17 millions d'abonnés français disposent de 410 000 circuits interurbains, longs en moyenne de 220 km, et de 1 million de circuits urbains, d'une longueur moyenne de 15 km. Tous ces circuits sont reliés par un ensemble de dispositifs hiérarchisés selon plusieurs degrés.

Au bas de l'échelle, on trouve le central téléphonique, ou autocommutateur d'abonnés. Il relie directement les abonnés de la zone qu'il dessert, plus ou moins étendue selon la densité de population. Il y a quelque 7 000 autocommutateurs d'abonnés sur l'ensemble du territoire, répartis en deux catégories. D'une part 5 000 commutateurs locaux (6 000 prévus en 1985), utilisés surtout en zone rurale, et dont la capacité varie entre quelques centaines et 2 000 lignes. D'autre part 1 800 commutateurs "à autonomie d'acheminement", desservant chacun de 2 000 à 50 000 lignes, et auxquels sont raccordés la grande majorité des abonnés.

Un commutateur local ne peut de lui-même transmettre une communication en dehors de son territoire : il doit pour cela recourir à un commutateur à autonomie d'acheminement, auquel il est relié directement et qui constitue son seul lien avec le reste du réseau.

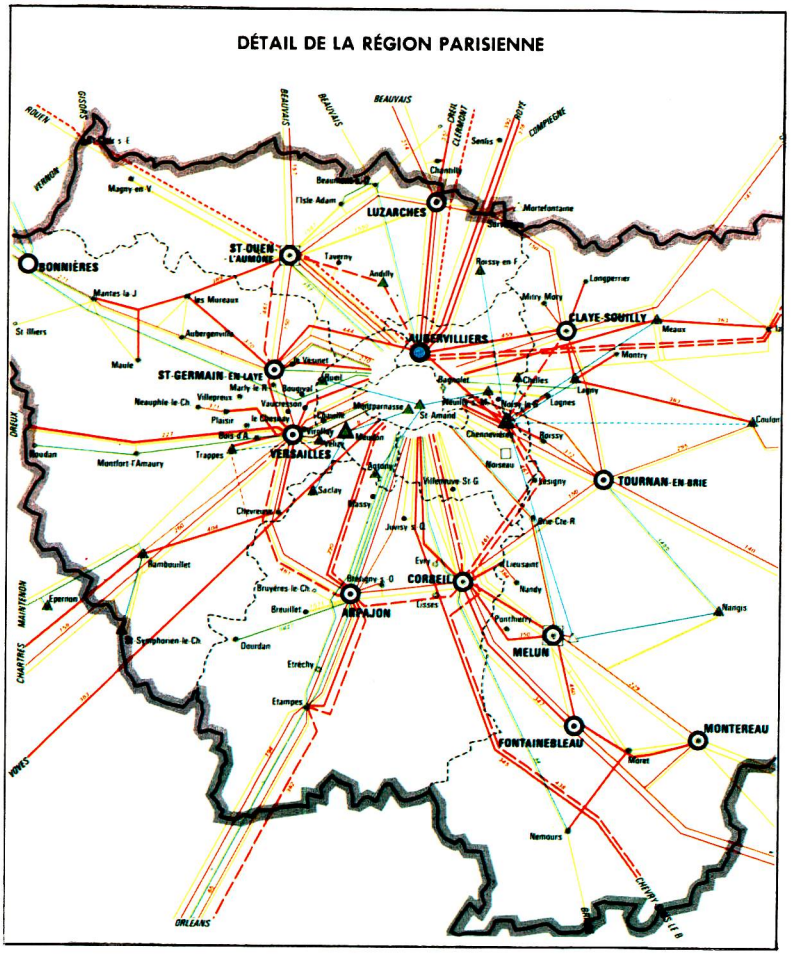
Les centres à autonomie d'acheminement sont liés, eux, à des centres de transit qui constituent le degré hiérarchique supérieur. Il y a 50 centres de transit secondaires, qui assurent plus de la moitié du trafic interurbain, et 9 centres de transit principaux : Lille, Lyon, Nancy, Nantes, Paris, Rouen, Toulouse, Bordeaux, Marseille. Seuls ces 9 centres sont tous reliés entre eux, mais, malgré leur évidente supériorité hiérarchique, ils acheminent relativement peu de communications. Leur rôle est surtout celui d'une soupape qui écoule le trafic excédentaire. En aucun cas, un abonné ne peut être directement raccordé à un centre de transit.

En plus de cette structure "verticale", le réseau possède également une structure "horizontale" : des faisceaux de circuits transversaux assurent de nombreuses liaisons entre centres à autonomie d'acheminement et centres de transit, de sorte que le réseau est partiellement maillé. Une communication longue distance n'est pas obligée



de passer par tous les degrés hiérarchiques, elle emprunte généralement les "raccourcis" que lui offrent les faisceaux transversaux. Ce qui signifie qu'il y a généralement plusieurs itinéraires possibles pour relier deux abonnés situés dans des zones différentes.

Comme il faut bien choisir, les PTT ont opté pour un système à deux possibilités. Lorsqu'un autocommutateur reçoit une communication interurbaine, il essaie d'abord de la transmettre sur un faisceau correspondant à son premier choix. Si cela ne passe pas, parce que tous les circuits du faisceau sont occupés, le commutateur se rabat sur un second choix : c'est ce que l'on appelle le débordement. Par exemple, un appel de Beauvais pour Logelbach (près de Strasbourg) passe normalement par le centre de transit secondaire d'Amiens, qui le répercute sur celui de Strasbourg. Si le faisceau Amiens-Strasbourg est encombré, la communication sera "débor-



D'AUTRES VILLES SUR LA LISTE NOIRE.

Ces cartes représentent les artères téléphoniques des régions lyonnaise et parisienne. En rouge, vert et jaune, les câbles souterrains. En bleu, les faisceaux hertziens. A Paris, les câbles se répartissent en plusieurs centres. A Lyon, ils convergent tous vers un seul point : le centre de Sévigné. Il suffit donc d'un incident dans ce seul centre pour paralyser tout le trafic de la région et des régions voisines.
Pourtant, il y a 10 ans, les câbles interurbains de la région lyonnaise étaient répartis en trois centres interconnectés : Tassin, Sévigné et Ampère. En cas d'incident, on pouvait aisément détourner une partie du trafic d'un centre à un autre. Une enquête est actuellement en cours, car Lyon n'est pas la seule ville de France à ne posséder qu'un seul centre de transmissions : Toulouse, Rennes, Bordeaux, Lille, Dijon, Reims, Poitiers entre autres sont dans le même cas.

dée" par les centres de Lille et de Nancy.

Dans le cas d'un sinistre important, il est toutefois possible de mettre en œuvre des réacheminements supplémentaires. Mais, et c'est là tout le problème, la capacité d'un réseau est forcément limitée. Il serait en effet ruineux de le construire pour répondre à des situations extrêmement peu probables. En pratique, on a choisi de construire le réseau français en négligeant les pointes de trafic qui ne se produisent pas plus de 15 ou 20 fois dans l'année. Les abonnés doivent donc se partager un nombre de circuits et d'organes restreint, mais suffisant pour écouler un trafic normal.

C'est ce qui explique que l'incendie de Lyon ait perturbé d'autres centraux : une bonne partie du trafic qui ne faisait que transiter par cette ville (1) a dû être "débordée" sur d'autres centres, dont la capacité de traitement n'était pas prévue pour supporter une surcharge aussi considérable. Surcharge encore aggravée par le fait que les hommes d'affaires lyonnais se sont précipités vers les villes voisines pour passer leurs appels.

Au reste, la vulnérabilité du réseau n'est même pas liée directement à la protection de ses équipements. Un événement tout à fait extérieur au téléphone peut entraîner sa mise en état de siège, comme en témoigne cette petite histoire : le 22 décembre 1980, lors d'un jeu télévisé, les téléspectateurs étaient invités à reconnaître une image sur l'écran et à téléphoner leur réponse. Seules trois bonnes réponses étaient prises en compte, mais la France entière était invitée à tenter sa chance en appelant SVP à partir de 19 h 15. Entre 19 h 12 et 19 h 14, tous les centres de transit étaient saturés. On a pu estimer qu'il y avait eu 160 000 appels sur un seul tiers du réseau. A Grenoble, par exemple, les appels pour Marseille ne passaient plus.

Il existe bien un appareil capable de déceler les anomalies du trafic et d'en prévenir ainsi les conséquences. C'est le superviseur, dont l'exploitation au Centre national d'études des télécommunications remonte à 1975. Les informations concernant le trafic y sont centralisées en temps réel au moyen de voies de transmissions de données ; les exploitants peuvent contrôler l'état et le fonctionnement du réseau au moyen de panneaux synoptiques, de voyants d'alarme et de consoles de visualisation, tout le système étant géré par un calculateur.

Ce dispositif surveille actuellement de façon passive 25 centres de transit ; il en surveillera 55 fin 82. On étudie prudemment la possibilité de doter le système d'une "intelligence" qui lui permettra de gérer automatiquement les différents centres de transit, ce qui évitera, ou du moins limitera, les engorgements dus à des accidents tels que celui de Lyon. Ironie du sort, depuis un an le superviseur est installé à l'Isle d'Abeau, non loin de Lyon, et ses circuits passaient par le centre de transmission de Lyon-Sévigné !

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■

(1) Certains circuits passaient par l'autocommutateur lyonnais, d'autres ne faisaient qu'emprunter l'artère de câbles sans subir aucun traitement.

Cartes I.G.N.

Les mères suppléantes

Jusqu'ici, une vache pouvait mettre bas quatre veaux durant sa modeste vie de ruminant. Désormais, grâce à une nouvelle technique de transplantation, la même vache pourra produire 120 embryons de veaux qui seront menés à terme par des mères "suppléantes".

Ce record, obtenu en Californie sur une mère charolaise, va devenir banal dans les années qui viennent. La technique à la base de cette prouesse est celle des transferts d'embryons. En résumé, une vache aux super-qualités laitières et bouchères subit un traitement hormonal qui élève le nombre d'ovules émis lors de ses chaleurs de un à une douzaine en moyenne.

Inséminée avec le sperme d'un super-taureau, elle devient porteuse de plusieurs embryons de haute valeur génétique qu'elle ne gardera pas longtemps. A 7 ou 8 jours, les embryons mesurent 1/10 de millimètre environ et n'ont encore qu'une centaine de cellules. Ce sont des blastocystes(1) enfermés dans une enveloppe appelée zone pellucide. C'est à ce stade, au 7e ou 8e jour (J7, J8), qu'ils sont prélevés et transplantés sur des vaches en parfait état général. Le cycle de ces mères adoptives a été préalablement synchronisé avec celui de la donneuse d'ovules pour que les embryons ne soient pas rejetés par leur utérus. Ainsi, après neuf mois de gestation, plusieurs vaches de qualité moyenne mettront bas de véritables frères et sœurs de qualité exceptionnelle.

L'idée de transplanter des embryons dans une receveuse qui assure la gestation n'est pas nouvelle : en 1890, le biologiste anglais Heap a obtenu par cette méthode des lapereaux angoras d'une lapine de race belge. Pour l'espèce bovine, l'exploit fut réalisé la première fois en 1950, mais ne fut au point expérimentalement que dans les années 70. La seule technique utilisée jusqu'en 1976, et qui a connu une mise en application pratique aux États-Unis, récupérait les embryons par une voie chirurgicale.

Depuis 1976, une autre méthode mise au point par l'INRA (Institut national de recherches agronomiques) est de plus en plus employée car elle atteint d'aussi bons résultats tout en étant plus "rustique". C'est la voie cervicale : les embryons, de préférence au stade J7-J8, avant la rupture de leur enveloppe (zone pellucide), sont récupérés à l'aide d'une sonde placée dans la corne utérine. La corne est lavée par cinq ou six flux et reflux successifs d'un liquide de perfusion. La collecte par lavage des deux cornes utérines de la vache dure 20 à 30 minutes, et récupère les embryons. Après 30 à 40 mn de décantation, ce qui surnage est éliminé, tandis que les embryons, déposés au fond du récipient de collecte, sont observés et triés selon leur état morphologique. Ceux qui sont jugés viables sont congelés ou transférés dans les six heures qui suivent sur des vaches receveuses. Là aussi deux techniques sont possibles.

L'une, chirurgicale, exige une exécution rapide et une parfaite aseptie. L'autre, cervicale, dérive de la technique de l'insémination artificielle : l'embryon, placé dans une paillette (à l'instar du sperme), est introduit à l'aide de pistolets spéciaux dans l'une des cornes utérines. L'avantage de la technique cervicale, aussi bien pour la collecte que pour la mise en place des embryons, est qu'elle permet à une équipe mobile de deux ou trois personnes expérimentées d'opérer directement à la ferme. Si un éleveur dispose d'une vache (ou deux) qu'il estime de très bonne qualité génétique, et de cinq (ou dix) vaches offrant toutes garanties sanitaires pour jouer le rôle de receveuses, il peut commander la transplantation.

Cette aventure se prépare et doit obéir à un programme rigoureux. Dans les mois qui précèdent le transfert, il faut examiner attentivement l'état général et l'appareil génital des donneuses et des receveuses ; détecter très précisément la date des chaleurs des donneuses car l'administration des hormones polyovulatoires obéit à un calendrier très précis ; synchroniser les chaleurs

(1) Le blastocyste, c'est l'état de l'embryon qui, après les premières divisions cellulaires, commence à se différencier : une cavité apparaît (le blastocoele) et deux types de tissus se distinguent : le bouton embryonnaire, qui donnera l'embryon, et le trophoblaste, qui donnera les enveloppes.

des receveuses par un autre traitement hormonal ; inséminer les donneuses et contrôler la réussite du traitement polyovulatoire par une palpation rectale, qui décèle la présence de corps jaunes (indices d'embryons), avant de faire venir l'équipe de transplantation.

90 jours après le transfert, un diagnostic de gestation des receveuses établi par le vétérinaire fait foi pour le paiement définitif du service.

Pour un éleveur, l'intérêt de cette nouvelle technique sera d'amener son troupeau à des performances meilleures, et ce beaucoup plus rapidement que par la seule insémination artificielle. Car ici, choisissant la mère aussi bien que le père, il "fabrique" la génération suivante. S'il obtient des femelles, elles renouvelleront son troupeau et l'amélioreront d'autant plus que la différence de qualité entre la donneuse et les receveuses était plus grande. S'il obtient des mâles, il peut les valoriser en les vendant comme candidats à un centre d'insémination artificielle. Après testage de la descendance, ils seront peut-être retenus comme taureaux "améliorateurs", dont la semence sera vendue pour féconder des milliers de vaches. Par ce biais, l'éleveur peut aussi, s'il le souhaite, convertir rapidement un troupeau à viande en troupeau laitier.

Mais l'intérêt n'est pas seulement individuel. ***Du point de vue génétique,*** le transfert d'embryons complète l'insémination artificielle pour l'amélioration générale du cheptel bovin. Même si on ne table encore, en moyenne, que sur deux veaux nés par collecte, soit six veaux par an, ce résultat est malgré tout à prendre en considération quand il s'agit d'une excellente vache qui n'en ferait que quatre dans sa vie. La diffusion du progrès génétique par les taureaux "améliorateurs" est évidemment d'un autre ordre : à chaque saillie, en général hebdomaire, l'éjaculat d'un taureau donne 300 doses en moyenne qui permettront la naissance d'environ 200 veaux et génisses... Cependant, grâce au transfert embryonnaire, la sélection des mères de ces 200 nouveau-nés pourra être à l'avenir beaucoup plus sévère. Et l'échelle, forcément restreinte, du transfert embryonnaire repousse dans la science-fiction les risques de consanguinité complète des futures générations.

Jusqu'à présent, les transferts ont été réalisés dans un but productiviste : augmentation de l'aptitude laitière ou de la qualité bouchère de la génération montante, même si les débouchés économiques du lait ou de la viande ne sont pas toujours évidents. Il est possible qu'à l'avenir un autre intérêt se fasse sentir : celui de conserver certaines races en voie de disparition en congelant les embryons de leurs derniers spécimens.

Du point de vue économique, les embryons congelés (ni gamètes, comme le sperme, ni animaux vivants) échappent à toute réglementation et peuvent donner un renouveau aux échanges internationaux d'animaux. Un patrimoine génétique transplanté chez une femelle indigène, qui a toutes les défenses naturelles pour assurer une bonne gestation, donnera certainement de meilleurs résultats qu'un géniteur vivant supportant plus ou moins bien le voyage. Quant à l'éleveur, il peut tirer d'une très bonne vache destinée à l'abattoir des revenus supplémentaires en plaçant quelques embryons posthumes chez des génisses-receveuses (voir encadré p. 114).

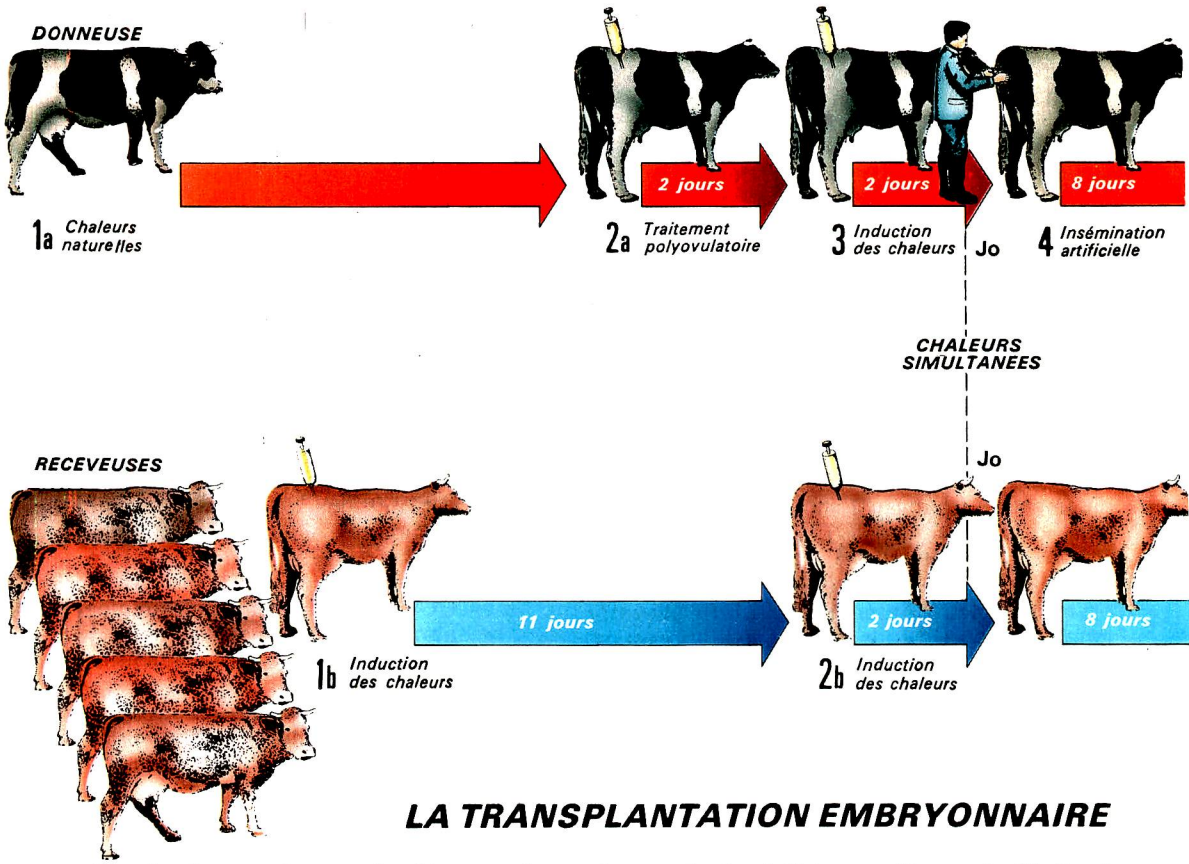
Tous ces intérêts ne pouvaient qu'aboutir à un développement rapide de la technique sur le terrain. 23 000 veaux ont déjà été produits par cette méthode aux États-Unis et 7 000 au Canada dans la seule année 1980. Mais, là-bas, le marché est beaucoup plus spéculatif. Une vache peut se négocier 200 000 F quand nos meilleures en France sont vendues 60 000 F ! Le service de transplantation coûte, outre-Atlantique, 2 500 F à 4 000 F par receveuse garantie pleine. En France, une technique si nouvelle et si coûteuse ne pouvait connaître un développement aussi immédiat. Pour donner le coup de pouce à la profession, un programme national de deux ans a été mis sur pied. Il a pris fin au mois d'août dernier. Le FORMA (2) et l'ONIBEV (3) ont accordé 3,1 millions de francs à quatre organismes régionaux de sélection animale (4), qui s'engageaient à réaliser ensemble, pendant la durée du programme, 2 500 transferts, ainsi qu'à l'UNCEIA (5), organisme coordinateur, et à IMV, fabricant d'instruments de médecine vétérinaire qui commercialise notamment le pistolet Cassou, largement utilisé pour l'insémination artificielle. Dans le secteur de la recherche, la DGRST (6) a fourni une enveloppe de 1,6 million de francs à l'INRA pour approfondir ses différentes études sur le sujet.

Le bilan du programme est positif. L'objectif des 2 500 transferts est atteint, et on a d'ores et déjà des informations précises sur 1 400 d'entre eux. Le nombre moyen d'embryons viables par donneuse traitée est de 3,4 par collecte, et les différentes équipes ont obtenu 30 à 60 % de gestations. Au total, la fourchette est de 1,5 à 3 veaux nés par donneuse collectée. Dans le cadre du programme, les transplantations se sont faites à 61 % sur des races laitières (la française-frisonne-pie-noire, la holstein, la montbéliarde) ; à 23 % sur des races à viande (la charolaise, la limousine) ; à 16 % sur des races mixtes, rustiques (la normande, la salers). La réponse

(2) Fonds d'orientation et de régulation des marchés agricoles.
(3) Office national interprofessionnel du bétail et des viandes.
(4) MIDA-TEST pour le Sud-Ouest ; OGER : Ouest génétique élevage reproduction ; URCEO : Union régionale des coopératives d'élevage de l'Ouest. UCEF : Union Centre-Est France.
(5) Union nationale des coopératives d'élevage et d'insémination artificielle.
(6) Délégation générale à la recherche scientifique et technique.

au traitement de super-ovulation est très variable selon les individus (0 à 50 corps jaunes), mais en moyenne une race à viande répond mieux (+ 1,6 embryon collecté) qu'une race laitière. Bien sûr, l'amélioration génétique obtenue ne sera pas chiffrée avant 4 ou 5 ans, les premières génisses étant nées en 1980. Mais en sélection animale, il n'y a pas d'enfant génétiquement indigne...

Aujourd'hui, le programme a pris fin mais les équipes continuent leurs activités : collectes et transferts immédiats sur le terrain ou collectes et transferts en station, sur des donneuses et des receveuses mises en pension par un éleveur ou appartenant à la station. La plupart des unités de sélection du programme national ont gardé leur champ d'action, géographiquement limité aux adhérents de leur coopérative. Dans le Sud-



LA TRANSPLANTATION EMBRYONNAIRE

Le transfert d'embryons d'une vache "donneuse" dans des vaches "receveuses" devient pratique courante à la ferme. L'équipe de transplantation, deux ou trois personnes expérimentées, arrive à domicile un jour programmé minutieusement depuis longtemps.

***Avant le transfert :** la première étape consiste à détecter de manière précise l'arrivée des chaleurs naturelles de la donneuse **(1a)**. C'est en effet onze jours plus tard environ que doit lui être administrée une hormone de stimulation ovarienne qui va provoquer un plus grand nombre d'ovulations aux chaleurs suivantes **(2a)**. Les hormones utilisées pour ce traitement polyovulatoire sont la PMSG (pregnant mare serum gonadotropine) extraite de sérum de jument gravide, et la FSH (folliculo stimulating hormone) extraite de l'hypophyse des mammifères, porc de préférence. Une injection unique de PMSG suffit ; le traitement FSH, lui, doit s'échelonner sur 4 ou 5 jours. Deux jours après le traitement PMSG ou le début du traitement FSH, une injection de prostaglandines **(3)** fera apparaître des chaleurs chez la donneuse, deux jours plus tard, au jour Jo. Au minimum deux inséminations artificielles sont alors pratiquées à 12 heures d'intervalle **(4)**. Parallèlement, un traitement hormonal a été appliqué aux receveuses pour qu'elles arrivent en chaleur à ce même jour Jo. C'est le traitement de synchronisation. Il se fait soit à l'aide de deux injections de prostaglandines, la première 13 jours avant Jo **(1b)**, la seconde deux jours avant **(2b)**, soit à l'aide d'implants de progestérone placés derrière l'oreille 11 jours avant Jo et retirés deux jours avant. Lors*



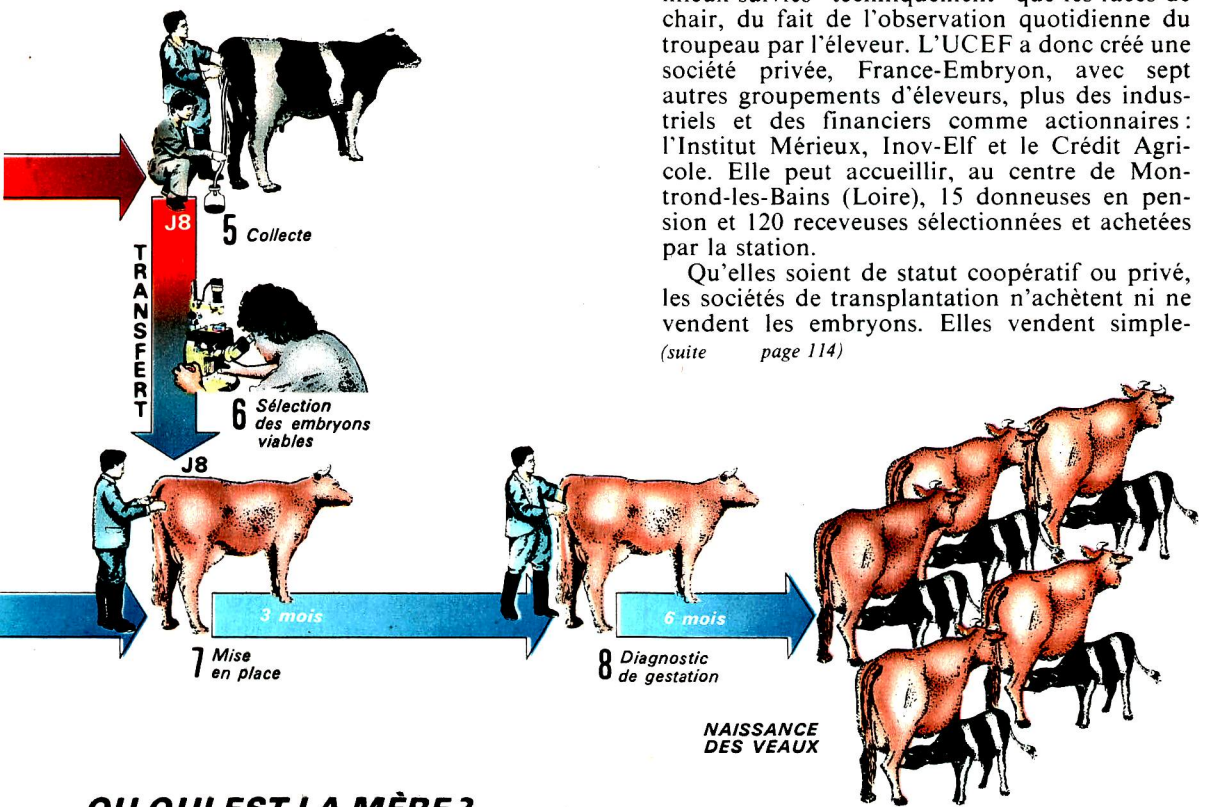
Dessin I. Correia - Photo J. Marquis

Ouest, deux coopératives adhérentes à MIDATEST ont créé une union, l'EGS (Embryons génétique services), qui va exploiter 250 vaches holstein de très haut niveau comme "pépinière" de donneuses : les vingt meilleures seront collectées et fourniront leurs embryons à 160 receveuses en pension à l'une des coopératives.

L'UCEF, dont l'équipe a transféré le 25 mai 1978 le premier veau de transplantation né dans un élevage en France, a préféré sortir l'activité de transplantation embryonnaire du cadre de la coopérative d'insémination. Son équipe peut ainsi opérer dans toute la France et à l'étranger. On doit noter que la Loire, où siège l'union, est le fief de la race charolaise et, actuellement, les transferts s'opèrent essentiellement sur les races laitières. Celles-ci ont été plus sélectionnées, par l'insémination artificielle, et sont en général mieux suivies "techniquement" que les races de chair, du fait de l'observation quotidienne du troupeau par l'éleveur. L'UCEF a donc créé une société privée, France-Embryon, avec sept autres groupements d'éleveurs, plus des industriels et des financiers comme actionnaires : l'Institut Mérieux, Inov-Elf et le Crédit Agricole. Elle peut accueillir, au centre de Montrond-les-Bains (Loire), 15 donneuses en pension et 120 receveuses sélectionnées et achetées par la station.

Qu'elles soient de statut coopératif ou privé, les sociétés de transplantation n'achètent ni ne vendent les embryons. Elles vendent simple-

(suite page 114)



OU QUI EST LA MÈRE ?

de ce retrait, une injection de prostaglandine provoque alors les chaleurs pour Jo.
Chez la donneuse, les embryons commencent à se développer. Le cinquième jour, ils pénètrent dans l'utérus et au huitième jour (J8) ils ont la forme d'un amas de cellules différenciées en tissus et enfermé dans une enveloppe, baptisé blastocyste. C'est à ce stade qu'il convient de les transférer.

Transfert :** un simple petit matériel de laboratoire et une cage de contention dans un coin propre et abrité de l'étable suffisent à la manipulation. La donneuse est calée dans la cage. Après une anesthésie locale et un lavage soigneux de tout l'arrière-train, le col est dilaté et une sonde spéciale à ballonnet est introduite dans l'une des cornes utérines. Cette sonde est guidée à travers le cervix à l'aide d'une main de l'opérateur placée dans le rectum. Lorsque l'extrémité se trouve dans la corne, le ballon est gonflé pour fermer l'espace de perfusion : la corne est lavée 5 à 6 fois avec une solution de PBS (Phosphate buffered saline) recueillie à la sortie de la sonde. En une heure, les deux cornes utérines de la vache sont ainsi "lavées" de leurs embryons **(5).

*Après une demi-heure environ, les embryons se déposent au fond du flacon de collecte. Les techniciens partent à leur recherche à l'aide d'une loupe binoculaire **(6).** Cette recherche peut se faire dans la cuisine du fermier, pourvu que celle-ci soit bien chauffée. Une fois repérés, les embryons sont aspirés, isolés et placés, avec un milieu de culture approprié, dans des petites paillettes bouchées. C'est maintenant au tour d'une receveuse d'aller dans la cage. En cinq minutes, elle reçoit le contenu de la paillette à la base d'une des cornes utérines à l'aide de pistolets spéciaux utilisés couramment en insémination artificielle **(7).***

***Après le transfert :** il ne s'agit plus que de vérifier l'évolution "normale" des choses : le retour en chaleur, éventuellement provoqué, de la donneuse, et la gestation des receveuses. Après un diagnostic précoce 3 semaines après le transfert, la certitude de la gestation de la receveuse n'est acquise, par palpation rectale, que 3 mois après le transfert **(8).** 6 mois plus tard, les receveuses vêleront. Les petits seront à l'image de leur mère génétique, la donneuse, en général inséminée par le sperme d'un beau taureau de même race.* □

ment le service du transfert. Selon M. Leymonie, vétérinaire et directeur technico-commercial de France-Embryon, pour être rentable, ce service devrait être payé de 1 800 F à 2 300 F d'ici un an. A ce coût s'ajoute pour l'éleveur celui des traitements préparatoires : super-ovulation de la donneuse (100-150 F), synchronisation de la receveuse (100 F), insémination de la donneuse (150 F à 1 500 F selon la semence utilisée), déplacement et séjour de l'équipe, etc.

Les receveuses gestantes à 90 jours de race frisonne, propriété de France-Embryon, sont rachetées par l'éleveur propriétaire de l'embryon 5 500 à 6 400 F selon le poids, la pension au-delà de 90 jours au centre étant facturée (10 F par jour). Bien sûr ces receveuses peuvent être vendues ailleurs, l'éleveur touchant alors la part de son embryon, qui peut aller jusqu'à 10 000 F, soit près du double du prix de la vache. L'EGS a introduit ses tarifs en octobre après la fin du programme. Le prix de traitement d'une donneuse et de 5 receveuses est de 800 F H.T. (1 400 F pour deux donneuses et dix receveuses), avec un supplément par receveuse gestante de 750 F H.T. Ce prix, réservé aux seuls adhérents des coopératives d'élevage sociétaires de MIDA-TEST, comporte toutes les fournitures, services et frais de déplacement, sauf l'insémination artificielle. De fait, le prix d'une paillette, c'est-à-dire d'une dose d'insémination artificielle, varie de 80 F à 1 500 F pour les meilleurs taureaux holstein, et deux inséminations d'une ou deux doses chacune, à douze heures d'intervalle, sont nécessaires pour les donneuses. Mais une donneuse inséminée par deux doses à 1 500 F est en général une "mère à taureaux" : ses veaux mâles peuvent être rachetés par un centre d'insémination artificielle entre 10 000 F et 30 000 F.

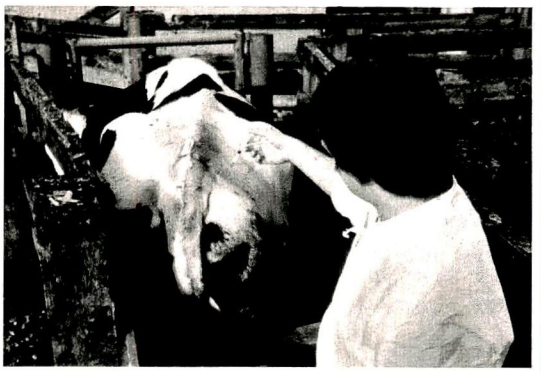
Quant à l'équipe de transplantation, M. Parez, directeur de l'UNCEIA, estime que celle de l'Union coûte 70 millions de centimes par an. Selon M. Leymonie, pour que l'équipe soit rentable, elle doit réaliser au moins 1 500 transferts par an. Le marché potentiel le permet, puisqu'il est estimé à 10 000 transferts par an en France, sans compter le marché d'exportation des embryons congelés en Afrique, en Asie, en Europe... Bien sûr, un veau naissant avec un coût supplémentaire de 2 000 F, n'est pas à la portée de toutes les bourses. D'autant que la chance de tomber sur l'un ou l'autre sexe n'étant que de 50%, le coût passe à 4 000 F si l'éleveur recherche une génisse. Vouloir doubler les chances par la mise en place de deux embryons, ou le transfert d'un embryon sur une receveuse inséminée, ne serait pas très judicieux : la gémellarité n'est réussie que dans 50% des cas et, si la vache accouche d'un mâle et d'une femelle, celle-ci a 93% de chances d'être stérile !

De toutes façons, la caractérisation du sexe des embryons ne peut se faire qu'*a posteriori*. Elle est simple : il suffit d'analyser les chromosomes d'une cellule de trophoblaste, tissu qui recouvre le bouton embryonnaire. Mais cette technique n'est pas pratique car on diminue la viabilité de l'embryon. La caractérisation du sexe peut s'obtenir par d'autres moyens, dont une réaction d'ordre immunotypique liée au chromosome sexuel Y. Mais une telle réaction n'a pas encore pu être réalisée sur les embryons de bovins. Pour ne pas gâcher les embryons du sexe non désiré, l'idéal serait d'ailleurs d'intervenir avant, sur les spermatozoïdes. Le tri des gamètes X et des gamètes Y permettrait de produire des embryons du seul sexe recherché. Mais ce ne sont encore là que des spéculations de la recherche fondamentale.

Peut-on espérer transplanter des embryons meilleur marché ? Certainement pas à court terme. Car le seul moyen de les produire actuellement, par traitement polyovulatoire, plafonne

(suite du texte page 172)

DÉTOURNÉE DE L'ABATTOIR POUR PRODUIRE DES EMBRYONS

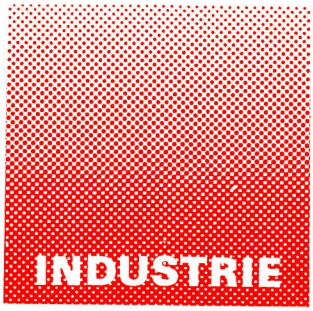


Cette vache holstein de 11 ans s'appelle Teena. Après une belle carrière, elle ne pouvait plus fournir de lait, par suite d'une mammite. Son propriétaire, un éleveur du Finistère, l'a "détournée" de l'abattoir pour lui faire produire des embryons. Depuis le 18 décembre 1980, elle a fourni 90 embryons en 5 collectes successives. 29 d'entre eux ont été congelés et 40 (36 embryons "frais" et 4 congelés) ont été transplantés sur des vaches receveuses. 28 d'entre elles sont devenues gestantes, dont 3 avec les embryons congelés, et les premiers veaux — des femelles — sont déjà nés.

Sur cette photo, le vétérinaire de la société France-Embryon fait subir à Teena le traitement polyovulatoire préparant la sixième collecte : 11 jours après ses chaleurs, détectées à l'aide de la petite ampoule collée sur son dos (1), on lui injecte matin et soir et pendant 4 jours, une dose de FSH (folliculostimulating hormone). *Le troisième jour de ce traitement, elle reçoit aussi une injection de prostaglandine qui déclenche ses chaleurs deux jours après. Elle est alors inséminée et, 7 à 8 jours plus tard, le vétérinaire décèle le nombre de corps jaunes, donc d'embryons, que l'on pourra recueillir.* □

(1) Cette ampoule a deux réservoirs qui contiennent deux liquides pratiquement incolores. Lors de ses chaleurs, la vache se laisse chevaucher par une compagne dans son corral. La pression du chevauchement mélange les deux liquides et l'ampoule devient rouge. Après les chaleurs ainsi détectées, une nouvelle ampoule est posée pour l'observation des chaleurs suivantes.

Dessin I. Correia - Photo J. Marquis



Quand l'amélioration des conditions de travail conduit à inventer

■ Suffit-il vraiment de vouloir pour pouvoir ? De savoir se poser un problème pour parvenir à le résoudre ? C'est ce que semble prouver l'exemple de deux petites et moyennes entreprises françaises où un impératif préalable : il faut améliorer telle ou telle condition de travail, a conduit à deux innovations intéressantes. Intéressantes pour le personnel, bien sûr, mais aussi intéressantes pour ces deux entreprises, qui se trouvent désormais à la tête d'innovations rentables et pouvant être commercialisées auprès d'autres entreprises.

Dans la première entreprise, une fabrique de grands conteneurs d'acier, le problème d'alléger les tâches de la manutention paraissait quasiment impossible à résoudre en raison du manque d'espace et à cause de la précision requise des gestes.

Pour fabriquer un conteneur, on assemble les différents panneaux, puis on peint le conteneur. Après cuisson, ce dernier est équipé d'un plancher de bois constitué de plusieurs panneaux de contreplaqué très lourds. Travail qui était effectué par deux ouvriers dans des conditions extrêmement difficiles et dangereuses : introduction des panneaux en biais ; déplacement acrobatique sur des traverses métalliques à l'intérieur des conteneurs : positionnement, pose et calage avec des risques d'accidents et des postures pénibles.

Le procédé mis au point par cette entreprise (Société Trailor, usine de Soissons, avenue de Laon, 02000 Soissons) mécanise les opérations : un palan automoteur équipé d'un palonnier à ventouses permet de prendre les panneaux stockés et de les positionner sur un bâti métallique équipé de vérins pneumatiques. L'opérateur commande la machine qui pousse les éléments de plancher dans le conteneur. Bilan : plus de charges physiques, plus de risques d'accident, plus de tâches monotones et peu qualifiées.

Deuxième exemple : la manipulation des gazettes dans une petite fabrique de porcelaine du Limousin (manufacture Doralaine, zone industrielle, 87210 Le Dorat). Les gazettes sont des réceptacles destinés à protéger les pièces de porcelaine pendant leur cuisson. Elles sont chargées avec leur contenu sur des wagons pour leur passage dans un four tunnel. Malgré un certain temps d'attente, le déchargement de ces gazettes, en matière réfractaire et abrasive, est particulièrement pénible en raison de la chaleur rayonnée par le four et de la rapide destruction des gants de protection.

Un producteur étranger d'équipement propose bien un matériel de manutention : un engin de préhension automatique installé sur un important bâti métallique. Mais l'encombrement de cet équipement est incompatible avec la structure de cette petite entreprise ; son coût, par surcroît, est sans commune mesure avec ses moyens. Le personnel de l'entreprise, et notamment l'électricien, a donc conçu un manipulateur spécifique : léger, peu coûteux, peu encombrant et d'un maniement aisé. Bilan : plus de contact physique des opérateurs avec les gazettes, plus d'efforts ni de postures pénibles pour le déchargement des wagons. Et une meilleure rentabilité pour l'entreprise, d'autant qu'une autre entreprise locale (Société Elmetherm, St-Auvent, 87310 St-Laurent-sur-Gorre) a décidé de produire et de commercialiser ce nouveau manipulateur de gazettes.

Rappelons que les entreprises désireuses d'améliorer les conditions de travail de leur personnel peuvent s'adresser à l'ANACT, l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail, 16-18, rue Barbès, 92120 Montrouge (tél. 657.13.00). L'ANACT peut les aider en leur fournissant une documentation sur des réalisations transposables à leurs problèmes particuliers ou en mettant à leur disposition des experts.

ALIMENTATION

Et si l'on mangeait des algues ?

■ En Bretagne, où l'on a répertorié 800 espèces d'algues, les champs de grandes algues couvrent une superficie de fonds rocheux équivalant à une bande côtière continue d'un km de large tout au long du littoral breton. Quatorze millions de tonnes d'algues sont ainsi produites annuellement.

Plus de 20 espèces d'algues sont utilisées pour l'alimentation humaine dans presque tous les pays du monde, notamment au Japon où l'on consomme en moyenne 80 grammes d'algues fraîches par personne et par jour.

A ce taux d'utilisation, la Bretagne pourrait couvrir toute la consommation de l'Europe, celle de la France n'atteignant actuellement que 1,5 million de tonnes par an.

AGRICULTURE

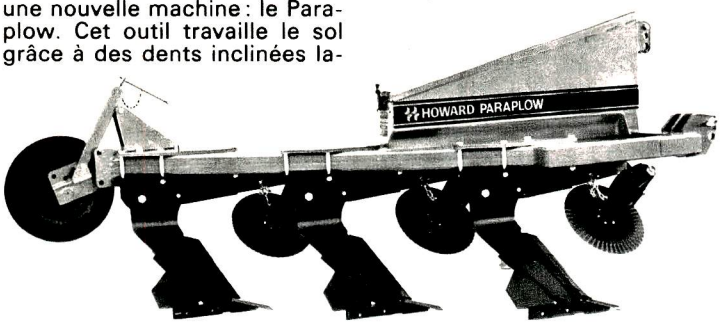
Une machine qui évite le labourage

■ En agriculture, les techniques de semis direct se développent : il s'agit de semer sans avoir préalablement labouré, ce qui économise temps, main-d'œuvre et énergie. De plus, cette simplification convient mieux à certains types de sol facilement compactés et qui forment une semelle impénétrable aux racines sous le labour.

Pour améliorer la structure du sol sans retourner la terre, la société Howard a mis au point une nouvelle machine : le Paraplow. Cet outil travaille le sol grâce à des dents inclinées latéralement qui augmentent la porosité du sol tout en respectant la disposition initiale des couches. Il provoque un ameublissement homogène jusqu'à 35 cm de profondeur.

Le modèle de base est équipé de 3 corps, composés d'une dent et précédés d'un disque coupeur des résidus de récolte. L'écart entre deux corps est de 40 à 50 cm. Un quatrième corps peut être rajouté. Pour 3 corps, l'appareil pèse 833 kg, mesure 1,80 m de large sur 3,40 m de long. Puissance de traction : 25 à 35 chevaux par corps. La machine est donc bien adaptée aux tracteurs dont la puissance varie de 80 à 105 chevaux et qui permettent de travailler 1 à 1,6 ha/heure.

Le Paraplow laisse le sol à plat, ce qui autorise un travail très superficiel, voire un semis direct après son passage. Autre application possible : l'assouplissement des prairies tassées par le piétinement des animaux ou les machines de récolte (Howard Rotavator S.A. - avenue de la Coopération - Z.I. BP 33—86200 Loudun).



AGRONOMIE

Palmiers à huile : une méthode pour obtenir des individus identiques

■ Le palmier à huile des régions équatoriales *Elaeis guineensis* peut fournir, par ses régimes de fruits, plusieurs tonnes d'huile par ha et par an — un rendement dix fois supérieur à celui obtenu avec les plantes oléagineuses (colza, tournesol...) des régions tempérées. Avec une production annuelle de 5 millions de tonnes d'huile, il représente déjà 12% de la production mondiale d'oléagineux végétaux.

Son intérêt est ainsi double : d'une part il est une source importante d'aliment très énergétique pour une population mondiale en accroissement rapide ; d'autre part, il constitue une matière première industrielle (savons) pouvant procurer des revenus importants aux pays producteurs.

Le problème est que jusqu'ici on ne pouvait disposer d'une production régulière, parce que le palmier à huile est une plante à fécondation croisée obligatoire : le pollen d'un arbre ne peut féconder que les fleurs femelles d'un autre arbre et non les siennes. Les graines issues de ces croisements donnent donc des individus différents, certains pouvant être de très hauts producteurs (plus de 10 tonnes d'huile/ha/an) et d'autres, au contraire, fournissant des récoltes très médiocres (moins de 2 tonnes/ha/an).

Comment disposer de plantations composées uniquement de hauts producteurs, la reproduction des individus par multiplication végétative selon les procédés habituels (bouturage, greffage, marcotage, etc.) étant impossible chez cette espèce ?

Une équipe de recherche française annonce qu'elle est pourtant parvenue à résoudre le problème, en utilisant les méthodes de culture in vitro sur milieu artificiel ainsi qu'en jouant sur les aspects nutritifs et sur des traitements par des hormones végétales. Ainsi elle a obtenu la reproduction, à un nombre potentiellement illimité, d'arbres individuels mais identiques.

Procédé dont l'application devrait permettre d'augmenter considérablement la production d'huile de palme dans la décennie à venir. Cette équipe est constituée de chercheurs d'une part de l'ORSTOM, l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, d'autre part de l'IRHO, l'Institut de recherches sur les huiles et oléagineux.

INNOVATION

Un pansement électrique

■ Cicatriser une blessure en vingt minutes au lieu de deux jours, c'est ce que permet un "pansement électrique" mis au point au Canada.

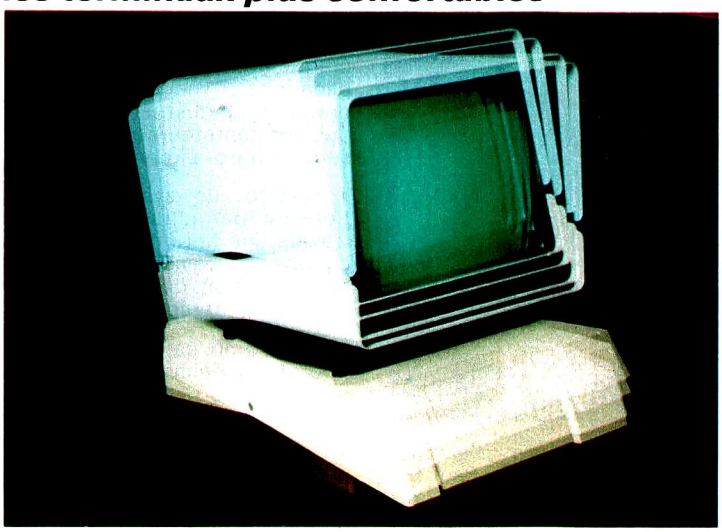
A l'origine de la découverte : l'étude par les chercheurs de la Queen's University, de Kingston (Ontario), des effets des fréquences radio sur les oiseaux, le but étant d'en débarrasser les aéroports.

Ces chercheurs ont constaté que certaines fréquences stimulaient la production de collagène, une protéine qui constitue le tissu des fibres conjonctives. D'où l'idée de cicatriser les blessures électriquement.

Seule différence entre le nouveau pansement et les pansements traditionnels : la présence de minces électrodes reliées à un générateur d'ondes à hautes fréquences.

ERGONOMIE

L'appareil qui rend les terminaux plus confortables



■ Éliminer les reflets sur les écrans de visualisation, permettre aux utilisateurs de ces derniers de les positionner et de les orienter selon leurs besoins et leur confort de travail, c'est ce que permet "Phy 4", un support multidirectionnel présenté par une firme du Mans.
Une seule pression sur la poignée-commande de l'appareil permet de le faire basculer d'avant en arrière, pivoter sur 360°, ou se déplacer horizontalement dans toutes les directions : il est monté sur des roulements acier qui assurent sa parfaite maniabilité.

Léger, discret et compact (largeur 380 mm, profondeur 430 mm, hauteur 95 mm), Phy 4 peut s'adapter à tous les appareils qui doivent être orientés ou déplacés : terminaux d'ordinateur, récepteurs de télévision, lecteurs de microfilms, projecteurs de cinéma et rétroprojecteurs, instruments de contrôle de schémas optiques, médicaux ou industriels. On peut même l'utiliser pour le déplacement en laboratoire de produits dangereux.
Coût : moins de 1 000 F TTC (Phy 4) - 6, rue de la Barillerie - 72000 Le Mans).

INDUSTRIE

Un air sain quelles que soient les conditions

■ Les postes de commande des cabines de grues, des fonderies, des usines métallurgiques ou des laminoirs sont autant de locaux fermés de faible volume où le personnel travaille dans des conditions d'environnement qui nuisent à leur santé et détériorent leur attention et leur capacité de travail.
Pour ces locaux, mis au point par la firme Sulzer, un nouveau matériel existe désormais : des groupes de climatisation compacts, de différentes grandeurs, qui peuvent, tout à la fois, chauffer, rafraîchir, déshumidifier et filtrer l'air.
Ces groupes de climatisation travaillent jusqu'à une température de 90°C. Des filtres combinés épurent l'air ambiant, les odeurs et les vapeurs étant absorbées par un filtre à charbon actif, tandis que des unités filtrantes spéciales éliminent les gaz toxiques, protégeant non seulement les travailleurs, mais aussi les dispositifs de commande et les instruments de mesure.
Les groupes de climatisation sont constitués de deux modules, fixés par brides, côte à côte ou superposés, ou montés séparément. Des tuyaux flexibles relient la partie machine à la cabine à climatiser.

INFORMATIQUE

L'ordinateur clef en main

■ Gérer les stocks, enregistrer les factures, préparer un bilan, élaborer des bulletins de salaire... autant d'opérations répétitives auxquelles sont astreintes aujourd'hui les 1 500 000 PME et PMI françaises qui appellent de plus en plus à leur secours la micro-informatique.

Dysys, le dernier-né des micro-ordinateurs commercialisé par la société américaine Dynamic-System, (32, rue Brunier-Bourbon — 78400 Chatou) s'adresse à elles. Son originalité : c'est un outil de gestion clef en main.

La société ne le met en place qu'après avoir analysé et réglé les problèmes de l'entreprise, et élaboré le programme informatique correspondant. Ce dernier sera ensuite exploitable par n'importe quel employé : après 4 demi-journées de formation, la société garantit que toute bonne secrétaire est capable de maîtriser le système.

Matériel performant pour un investissement raisonnable (87 500 F HT), Dysis dispose d'une unité centrale, qui a une vitesse de calcul deux fois plus rapide que les autres appareils du marché ; d'un écran dont la capacité de 66 lignes permet une pagination globale (les écrans de la plupart des micro-ordinateurs n'offrent que du 24 lignes) ; d'une capacité de mémoire importante (256 Kocktets), qui facilite le stockage des informations.

L'ambition de Dynamic System : conquérir 15 % du marché des équipements informatiques dans les PME-PMI.

■■ ***Finie la traditionnelle dynamo*** *de pneu pour bicyclette ? Cette nouvelle dynamo se fixe directement sur le moyeu de la roue. Elle produit suffisamment de courant, même lorsque l'utilisateur pédale lentement. Mieux : on peut monter à côté une petite batterie de stockage qui permet de disposer d'une réserve d'électricité pour faire marcher un indicateur de changement de direction, un timbre ou même un feu clignotant en cas de panne...*

Traitement du bois : voici les hydrosolubles

■ Traditionnellement, le transport dans le bois des produits actifs de traitement et de prévention s'effectuait par un solvant organique à base de dérivés pétroliers.

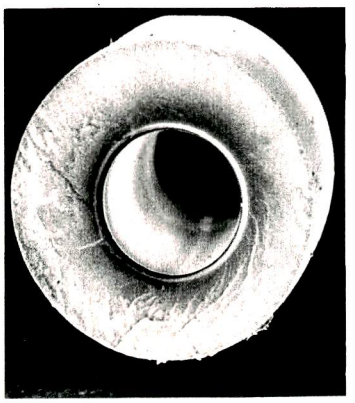
C'est donc une petite révolution qu'annonce Solvay-Bayer avec le Basiment 82, puisqu'il s'agit d'un produit hydrosoluble. Pour y parvenir, il a fallu mettre au point une formulation plus complexe avec, en particulier, l'introduction de pesticides spécifiques. Cela s'avérait nécessaire pour que le nouveau produit apporte une protection aussi efficace que le produit à solvant organique classique.

Résultat : le Basiment 82 présente un large spectre de protection (insecticide, antitermite, fongicide, bleuissement exclu) et une bonne tenue dans le temps. Autre avantage, intéressant pour le traitement préventif des bois de charpente : il peut être appliqué sur des bois secs ou demi-secs. Enfin, au niveau du prix, le Basiment 82, grâce à son caractère hydrosoluble, est environ 30% moins cher que les produits de traitement traditionnels.

Un aspect intéressant : l'amélioration de l'environnement et des conditions de travail en usine, puisqu'il n'y a plus d'évaporation de solvants pétroliers et plus de risques d'incendie.

Le Basiment 82, exclusivement réservé au traitement des bois de construction utilisés sous abri, non soumis à une humidité permanente (solives, charpentes) et sans contact avec le sol, se présente sous la forme d'une poudre humide qui contient tous les produits actifs. Le traitement se fait par trempage, le temps pouvant varier 10 minutes à 2 heures en fonction de l'espace, des dimensions et de l'humidité du bois. Le produit est pour l'instant exclusivement réservé aux professionnels. Mais déjà il est prévu que, sous peu, il sera pourtant proposé au grand public. (Solvay-Bayer, 5, rue François-Ier, 75383 Paris Cedex 08.)

Trois nouvelles méthodes pour séparer les constituants des liquides



■ Le Laboratoire d'électrochimie de l'université Paul Sabatier de Toulouse (118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex) a mis au point trois nouvelles méthodes qui permettent de séparer les divers constituants des liquides.

• D'abord, une électrode spécifique détectant le lactate. Applications en médecine, dans le domaine industriel (contrôle des fermentateurs) et dans le secteur agro-alimentaire.

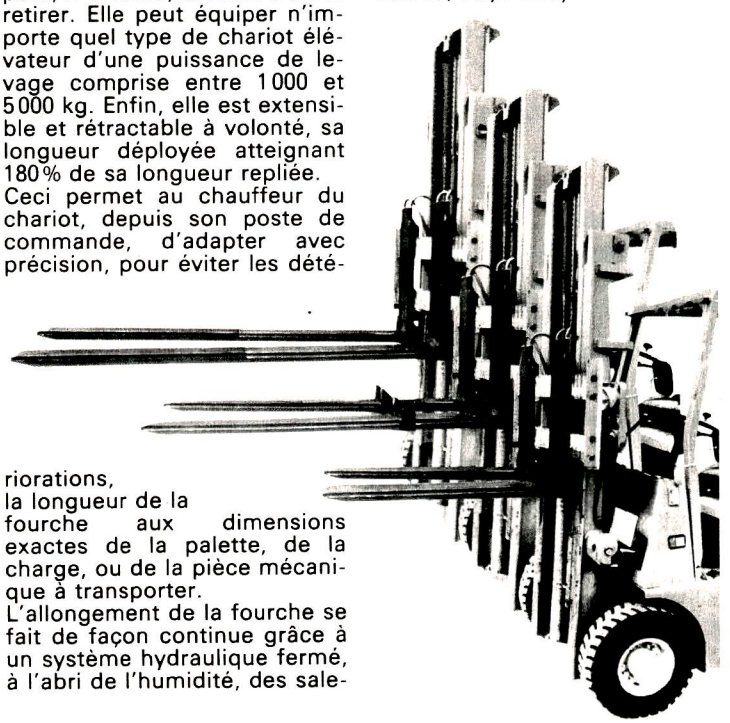
• Ensuite, un système fonctionnant par ultra-filtrations à travers une fibre creuse. Applications : reins artificiels, concentration du lait, production d'eau stérile.

• Enfin, une cellule d'électrophorèse industrielle fonctionnant grâce à deux membranes semi-perméables soumises à un champ électrique continu.

Applications : élimination des molécules pathogènes des préparations thérapeutiques à partir de sérum de sang humain ou animal et séparation des constituants dans les fluides agro-alimentaires.

Une fourche télescopique extensible

■ Cette fourche télescopique hydraulique est amovible : on peut, à volonté, la mettre ou la retirer. Elle peut équiper n'importe quel type de chariot élévateur d'une puissance de levage comprise entre 1000 et 5000 kg. Enfin, elle est extensible et rétractable à volonté, sa longueur déployée atteignant 180% de sa longueur repliée.
Ceci permet au chauffeur du chariot, depuis son poste de commande, d'adapter avec précision, pour éviter les détériorations, la longueur de la fourche aux dimensions exactes de la palette, de la charge, ou de la pièce mécanique à transporter.
L'allongement de la fourche se fait de façon continue grâce à un système hydraulique fermé, à l'abri de l'humidité, des saletés et des détériorations. (Kooi, BV, BP 25, 9077 ZV Vroucenparochie, Pays-Bas).



Des réservoirs industriels qui se plient aussi facilement qu'un matelas pneumatique





■ Ces réservoirs en polymères résistant aux crevaisons peuvent contenir de 1 000 à 20 000 litres — et même 100 000 litres sur commande spéciale. Pour le transport, ou une fois que l'on n'en a plus besoin, ils se plient tout simplement : leur encombrement est négligeable et ils sont extrêmement légers.

Le plus petit, celui d'une contenance de 1 000 litres, qui est destiné au stockage de l'eau, pèse ainsi 14 kg. Déplié, il mesure 1,50 m × 1,80 m ; replié ce n'est plus qu'un paquet de 90 cm × 45 cm × 16 cm. Celui de 20 000 litres pèse 117 kg. Déplié il mesure 5 m × 8 m, replié 1,70 m × 0,90 m × 0,30 m.

Intérêt : ces conteneurs constituent un système de stockage instantané, remplaçant avec avantage, sur les plans pratique et économique, les réservoirs fixes, en éliminant temps et main-d'œuvre exigés par l'installation et l'entretien des structures rigides.

Parmi leurs nombreuses applications, les réservoirs étant chimiquement inertes : le stockage d'eau, de carburants ou de produits chimiques dans les zones sinistrées, sur les chantiers de construction, sur les exploitations agricoles (eau, engrais, pesticides, eaux usées et boues), dans les forêts et les usines (lutte contre l'incendie), sur les côtes (écumage du mazout en mer), etc. En un mot, ils ont leur place chaque fois qu'il y a nécessité d'un système temporaire ou à moyen terme de stockage d'un liquide, quel qu'il soit.

Ces réservoirs peuvent être remplis à partir d'une citerne, ou d'une bouche à eau, à l'aide d'un tuyau en plastique de 70 mm de diamètre, ce dernier pouvant également servir de système de décharge. Ils peuvent être entièrement vidés par une pompe aspirante, ou simplement en siphonnant le liquide. (Conder Hardware, Winchester, Hampshire, S023 75 J, Grande-Bretagne).

RECYCLAGE

De l'eau épurée sans traitement par produits chimiques

■ Cet appareil d'origine hollandaise, le Photozone, traite efficacement les eaux résiduaires, les eaux industrielles, les eaux des piscines, etc., en n'utilisant aucun produit chimique.

L'installation comprend un compresseur, une minuterie, un transformateur et une chambre d'ionisation. De l'air comprimé vient ioniser fortement les molécules d'oxygène.

On obtient ainsi un oxygène "activé" qui possède un pouvoir oxydant.

Cet oxygène activé est ajouté sous pression à l'eau à traiter. Après l'injection du gaz, une oxydation rapide a lieu par réaction chimique, produisant des microflocons et éliminant ainsi les impuretés biologiques et chimiques. Les microflocons sont alors évacués selon les méthodes habituelles. Bactéries, algues, moisissures et virus sont tués au cours du processus d'oxydation.

(Ionization Europe, B.V., BP 914, 3300 AX Dordrecht, Pays-Bas.)

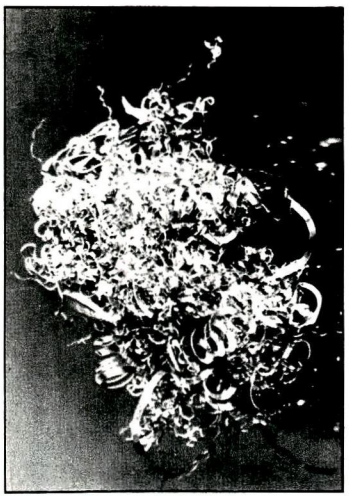
DES MARCHES A SAISIR

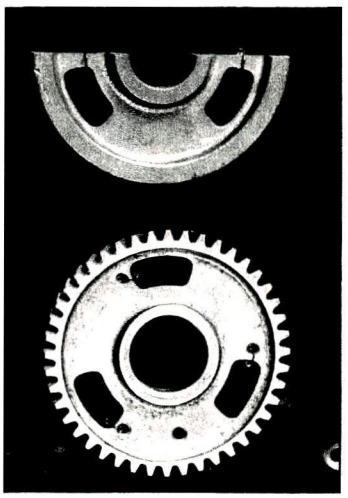
Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent « bonnes à saisir » pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à « Des marchés à saisir » c/o Science & Vie, 5, rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

PROCÉDÉ DE RECYCLAGE DES COPEAUX MÉTALLIQUES

Quoi
Un nouveau procédé permettant le recyclage sans fusion de tous les copeaux (métaux et alliages) afin de réaliser des pièces mécaniques (pignons). Des pièces ont déjà été produites à partir de copeaux de bronze, d'acier, de fonte, d'aluminium et de laiton.

Comment
Le principe consiste à nettoyer les copeaux bruts (récupération des huiles), à les broyer, puis à les compacter en lopins. Ces lopins, éventuellement frittés, sont ensuite matricés ou filés. La gamme des traitements mécaniques, thermiques et chimiques est spécifique au type de copeau et à la nature de l'alliage.





VARIATEUR DE VITESSE À RENDEMENT TRÈS ÉLEVÉ

Quoi
Ce variateur mécanique agissant en continu ne fait que réaliser la synthèse de principes physiques simples. Pourtant, son rendement atteint 85 à 95%, contre 60% pour les dispositifs mécaniques jusqu'ici connus; sa puissance, en outre, n'est pas limitée. Il ne présente pas d'obligation de refroidissement, la température n'excédant jamais 40/45°C. Comme lubrifiant, il se contente d'une banale huile de voiture. Enfin, son pilotage ne demande qu'une force réduite: quelques centaines de grammes, soit cent fois moins environ que sur les modèles connus.
Au total, il permet de faire l'économie d'un dispositif compliqué, fragile et coûteux: vis mécanique, vérin ou moteur, pour obtenir les changements de rapports.

Comment
Le nouveau variateur effectue, de façon classique, la liaison arbre d'entrée/arbre de sortie par un système frontal galets/plateau. Mais il présente deux innovations essentielles:
- La forme sphérique des galets: ceux-ci transmettent le couple par un contact ponctuel et non plus linéaire, ce dernier étant cause de friction, donc d'échauffement, et réclamant une force importante.

- Le mécanisme de commande de la variation utilise des galets inclinables: une roue inclinée par rapport à son axe de rotation, tend toujours à s'aligner spontanément sur la direction du mouvement.
En recourant à un simple jeu de biellettes, ou à un disque elliptique rainuré, les galets et leur support se trouvent inclinés par rapport à leur axe de rotation. Pour retrouver une position stable, perpendiculaire à leur axe, les galets se dirigent soit vers la périphérie, soit vers le centre du plateau. La puissance même de l'entraînement fournit la majeure partie de l'énergie nécessaire à ce déplacement et donc le passage progressif d'un rapport de vitesse à un autre.

Marché
Le dispositif, qui a été testé, est breveté dans 19 pays. Ses applications sont extrêmement nombreuses: machines-outils, engins de manutention (convoyeurs, transporteurs, chariots élévateurs, etc.) et surtout construction automobile: ce nouveau variateur devrait permettre de concevoir une boîte de vitesse automatique qui ne serait guère plus coûteuse qu'une boîte ordinaire.

Comment passer dans cette rubrique ? *Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau faites-le-nous savoir: un brevet qui dort au fond d'un tiroir n'a jamais enrichi personne... Adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus succinct et 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 ainsi que tout document attestant de son bon fonctionnement. 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.*

MESURE

Usomètre pour garantie-mètre

■ Comment un fabricant détermine-t-il le degré de fiabilité d'un appareil qu'il met sur le marché? En établissant une moyenne pondérée au départ des données de fiabilité de chacun des composants de cet appareil, telles qu'elles lui sont indiquées par ses fournisseurs, ou telles qu'il les mesure en laboratoire. Ce qui ne correspond pas forcément au niveau de fiabilité réelle de l'appareil en utilisation.

Comment son vendeur prouve-t-il la qualité de cet appareil? En se référant aux rapports d'essais, toujours suspects parce que provenant de sa firme et qui, en outre, ne reflètent qu'exceptionnellement les conditions réelles d'utilisation. Bien sûr, le meilleur moyen de prouver la qualité d'un appareil est d'en étendre la garantie. Mais comment le faire alors que le même appareil, le même modèle, peut être utilisé quelques heures par mois par les uns, plusieurs heures par jour par les autres? Comment, pour l'utilisateur, bien gérer son parc d'appareils: assurer la maintenance en temps utile, ni trop tôt ni trop tard et prévoir le remplacement des machines qui ont « fait leur temps » — en étant sûr que tel est bien le cas?

Autant de questions auxquelles, jusqu'ici, on n'apportait de réponses qu'approximatives. Pour les régler, fabricants et utilisateurs d'équipements de production, de machines, d'appareils électroniques ou de bureautique, etc. disposent désormais d'un "juge de paix" indiscutable: l'usomètre.

C'est un indicateur d'usage, mis au point par la firme Tekelec Airtronic, que l'on implante sur les différents sous-ensembles qui constituent un appareil, et qui compte le temps, les impulsions, les quantités d'électricité, ou toute combinaison de ces grandeurs représentatives de l'usure ou de l'usage.

On aboutit ainsi à une "garantie-mètre", évitant les contestations entre le fabricant et l'utilisateur. Et d'un seul coup d'œil, sans consulter ni fiche, ni calendrier, ce dernier sait si le moment est venu d'entretenir son appareil et de quel type de révision il s'agit, ou s'il doit le remplacer. Résultats: le coût de la maintenance baisse (on ne l'effectue qu'en temps utile), les pannes ne peuvent plus surprendre et la surveillance de l'usure du matériel permet de budgéter son remplacement en temps opportun.

L'usomètre est un dispositif économique, de prix très inférieur aux compteurs électromécaniques. Il est facile à implanter: ne pesant que 5 grammes, il peut se monter sur un circuit imprimé ou en face avant, selon les appareils et les modèles. Sa précision de mesure, toutes erreurs comprises, varie autour de ±5%, suivant le mode d'utilisation.

L'appareil est antidéflagrant et non parasitant. Il se lit comme un simple thermomètre.

(Tekelec Airtronic, cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, BP 2, 92310 Sèvres.)

ÉLEVAGE

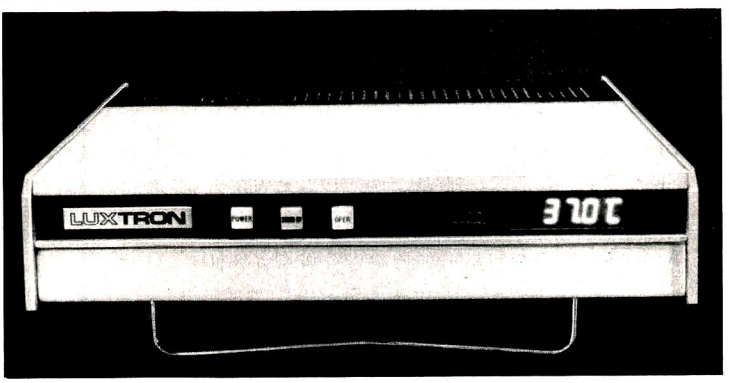
L'ordinateur à l'étable

■ Dans les Pyrénées-Atlantiques, un groupe de 20 vétérinaires, responsables d'une cinquantaine d'élevages, a mis au point une méthode informatique de suivi des troupeaux encore inédite en France.

Les programmes, établis en fonction des différents types de bétail, permettent aux éleveurs de consulter, à tout moment, l'historique, actualisé chaque mois, de leurs troupeaux et de savoir quand sont nécessaires certaines interventions: insémination, prophylaxie, etc.

Les vétérinaires assurent également le suivi alimentaire des troupeaux: un agronome, équipé d'un micro-ordinateur, se rend à la demande dans les exploitations pour y calculer les rations alimentaires de base selon les normes établies par l'Institut national de la recherche agronomique.

INDUSTRIE



Thermomètre fluoroptique

■ Principal avantage de ce nouveau thermomètre, le Luxtron 1000 A: il est insensible aux champs électromagnétiques et il n'apporte à ces champs aucune perturbation, que ce soit par absorption, réflexion, distorsion, etc.

Son principe de fonctionnement: l'excitation par des UV d'une particule de terre rare phosphorique cause une fluorescence dont le spectre est fonction de sa température.

Cette excitation se fait à travers une mince fibre optique, qui canalise également, en retour vers l'appareil de mesure, la lumière émise par la fluorescence. L'information concernant la température est contenue dans l'intensité relative de deux lignes d'émission isolées par des filtres. Un microprocesseur calcule ensuite le ratio, et procède à sa conversion en degrés Celsius (°C) en se référant à une table préalablement mise en mémoire.

Le diamètre de la sonde est inférieur à 1 mm. Précision de la mesure: ± 0,1 °C. Temps de réponse: 1 seconde. Dimensions de l'appareil 40 × 30 × 8,5 cm.

(Primo-France, BP 10, 78680 Epone, tél. (3) 095.68.65.) ■

Tandy

Profitez des progrès de la micro-informatique !



TRS-80 Modèle III sans disque

- **Mémoire vive de 16 K**
- **Langage de programmation BASIC Modèle III**

Modèle illustré: 26-1062

AD-SV

Notre ordinateur TRS-80 Modèle III est un appareil monobloc compact (32x48x 52 cm) se caractérisant par une mémoire vive de 16 K, un clavier professionnel à 53 touches (plus clavier numérique à 12 touches), un écran vidéo de 30 cm... Peut être étendu et utilisé avec quatre lecteurs de minidisques. Compatible avec la plupart des logiciels du Modèle I. **26-1062**

Modèle III Basic Niveau I, mémoire vive de 4 K. **26-1061** **6.495**

Modèle III Basic Niveau I, mémoire vive de 48 K, 2 disques. **26-1066** **20.875**

Housse de protection pour Modèle III. **26-0506** **42,50**

Magnétophone à cassettes CTR-80. **26-1205** **445**

Câble de connexion au CTR-80. **26-1207** **19,50**

Prix catalogue ~~8.195~~

Maintenant

6.995

(TVA de 17,6 % incluse)

Localisation de nos derniers points de vente

06160 JUAN-LES-PINS - 58, boulevard Poincaré (Residence Le Greco) - tel.93/61.88.43 • 14100 LISIEUX - 4, rue Duhamel • 17100 SAINTES - 15, Quai de l'Yser • 31400 TOULOUSE - 84/86, avenue Saint Exupery • 39000 LONS-LE-SAUNIER - 7, avenue de la Marseillaise • 44000 NANTES - 68, boulevard Jules Verne (Residence du Plessy) - tel.40/49.19.07 • 69230 SAINT GENIS-LAVAL - Centre commercial St Genis 2 - 101, route de Vourles • 84000 AVIGNON - 10, boulevard Saint Ruf - tel.90/85.17.76 • 91000 EVRY - Centre commercial Evry II • 93000 BOBIGNY - Centre commercial Bobigny 2 - 124 rue Carnot • 94000 FONTENAY-SOUS-BOIS - Centre commercial «Val de Fontenay» • 06000 NICE - 6, avenue Jean Medecin - tel.90/85.40.21

TRS-80

Prix valables du 1er décembre 1981 au 4 janvier 1982 et jusqu'à épuisement des stocks.

Acceptée dans les magasins affichant ce sigle.

CB VISA

Nos centres de vente d'ordinateurs sont à votre disposition à

31000 TOULOUSE	2, Boulevard Michelet (Place Saint-Aubin)	tél.: 61/63.88.63
69300 CALUIRE	12, Cours Aristide Briand (face à la Foire de Lyon - Pont de la Boucle)	tél.: 7/808.43.38
75009 PARIS	25, rue de la chaussée d'Antin (Galeries Lafayette) Métro: CHAUSSEE D'ANTIN	tél.: 1/285.43.44
75015 PARIS	26-28, avenue du Maine Métro: MONTPARNASSE-BIENVENUE	tél.: 1/544.53.16
75020 PARIS	207, rue des Pyrénées Métro: GAMBETTA ***(Cours de BASIC organisés régulièrement)***	tél.: 1/358.27.27
92200 NEUILLY	23, rue du Château Métro: PONT DE NEUILLY	tél.: 1/745.80.00

Tout matériel informatique TRS-80 peut être commandé dans n'importe quel magasin Tandy.

DES LABOS QUI RENDENT VOS TRAVAUX DANS L'HEURE

La photo instantanée, les laboratoires de traitement couleur et l'optique, trois domaines en pleine mutation qui sont en passe de transformer le marché de la photo dans le monde. Pour le consommateur, cela se traduira surtout par des matériels d'utilisation plus simple et des délais de traitement par les labos extrêmement courts.

▶ En ce dernier quart de XX^{e} siècle, l'évolution des matériels photo et cinéma a cessé de suivre la voie de la simple amélioration des produits existants. Ce sont des transformations beaucoup plus profondes qui sont aujourd'hui engagées. Elles ne font que commencer et l'année 1982 va les multiplier, bouleversant progressivement le marché traditionnel, tant au stade de la distribution que de la production.

La photo instantanée, en se diversifiant, va littéralement attaquer le marché dans plusieurs domaines, tels ceux des films de haute sensibilité, de la diapositive instantanée, de la duplication et du laboratoire d'amateur.

● Les hautes sensibilités pour l'instant, semblent réservées à Polaroid. La firme américaine en effet est la seule à avoir lancé un film couleur de 600 ASA (le Polaroid 600). Bientôt, elle commercialisera aussi un nouveau film noir et blanc de 20 000 ASA (destiné aux applications scientifiques et techniques, à la photomicrographie, à la photo sur oscilloscope, etc.). Cette sensibilité est 100 fois plus élevée que la sensibilité d'un film couleur instantané SX-70 ou 50 fois plus que celle d'un film conventionnel de 400 ASA comme le Tri X de Kodak.

● C'est encore Polaroid qui se prépare à lancer la diapositive instantanée. L'idée est dans l'air depuis de nombreuses années et des réalisations partielles viennent d'être commercialisées pour des applications techniques limitées. Ce que l'on attend, maintenant, c'est la diapositive de petit format, en 24 × 36 par exemple. Si l'on en croit les informations les plus récentes, la nouvelle émulsion ne sera pas destinée aux appareils classiques, du moins du début. Un projet Polaroid (voir dessin p. 125) révèle en effet que la diapositive fera partie d'un système avec un nouvel appareil. Pour l'instant on ne sait pas quand ce système verra le jour, ni sa forme définitive. Le projet montre cependant que la firme continue de diversifier ses produits destinés à la photo instantanée, tant pour les amateurs que pour les applications techniques et scientifiques. En fait, depuis deux ans, il ne se passe plus beaucoup de mois sans que Polaroid n'annonce une nouveauté.

● Kodak, son seul concurrent, a suivi jusqu'ici une politique apparemment différente en se contentant de commercialiser son unique procédé couleur de photo instantanée, le PR 10. Il est probable cependant que cette passivité était due à son arrivée relativement récente sur le marché de la photo instantanée (avril 1976) car l'Eastman Kodak, à son tour, élargit son champ d'action dans ce domaine. Elle vient en effet de lancer aux États-Unis le procédé Ektaflex PCT qui permet d'obtenir, sans laboratoire, des agrandissements en couleurs par la voie de la photo instantanée (voir *Science & Vie* n° 769). L'Ektaflex sera disponible en France au printemps prochain pour les amateurs. Il remplacera les tirages traditionnels traités en cuvettes, tant à partir de négatifs que de diapositives. Actuellement, les épreuves Ektaflex obtenues sont de formats 13 × 18 cm et 20 × 25 cm. Mais il est évident que d'autres formats pourront être créés. Et il est même tout à fait possible d'envisager, dans quelques années, un emploi de ce nouveau film en prise de vue, comme cela se fait déjà chez Polaroid en 20 × 25 cm avec le Polacolor ER. Une nouvelle fois, le champ d'application de la photo instantanée sera nettement élargi, avec des produits de qualité. Car l'Ektaflex PCT, comme le Polacolor ER, fournit de très belles épreuves.

● Ainsi il est aujourd'hui certain que les techniques de photo instantanée sont appelées à

connaître une extension continue, importante, y compris dans des domaines jusqu'ici réservés à la photo traditionnelle. C'est sans doute l'une des raisons qui a incité Fuji, le plus grand fabricant japonais de surfaces sensibles, à entrer à son tour sur ce marché. Il y a quelques semaines, en effet, cette firme a annoncé la commercialisation du Fotorama, premier procédé de photo instantané japonais, troisième marque au monde à accéder à cette technique, après Polaroid et Kodak.

Pour l'instant, le procédé n'est commercialisé qu'au Japon et ne sera pas exporté avant un an ou deux. Il est probable que le procès en cours entre les deux géants américains concernant l'utilisation de brevets Polaroid qui aurait été faite par Kodak, n'est pas étranger à cette position d'attente. Mais il s'agit aussi, pour Fuji, de s'implanter sur le territoire national où, jusqu'ici, seuls Kodak et Polaroid vendaient de la photo instantanée.



Le Fuji F-50 S

Le procédé Fuji comporte un film (le FI-10) et deux appareils (les F-50 S et F-10). Il est similaire à celui de Kodak (le PR-10), avec lequel il est totalement compatible. Ainsi, les appareils Kodak pourront recevoir le film Fuji et inversement. Cela suppose que des accords ont été passés par Fuji avec l'Eastman Kodak Company.

Dans l'immédiat, c'est le marché de la photo grand public (les systèmes à chargeurs 110 ou 126) qui risque d'en être le plus affecté. Mais on peut aussi se demander si, à longue échéance, le marché des tirages en laboratoire ne risque pas à son tour d'être transformé par un procédé comme l'Ektaflex PCT de Kodak. Pour l'instant, nul ne saurait l'affirmer. D'autant que le laboratoire conventionnel risque lui-même de profondes mutations. En effet, les grandes unités de traitement pourraient bien être remplacées par des milliers de petites machines qui, acquises par les détaillants, permettraient de livrer les tirages en quelques dizaines de minutes. Cela se fait aux États-Unis, et les premières machines de ce type viennent d'arriver en France.

Mini-chaînes de traitement ultra-rapide. Depuis quelques semaines déjà, à Paris, l'organisation Fotofast, utilisant des chaînes de traitement de petites dimensions et un service de ramassage rapide, livre les tirages en couleurs sur papier dans la journée même du dépôt par l'amateur. Ce délai n'est même que d'une heure dans le centre où se trouve la tireuse.

Au dernier Salon de la photo de Paris, la société Lumière-Ilford a présenté une petite chaîne similaire pour le procédé Cibachrome. Cette machine ne demande que 7 m², surface comprenant l'espace pour tourner autour. Elle délivre en dix minutes un agrandissement en couleurs Cibachrome à partir d'une diapositive. Autrement dit, un amateur venant faire tirer une diapositive chez le détaillant équipé de la chaîne compacte Cibachrome, pourra partir avec son épreuve 10 minutes plus tard.

Toujours au Salon de la photo, la société Kis (fabricant de "clés-minute" et "talons-minute") a présenté trois appareils similaires, beaucoup plus petits (mesurant 73 cm de long et 52 de haut). L'un traite automatiquement les films 24 × 36, 110 et 126 négatifs couleurs, selon le procédé standard Kodak (le C41) en 15 minutes. Le second traite en 30 minutes les films inversibles du type E6 (Ektachrome et similaires). Le dernier assure le tirage et le traitement des épreuves 9 × 13 cm, sur papier, à partir de négatifs en couleurs. Il délivre ainsi une épreuve toutes les 15 secondes.

Dans ces cas, le service du laboratoire industriel deviendra inutile. Le coût des tirages pourrait baisser. Quant à leur qualité, elle est identique à celle des tirages traditionnels. De telles machines commencent à être installées en France, et il est à prévoir qu'elles seront déjà nombreuses à la fin de 1982. Si la tendance devait se maintenir, il est probable que certains laboratoires industriels ne pourraient survivre qu'en différenciant leurs activités. Mais peut-être, cette fois, seront-ils sauvés par Kodak, qui possède par ailleurs le projet d'un nouveau système, le photo-disque, susceptible de simplifier le travail de laboratoire.

Ce nouveau procédé comporte, d'une part un disque-chargeur sur lequel sont disposés, en arc de cercle, 10 films et, d'autre part des appareils de prise de vue spéciaux (dessin ci-contre).

Le traitement se fait automatiquement en laboratoire, et une tireuse effectue les agrandissements s'il s'agit de négatifs. Avec les diapositives, le disque est conçu pour être utilisé en projection ou sur un lecteur vidéo.

Le brevet de ce système a été déposé en 1978. Jusqu'ici aucune date de commercialisation n'a été annoncée, et Kodak n'a toujours rien dévoilé. Mais, aux États-Unis, des financiers se sont montrés plus loquaces : le président d'International Research, dans une conférence de presse, a affirmé que ce disque serait une réalité en 1983 ; Merril Lynch, de la Bourse de New York, a indiqué, quant à lui, que le lancement se ferait dès cet été, avec une nouvelle pellicule et 5 appareils photographiques dont les prix se situeraient entre 30 et 80 dollars, selon le modèle. Certains de ces appareils seraient fabriqués par Canon au Japon.

Optique : l'ère des lentilles flottantes. D'autres innovations sont attendues en 1982, dans un secteur cette fois plus traditionnel, celui de l'optique. Elles viennent d'être précédées

Dessins L. Delplanque

par le lancement du Pentax ME-F, le premier appareil reflex à mise au point automatique commandé par un système d'analyse situé dans le boîtier.

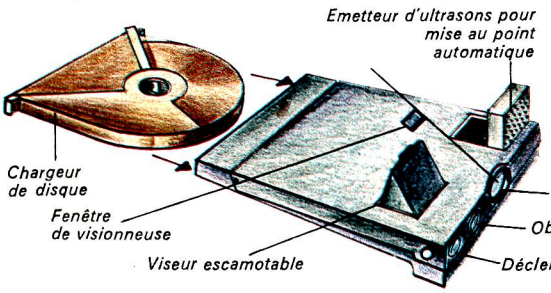
Jusqu'ici, les dispositifs de mise au point pour les reflex 24 × 36 étaient incorporés à l'objectif (Ricoh Autofocus, Canon Autofocus). Sur le Pentax ME-F, il est intégré à la visée reflexe et couplé à l'objectif (un zoom 35-70 mm). L'appareil comporte un microprocesseur couplé à un analyseur d'image à circuit MOS disposé à la base du miroir de visée reflexe. Cet analyseur reçoit l'image qui lui est transmise par un second miroir et qui est identique à celle qui se forme sur le dépoli du viseur. Un micro-moteur couplé au zoom se met en marche, commande la bague de mise au point et amène l'image à netteté maximale et donc à son contraste le plus élevé. L'analyseur détecte ce contraste et le microprocesseur utilise l'information pour commander l'arrêt du moteur. La mise au point est achevée.

Le zoom AF 35-70 mm Pentax comporte une baïonnette avec des plots de contact pour la mise au point automatique. Il est le premier d'une nouvelle gamme Pentax en cours de réalisation. Avec les objectifs ordinaires SMC Pentax, le système de mise au point dans le boîtier reste utilisable, mais sans automatisme : l'opérateur agit sur la bague de l'objectif, dans le sens de la flèche à la base du viseur, jusqu'à ce que retentisse le signal sonore et que, dans le viseur, apparaisse une diode verte.

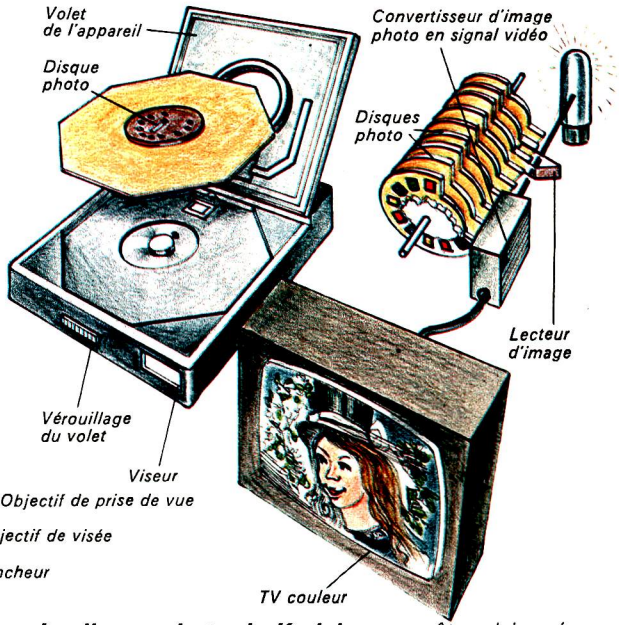
Le système Pentax est donc le premier véritablement universel fonctionnant avec une gamme d'objectifs interchangeables. Il s'agit cependant d'une première génération d'optiques sur lesquelles la mise au point se fait par commande motorisée de la bague des distances. Par la suite, cette commande sera supprimée, la mise au point devenant interne à la monture, par action sur un groupe de lentilles flottantes.

La technique des lentilles flottantes est déjà largement utilisée à d'autres fins. Elle est à la base du principe même du zoom dans lequel un ou deux groupes de lentilles se déplacent pour assurer la variation de la focale. Elle est aussi employée de plus en plus dans les objectifs à focale fixe pour améliorer la netteté de l'image lorsqu'on fait la mise au point sur une distance rapprochée. Car l'objectif est calculé par les opticiens pour des sujets éloignés et ses performances diminuent lorsqu'on l'utilise aux faibles distances, en raison d'une plus grande influence de l'aberration de courbure de champ. Ce défaut est aujourd'hui réduit en modifiant la position d'un groupe optique. La même technique permettra en même temps de réaliser la mise au point. Un moteur miniaturisé, plus petit que celui qu'utilise Pentax sur l'appareil ME-F, suffira alors pour assurer le glissement des groupes optiques et automatiser ainsi le régalge de la distance. Ce type de mise au point automatique constituera un progrès important qui sera aussi fiable et aussi courant que l'est actuellement sur les appareils l'automatisme de l'exposition du film. Elle équipera alors aussi bien les appareils photographiques, que les caméras de cinéma ou les caméras vidéo.

Roger BELLONE ■



La diapositive instantanée de Polaroid *pourra être visionnée par l'appareil de prise de vue. La pellicule, en disque de 8 à 10 vues, et les produits de développement sont contenus dans un chargeur plat que l'on glisse dans une fente à l'arrière de l'appareil. Après chaque déclenchement, le disque tourne d'une vue, amenant une nouvelle portion d'émulsion vierge derrière l'objectif et provoque en même temps le développement de l'image qui vient d'être prise. Celle-ci peut être visionnée aussitôt par une fenêtre sur le boîtier de l'appareil.*



Le disque-photo de Kodak *pourra être visionné sur une télé couleur grâce à un système de conversion breveté par la marque. Le disque lui-même comporte 10 portions de pellicule disposées en arc de cercle. Il est contenu dans un chargeur plat que l'on dispose sur un plateau dans l'appareil de prise de vue. Le déclenchement fait tourner le disque vue après vue. Le développement se fait dans des laboratoires équipés pour ce nouveau système Kodak et où les disques sont enfilés par dizaines sur un axe puis traités automatiquement.*

l'Ordinateur de poche



L'ORDINATEUR DE POCHE est la seule revue française exclusivement dédiée à l'informatique de poche.
Si vous possédez déjà une calculatrice programmable, vous trouverez dans **L'ORDINATEUR DE POCHE** des tas d'astuces qui vous permettront de tirer un meilleur parti de votre machine.
Si vous envisagez d'en acheter une, **L'ORDINATEUR DE POCHE** sera pour vous un guide de choix irremplaçable.

12 Francs chez votre marchand de journaux

l'Ordinateur de poche

41, rue de la Grange aux Belles - 75483 Paris cedex 10

UN AUDITORIUM CHEZ VOUS EN 30 SECONDES

Pour améliorer la qualité de reproduction sonore de votre chaîne hi-fi compromise par la mauvaise acoustique de votre appartement, les égaliseurs disponibles jusqu'ici, quelle que soit leur finesse, nécessitent de longues séances de délicats réglages manuels. Un nouvel égaliseur vient d'être mis sur le marché, qui s'en charge tout seul.

▶ Pour apprécier exactement les possibilités du nouveau modèle d'égaliseur, le Computer-Equalizer SE-9, proposé par le fabricant japonais Sansui, il nous faut rappeler brièvement ce que le mélomane est en droit d'attendre d'un égaliseur (1) et ce que celui-ci, dans sa conception traditionnelle, lui permet pratiquement d'obtenir.

Une salle d'écoute, celle d'un appartement par exemple, se caractérise par ses dimensions, son volume, la disposition générale de son ameublement, les matériaux constituant ses murs, son sol, son plafond, le nombre et le positionnement des portes et des fenêtres. Ces éléments réfléchissent ou absorbent les ondes sonores, mais de façon inégale. Des fréquences de résonance indésirables et des effets de réverbération plus ou moins importants sont ainsi produits. L'égaliseur, sans être toutefois un remède miracle, car il ne peut à lui tout seul guérir tous les maux acoustiques, peut cependant atténuer le mal, à condition d'être bien utilisé. Au moyen de filtres, il permet de remonter ou de réduire plus ou moins le niveau de certaines fréquences. Utilisant des boutons de correction qui sont, dans la plupart des cas, des potentiomètres à glissière placés côte à côte, l'utilisateur peut contrôler l'ensemble des réglages.

En définitive, dans son principe, l'égaliseur offre des possibilités réelles qui vont d'ailleurs au-delà de la seule correction des défauts acoustiques d'une salle. Ainsi, son insertion dans une chaîne haute-fidélité peut transformer la reproduction sonore des enceintes acoustiques particulièrement en corrigeant leurs défauts, notamment dans le bas-médium et quelquefois dans le grave.

Un égaliseur peut également corriger les défauts d'une source sonore. Par exemple, lorsque certains preneurs de son ou graveurs de disques microsillons ont exagéré volontairement le bas- ou le haut-médium. Il peut aussi améliorer la qualité d'un enregistrement sur minicassette. Par exemple, augmenter un peu les graves, diminuer le bas-médium et augmenter les aigus. Il peut encore améliorer les conditions d'écoute d'une minicassette dans une voiture. Conditions d'écoute qui sont forcément différentes de celles d'une salle de séjour, à plus forte raison d'un auditorium...

Cependant, ces avantages de l'égaliseur ne sont pas toujours faciles à exploiter car l'appareil est de réglage délicat et demande l'utilisation d'instruments de mesure sophistiqués. Ces réglages sont d'autant plus délicats que dès que l'on touche un des correcteurs, tout le reste de la courbe de réponse risque d'être perturbé. Quant à l'oreille humaine, elle ne permet même pas de contrôler sérieusement les réglages. Elle s'habitue en effet très vite aux sons modifiés et même au bruit. L'usage intempestif d'un égaliseur fait ainsi courir le risque d'écouter un enregistrement musical en lui faisant perdre sa caractéristique de fidélité.

Pour éviter ce risque, une égalisation sérieuse doit être contrôlée par l'intermédiaire d'un générateur de bruit rose (2) et d'un appareil de me-

(1) Pour plus de détails sur le fonctionnement, les avantages et les limites des égaliseurs, voir *S. & V.*, nº 765, p. 123.

(2) Bruit rose : contrairement au bruit blanc, modulation sonore composée d'un mélange de toutes les fréquences comprises entre 20 et 100 000 Hz ayant toutes le même niveau de puissance, le bruit rose se rapproche beaucoup plus d'une modulation musicale en ce sens que la puissance varie d'une plage de fréquences à l'autre. En particulier, elle va en diminuant dans les aigus.

COMMENT CORRIGER AUTOMATIQUEMENT L'ACOUSTIQUE DÉFECTUEUSE D'UNE PIÈCE

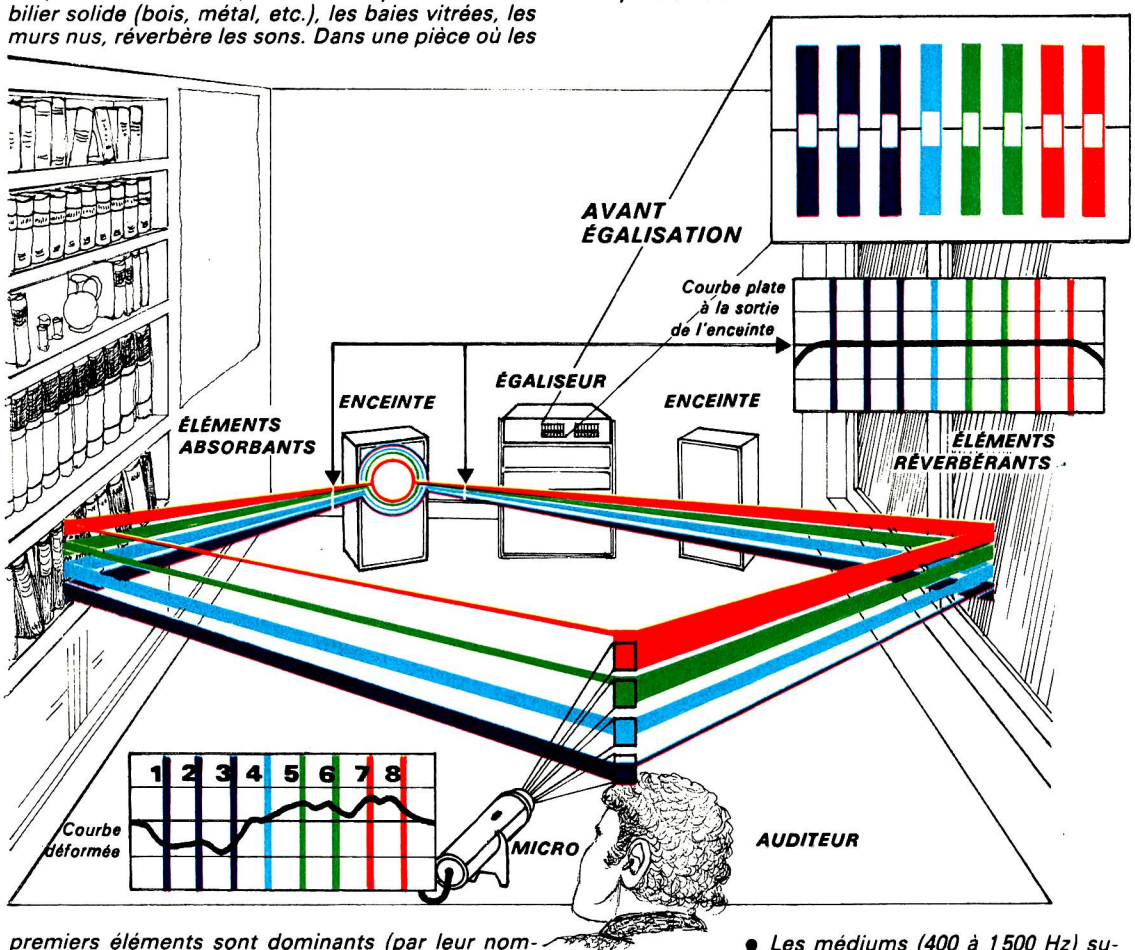
Précisons tout d'abord que les défauts acoustiques d'une pièce proviennent de deux catégories d'éléments propres à cette pièce. L'une, qui compte rideaux, tentures, coussins, livres d'une bibliothèque, etc., absorbe les sons ; l'autre : comprenant le mobilier solide (bois, métal, etc.), les baies vitrées, les murs nus, réverbère les sons. Dans une pièce où les premiers éléments sont dominants (par leur nombre, leur surface), la musique sera étouffée, "cotonneuse", les aigus étant défavorisés par rapport aux graves ; dans le cas contraire, l'écoute sera dure, les aigus devenant trop agressifs. Dans nos appartements, tous les éléments, disposés aléatoirement, entrent en jeu simultanément dans les réflexions innombrables et complexes des sons.

Ajoutons que dans la hi-fi, on ne se contente pas de distinguer les graves des aigus dans les fréquences audibles, mais on subdivise celles-ci en plusieurs tranches, allant des extrêmes graves (16 à 60 Hz) aux extrêmes aigus (plus de 10000 Hz).

Pour corriger les défauts d'une pièce, un égaliseur élève ou abaisse le niveau sonore d'un certain nombre de fréquences, dites charnières, comprises entre ces deux extrêmes. Ces fréquences peuvent être différentes d'un constructeur à l'autre et varier en nombre d'un appareil à l'autre. Elles sont au nombre de huit pour chaque canal stéréo sur le SE-9 de Sansui (page ci-contre, en haut à gauche).

Considérons, pour simplifier, que le message musical, dont la courbe de réponse amplitude-fréquence est théoriquement plat à sa sortie de l'enceinte, est déformé par les défauts de la pièce et arrive à l'auditeur comme suit :

- *Les graves (60 à 150 Hz) et les bas-médium (150 à 400 Hz) sont désavantagés. Sur le dessin, les faisceaux violets qui les représentent ont été amincis après réflexion. Sur la courbe de réponse, cela se traduit par des creux **(1, 2 et 3)** aux fréquences correspondantes.*

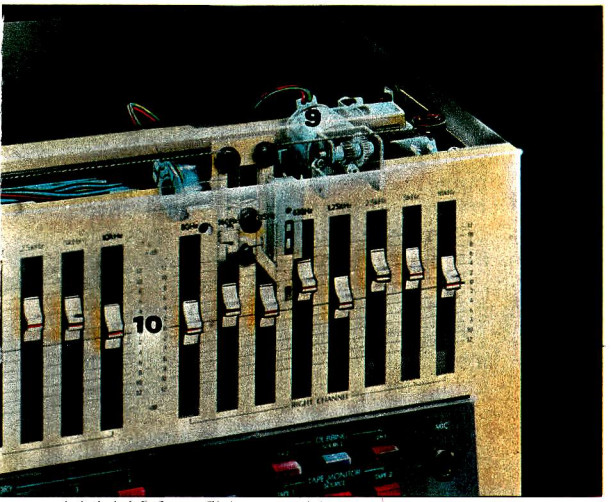


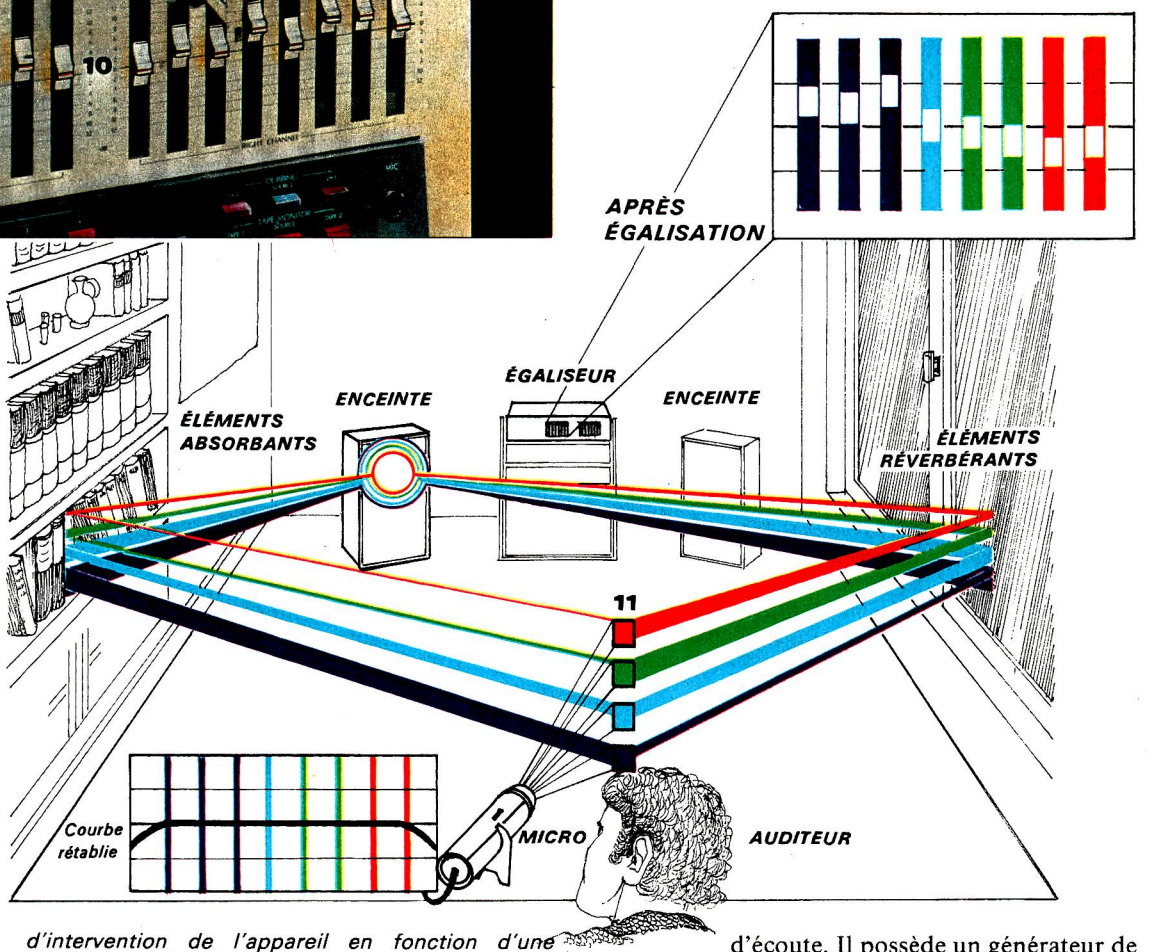
- *Les médiums (400 à 1500 Hz) subissent peu de déformation. Les faisceaux bleus qui les représentent ont gardé la même épaisseur avant et après réflexion, et la courbe de réponse n'a pas bougé aux fréquences correspondantes **(4)**.*
- *Les haut-médium (1500 à 4000 Hz) sont rendus agressifs. Les faisceaux verts qui les représentent ont été sensiblement grossis, et la courbe de réponse enregistre une bosse **(5 et 6)**.*
- *Les aigus (5000 à 10000 Hz) ont connu le même sort que les haut-médium, d'où les faisceaux rouges grossis et les bosses **(7 et 8)** sur la courbe. Disposé à l'endroit précis où l'auditeur écoutait cette musique faussée, et de préférence à la hauteur des oreilles, le micro de l'égaliseur captera un signal de référence dit "bruit rose" émis par l'appareil via l'enceinte (platine, magnétocassette ou tuner seront éteints durant l'égalisation). Ce bruit rose réfléchi et déformé par la pièce sera analysé par le microprocesseur du SE-9, qui décidera de la correction à apporter sur chacune des fréquences*

(suite de la p. 127)

sure-analyseur en temps réel, matériels onéreux et par ailleurs difficiles à employer.

C'est ici qu'apparaît tout l'intérêt du nouvel égaliseur de Sansui, qui élimine la plus grande partie des inconvénients des modèles antérieurs. Cet appareil regroupe à lui seul les possibilités d'un égaliseur à deux canaux de huit fréquences utilisées pour compenser automatiquement les effets d'une mauvaise acoustique de la pièce d'écoute. Il possède un générateur de bruit rose, un analyseur de spectre et neuf mémoires à présélection.





d'intervention de l'appareil en fonction d'une courbe de référence plate programmée par le constructeur. Puis, il commandera le dispositif automatique ***(9)****, qui réglera les curseurs* ***(10)*** *du SE-9. Ce dispositif s'arrêtera donc sur les curseurs des 80 et 160 Hz et les remontera pour corriger les creux des graves et des bas-médium. Ensuite, il ira abaisser les curseurs des 1,25 et 2,5 kHz pour résorber la bosse des haut-médium. Enfin, il abaissera les 5 et 10 kHz pour annuler la bosse des aigus. En somme, le message sonore issu de l'enceinte sera déformé de telle manière qu'avec les déformations qu'il subira ensuite dans la pièce, il retrouve sa forme initiale, représentée par des traits d'égale épaisseur après réflexion* ***(11)****.*

Lorsque l'égalisation sera terminée pour la première enceinte, ce sera le tour de la seconde, l'opération entière durant en tout 30 secondes environ. Après quoi, l'émission de bruit rose est arrêtée et le micro débranché : votre chaîne hi-fi vous restituera alors une musique de qualité. Bonne écoute !

Dessins L. Delplanque et J.J. Vincent

Bien évidemment, nous avons pu tester longuement le Sansui SE-9 dans des salles d'écoute différentes, avec des enceintes différentes et nous pouvons garantir, non seulement son efficacité, mais surtout son utilisation aisée à la portée de tout amateur de haute-fidélité.

Tout d'abord, les huit fréquences charnières par canal utilisées par le SE-9 sont bien étalées à notre avis, puisque l'appareil agit (à plus et moins 12 dB) à 80-160-315-630-1 250-2 500-5 000 et 10 000 hertz. L'appareil de Sansui permet donc à l'acoustique d'une salle de séjour de s'approcher au mieux d'une réponse linéaire qui devrait être le propre de tout bon auditorium. Ces corrections sont réalisées par rapport

à un endroit précis, endroit que l'on a choisi comme place d'écoute idéale et confortable.

Le SE-9 va donc compenser automatiquement les éventuelles insuffisances des enceintes acoustiques, les défauts de la salle d'écoute, les perturbations engendrées par le mobilier, coussins, tissus, tapis, etc. Cela suppose qu'il effectue un travail de mesure, puis d'amélioration des caractéristiques acoustiques de ladite salle.

A cet effet, l'égaliseur comporte un microprocesseur. Celui-ci utilise un signal de référence qui est produit par le générateur de bruit rose incorporé dans l'appareil. Ce signal est injecté sur les entrées. Chaque canal stéréophonique est capté à tour de rôle par un microphone (du type condensateur électret) disposé à la place d'écoute choisie. De cette place, les informations sonores recueillies sont donc retransmises au SE-9. Le microprocesseur va alors les rassembler et les analyser, puis décider de la compensation nécessaire en plus ou en moins sur chacune des 16 fréquences de référence. Il va ensuite commander un mécanisme qui va déplacer et régler automatiquement chacun des 16 curseurs de l'égaliseur. Au bout de 30 secondes, l'égalisation linéaire de la pièce est réalisée sans aucune intervention manuelle, exceptés, bien sûr, la mise en place du micro et l'enclenchement de la touche qui met en route le système. Le spectre des fréquences représentant la source sonore est également visible par l'intermédiaire de barreaux lumineux à huit bandes et à huit niveaux par bande. On peut donc contrôler à chaque instant l'efficacité des compensations soit sur le canal gauche, soit sur le canal droit, comme on peut avoir la réponse combinée des deux canaux.

Mais le SE-9 ne permet pas seulement de réaliser une courbe de réponse "plate". Il peut également moduler des sons selon la "couleur" que l'on désire. Tout d'abord, il possède une mémoire automatique sur laquelle sont programmées en permanence quatre courbes d'égalisation différentes commandées par quatre touches. Ces courbes correspondent chacune à un "type musical" particulier que l'on peut définir comme suit :

- Égalisation pour un son plein de « verve et de brio »..., comme le dit le texte explicatif de la firme.
- Égalisation recommandée pour la musique douce et une écoute particulièrement longue.
- Égalisation qui, à la façon d'un compensation physiologique, accentue les fréquences extrêmes, graves et aiguës.
- Égalisation spéciale pour mieux reproduire une minicassette destinée à être écoutée dans une voiture.

Cette mémoire peut également enregistrer quatre courbes d'égalisation choisies par l'utilisateur, ce qui nous a paru beaucoup plus intéressant que les égalisations programmées en permanence. On peut ainsi modeler de quatre manières différentes des types bien particuliers de musique. Cela va permettre, par exemple, de favoriser l'écoute de musique classique, de jazz, de musique lyrique ou de rock. Ce que ne peut jamais réaliser une même enceinte acoustique. Par définition, une enceinte ne favorisera qu'un ou deux types musicaux.

L'automatisme du SE-9 peut être déconnecté par une simple manœuvre. Devenant alors un égaliseur classique, il peut être utile pour enregistrer. D'autant plus que l'appareil possède deux entrées stéréophoniques spéciales pour magnétophones. On peut donc copier d'un magnétophone sur l'autre dans les deux sens. On peut faire passer la modulation égalisée sur la machine qui enregistre. Une touche spéciale permet de comparer "avant" et "après" enregistrement.

Le SE-9 contient également un dispositif dit "d'auto-diagnostic". S'il se produit une panne dans le système de commande par microprocesseur, un ou plusieurs voyants lumineux à diodes s'éclairent, permettant de connaître immédiatement l'origine de la panne. Des potentiomètres permettent d'ajuster les niveaux d'entrées et de sorties. Les filtres du SE-9 sont constitués par des circuits entièrement électroniques composés de groupes de résistances, condensateurs et semi-conducteurs (34 transistors - 32 diodes - 5 zener - 36 circuits intégrés et 10 diodes électroluminescentes). Des inductances à semi-conducteurs remplacent, comme il se doit, les bobinages.

A l'écoute prolongée, nous n'avons pas constaté de déphasage intermittent du message sonore, appelé communément "rotation de phase". Ce défaut se traduit, à la sortie des haut-parleurs, par une reproduction qui n'est plus uniforme sur toute l'étendue du spectre sonore. En pratique, cela donne une impression d'instabilité dans la localisation des instruments, particulièrement en stéréophonie où l'on doit retrouver une perception d'écoute large et profonde. Sur les égaliseurs de bas prix, nous avons trop souvent constaté que les instruments où les voix se déplaçaient sans arrêt et sans raison d'une enceinte à l'autre.

En ce qui concerne les caractéristiques principales, précisons que la distorsion harmonique totale est de 0,0008 %. La bande passante (avec les correcteurs à zéro) va de 10 à 100000 Hz (0 dB et 61 dB). Les sensibilités d'entrée haut-niveau (ligne) sont de 1 volt sur 30000 ohms et pour le microphone de 4 millivolts sur 47000 ohms. La sensibilité de sortie maximale est de 5 volts sur 600 ohms. Le gain est de 0 dB en position plage, c'est-à-dire que le coefficient d'amplification est nul lorsque les correcteurs sont à zéro, ce qui est normal. La consommation électrique est de 30 watts, le poids de 6,6 kg et les dimensions de 430 mm × 148 mm × 311 mm.

Deux petites ombres, cependant, à ce merveilleux tableau :

- Le niveau de sensibilité d'entrée (1 volt) est trop faible : il faudrait 2 volts pour ne pas risquer la saturation et de là des distorsions rapi-

(suite du texte p. 170)

INCRÉDULES OU SCEPTIQUES CES QUELQUES LIGNES PEUVENT CHANGER LA VÔTRE

Vous faites partie de la race des incrédules, des sceptiques, de ceux ou de celles qui "demandent à voir".

Vous avez raison : cela peut paraître trop beau de mincir sans rien faire.

Mais si vous avez quelques centimètres de trop, faites un petit effort et ayez la patience de lire ces quelques lignes :

Imaginez-vous confortablement installé dans votre canapé avec un bon livre...

Branchez tranquillement votre Slendertone ; vous allez faire de la gymnastique sans avoir à lever le petit doigt.

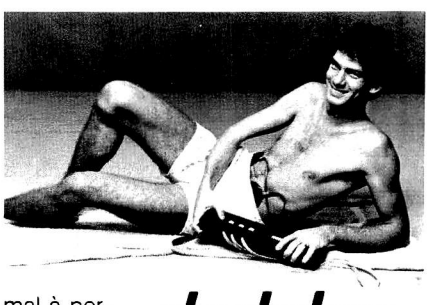
Mais oui, vous allez réellement voir vos muscles se contracter, exactement comme si vous faisiez de la gymnastique volontaire.

Laissez-vous faire. Slendertone travaille pour vous. Lors de la première séance, ne vous attendez à aucun miracle.

Ce n'est qu'un premier contact. En revanche, c'est le moment de prendre de bonnes résolutions, d'autant plus qu'elles sont faciles à tenir. Promettez-vous donc de faire régulièrement, pendant un mois, vos séances de "gymnastique détente".

(Rien ne vous empêche d'ailleurs, de faire parallèlement un peu d'exercice, cela n'a jamais fait de mal à personne.) A la fin de ce petit mois, vous allez réellement constater des résultats, un ventre devenu plus plat, des muscles plus fermes et la forme retrouvée.

Abandonnez vos préjugés, comme des milliers d'utilisateurs satisfaits. Renvoyez-nous notre demande de documentation ou rendez visite à l'un de nos centres conseils : un court essai vaut mieux qu'un long discours. ■



slendertone
la gymnastique automatique.

R 60

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE.
Je souhaite recevoir gratuitement, sans engagement de ma part, votre luxueuse brochure illustrée : "Pour la beauté de votre corps".
Nom _____ Prénom _____
Adresse _____
Code postal _____ Ville _____
Tél. : _____
Bon à remplir, découper et retourner à Slendertone, 29, bd des Batignolles 75008 PARIS Téléphone : 387.91.90

Centres de démonstration :
01 BOURG-EN-BRESSE . P. Berger-Laurent . 19, rue Notre-Dame / 05 GAP . P. Escalier . 2, pl. J.-Marcellin / 06 NICE . Locasanté . 29, rue Pastorelli / 13 MARSEILLE 5e . Equipement Médical . 192, bd Baille / 14 CAEN . P. Danjou-Rousselot . 5, place Malherbe / 16 ANGOULEME . P. Joubert . 14, rue de Périgueux / 20 BASTIA . EEA . 13, av. E.-Sari / 21 DIJON . P. Centrale . Place Jean-Macé / 25 BESANÇON . P. Principale . 85, Grand-Rue / 26 VALENCE . P. Lestra . 36, av. Victor-Hugo / 27 EVREUX . P. Principale . 15, rue de la Harpe / 29 BREST . P. Centrale . 56, rue de Siam / 30 NIMES . P. Bastide . 38, bd V.-Hugo / 31 TOULOUSE . P. du Soleil . 11, place Wilson / 33 BORDEAUX P. Principale . 10, rue Ste-Catherine / 34 MONTPELLIER . La Populaire . 4, rue Maguelone / 35 RENNES . P. D'Estrées . 1, rue La Fayette / 37 TOURS . TACM . 30, rue du Commerce / 38 GRENOBLE . P. La Normale . Rue Raoul-Blanchard / 42 ST-ETIENNE . Morenvillez . 12, rue de Lodi / 44 NANTES . GP de Paris . Place Royale / 45 ORLEANS . P. de France . 291, rue de Bourgogne / 49 ANGERS . CODEM . 9, rue Jules-Dauban / 50 GRANVILLE . P. Hamel . 47, rue Le Campion / 51 REIMS-CORMONTREUIL . CAMEPHA . 4, rue du Commerce / 54 NANCY . Céline . 1 bis, place Thiers / 56 VANNES . P. St-Nicolas . 50, rue du Mené / 57 METZ . Frey . 11, rue Haute-Seille / 59 LILLE . P. Viguier . 52, rue Nationale / 62 ARRAS . Polymed . 16, rue Gambetta / 63 CLERMONT-FD . Lhomme Rabier . 1, rue du Port / 64 PAU . GP Nouvelle . 92, rue E.-Guichenne / 66 PERPIGNAN . P. Bobo . 10, rue Alsace-Lorraine / 67 Strasbourg . Kaufmann . 24, rue du 22-Novembre / 68 MULHOUSE . G. Luckert . 5, av. de Colmar / 69 LYON 2e . Médico France . 6, pl. Bellecour / 73 CHAMBERY . P. Tercinet . 1, rue de Maistre / 76 ROUEN . P. du Bac . 16, rue du Bac / 77 FONTAINEBLEAU . Médiconfort . 1, bd Joffre / 78 VERSAILLES . P. Bonnet Triadou . 6, place Hoche / 80 AMIENS . GP de Paris . 4, place Gambetta / 83 TOULON . Ets Castel Chabre . 71, cours La Fayette / 84 AVIGNON . P. Grégoire . 7, rue de la République / 86 POITIERS . P. Poirault Boyer . 22, rue Gambetta / 87 LIMOGES . P. du Carrefour . Carrefour Tourny / 92 RUEIL . Médica 2000 . 2, av. G.-Clemenceau.

SCIENCE & JEUX

FABRIQUEZ UN HÉLIOSCOPE

▶ Bien que le Soleil ne soit qu'une petite étoile parmi les 100 milliards d'astres similaires réunis dans la voie lactée, son étude tient une place de choix dans le développement de la connaissance. Car cette étude concerne à la fois la mécanique céleste, l'astronomie de position, l'astrophysique, et même la géographie.

Bien des civilisations avaient fait du Soleil un dieu, et les Grecs l'avaient mis au centre du monde. Cette hypothèse compliquait à tel point la description du mouvement des planètes qu'il fallut l'abandonner quand les observations devinrent précises. Cela fut fait dès le Moyen-Age, et aujourd'hui il n'a plus comme adorateurs que les baigneurs de l'été. Par contre, il garde toujours son importance essentielle pour les astronomes.

En principe, l'aigle est seul à pouvoir regarder le Soleil en face, du moins au milieu de la journée. Mais tout le monde peut l'observer au coucher, quand son éclat est bien voilé de rouge par l'humidité atmosphérique, ou à travers des verres fortement teintés. Le disque solaire semble alors limité par un bord parfaitement net, comme si l'astre possédait une surface bien lisse et bien définie.

En réalité, il n'en est rien, car le Soleil est une sphère gazeuse constituée de 70% d'hydrogène, 27% d'hélium, et de quelques autres corps simples. Ce qu'on en voit en se protégeant la vue avec des lunettes de soudeur, ou toute autre substance foncée du même "tonneau", n'est que la photosphère ; le disque brillant au contour net n'est que la partie apparente du Soleil car, au-delà, le gaz n'est pas assez dense pour être discernable sur le fond du ciel malgré sa luminosité.

Mais quand, pendant une éclipse, la Lune masque complètement le disque, on distingue un anneau rosé, brillant, la chromosphère, au-delà de laquelle s'étend fort loin une auréole blanche au contour irrégulier, la couronne. Le rayonnement visible en temps normal provient presque totalement de la photosphère dont le bord possède toujours une apparence très nette. Contrairement à ce qu'on imagine souvent, la température n'y est pas excessivement élevée : 7 500° en profondeur, 4 500° dans la zone externe.

A cette température, des métaux comme le tungstène, l'osmium, le molybdène sont encore liquides et il faut aller beaucoup plus loin pour les vaporiser. Avec un bon instrument on peut distinguer sur toute la surface de la photosphère une fine granulation brillante analogue à un bouillonnement ; des granules qui ressemblent à des grains de riz apparaissent et disparaissent sans cesse sur un rythme qui ne dépasse pas quelques minutes. Il s'agit de bulles de gaz qui montent dans la couche extérieure moins chaude, puis retombent.

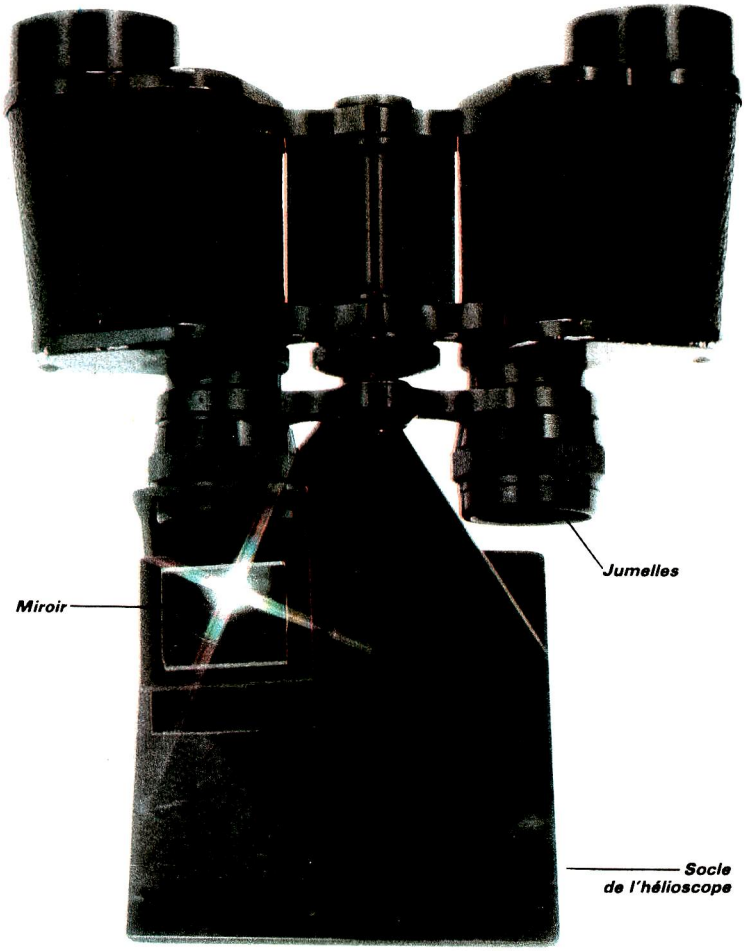
Il faut déjà des appareils très spéciaux pour voir la chromosphère, ce mince anneau dont la teinte rosée est due à l'hydrogène. Il s'agit d'ailleurs d'un gaz très raréfié traversé par un flux de rayonnement intense. Quant à la couronne, encore plus éloignée de la surface, elle est constituée d'un gaz ionisé porté à très haute température. Ceci entraîne un mouvement d'expansion continue avec accroissement de la vitesse à mesure qu'on s'éloigne du Soleil. Ce vent solaire arrive jusqu'à la Terre et immerge notre globe dans un écoulement permanent.

Mais ce qu'il y a de plus intéressant à la surface du Soleil, à savoir les centres actifs, ne réclame aucun outil bien spécial pour être observé. En principe, une paire de jumelles pourrait suffire si l'éclat de l'astre n'était pas si violent ; de ce fait, il y a éblouissement à coup sûr, et risque grave d'une brûlure de la rétine. Ce type de lésion étant irréversible et constituant une forme de cécité partielle, l'observation directe du Soleil à travers un instrument d'optique quelconque fait partie des choses à ne jamais faire.

Par contre, et ce sera l'objet de notre montage de ce mois, on peut facilement réaliser un instrument permettant de faire des observations indirectes. Et c'est là qu'on découvrira que le disque solaire n'est nullement un cercle de lumière uniforme et continue : on y voit des taches, exactement comme des taches d'encre sur une blouse d'écolière, qui constituent justement les centres actifs de la chaudière solaire.

Ces phénomènes sont épisodiques, mais ils s'étendent à tous les niveaux atmosphériques de notre étoile et leurs effets se font sentir jusqu'à la Terre. La première ma-

Photo M. Toscas - Galerie 27



nifestation connue de cette activité est la présence de taches de dimensions variées, allant d'un simple point à peine discernable jusqu'à des diamètres dépassant celui de la Terre. Souvent rassemblées en groupes, leur vie moyenne est de l'ordre de quelques semaines.

Elles sont donc essentiellement évolutives et se présentent sous la forme d'une zone d'ombre entourée de pénombre. L'ensemble est noyé dans une région brillante, la facule, surmontée par de grandes formations brillantes, les plages faculaires. Un instrument simple comme celui que nous nous promettons de construire ne permet pas de distinguer nettement les différentes zones, mais les taches qui, apparaissant comme des points noirs sur une surface blanche, sont immédiatement visibles.

En réalité, elles ne sont pas noires du tout, puisque leur température est de l'ordre de 3000 °C, soit 2000 °C à 3000 °C de moins que les régions avoisinantes. La chute de luminosité qui en résulte est telle que ces taches apparaissent noires par contraste avec l'entourage, dont la température moyenne est de 6000 °C. Comme on le sait, tout est relatif en matière de perception visuelle : un phare n'éblouit jamais à midi ; l'expérience montre qu'il en va tout autrement le soir.

On a toutefois gardé le nom de taches pour désigner ces zones d'activité plus froide qui sont gouvernées par la présence de champs magnétiques. La première manifestation apparente est la présence d'une plage faculaire brillante. Une tache se forme ensuite dans la partie ouest de la plage, puis une autre dans la partie est. On a alors un centre bipolaire, les deux taches ayant des polarités magnétiques opposées.

Les zones sombres s'agrandissent et s'écartent l'une de l'autre, puis d'autres taches peuvent apparaître au cours des jours et viennent compliquer le dessin. L'évolution devient alors plus lente ; les taches se divisent, rétrécissent et finissent par disparaître, tandis que la zone faculaire se désagrège. Le tout peut durer de quelques jours à quelques mois, selon l'importance du centre d'activité. Au cours de son évolution, celui-ci peut d'ailleurs être le siège d'événements catastrophiques dont la durée va de quelques minutes à quelques heures : les éruptions solaires.

Notons enfin que l'activité solaire varie d'une manière cyclique au cours du temps, passant par des maxima et des minima tous les onze ans. En fait, ce rythme n'est pas parfaitement strict, l'écart entre deux maxima n'étant qu'en moyenne de onze ans. Il semble qu'il y ait en plus un cycle de 80 ans, auquel se superposerait encore un cycle de 400 ans.

Bien entendu, seuls les observatoires peuvent suivre des périodes aussi longues. Par contre, notre hélioscope nous permettra de suivre assez facilement la naissance et l'évolution des taches solaires. Il est fabriqué à partir de jumelles, car il est illusoire de vouloir obtenir une image correcte avec un montage de lentilles approximatif. Le modèle utilisé et illustré est un Huet 8 × 32, mais toute paire de jumelles peut convenir, quel que soit le grossissement. Le montage décrit correspond aux jumelles prismatiques classiques, et il faudra le modifier pour utiliser les modèles plats et courts qui commencent à être plus courants aujourd'hui — bien que leurs prix demeurent très supérieurs à ceux des versions classiques.

Les jumelles sont fixées sur une monture azimutale ; celle-ci peut donc pivoter autour d'un axe vertical d'une part, et d'un axe horizontal d'autre part. Sur l'un des oculaires est monté un système simple qui renvoie l'image au plafond ou sur un mur. Comme nous l'avons dit, toute paire de jumelles peut convenir, mais il y a quelques cotes à adapter en fonction du diamètre extérieur de l'oculaire et de l'écartement des deux éléments optiques.

Le matériel nécessaire à la monture se limite au polystyrène choc en feuilles de 2 mm d'épaisseur. On peut se le procurer directement, ou par correspondance, chez : Adam Montparnasse, 11 bd Edgar-Quinet, 75014 Paris. Ajoutons à ce matériau de base les accessoires suivants :

- trichloréthylène, ou colle Uhu-Plast ;
- compas de découpe à fabriquer soi-même comme indiqué dans les articles précédents (S. & V. n° 771) ;
- deux vis de 3 mm de diamètre et de 25 mm de longueur (ou toutes dimensions voisines) avec borne moletée ou vis papillon. Éventuel-

(suite)

lement, on peut se contenter d'un écrou, mais la manipulation en est moins commode ;

- un miroir de poche ;
- un cutter ;
- un diamant de vitrier, ou une roulette à couper le verre.

Muni de ces éléments, on peut commencer la fabrication du support ; toutefois, pourront se dispenser de cette première étape ceux qui disposent d'un trépied à usage photographique. Il leur suffira de fixer les jumelles sur le trépied par un moyen qui peut être quelconque à condition d'être solide et stable. Il n'est pas toujours facile de réunir les deux conditions, et le ruban adhésif, solution facile, peut réserver bien des déboires.

A défaut d'un trépied photo, on fabriquera le support de la façon suivante : pour commencer, on découpe les pièces A, B, C1, C2, D, E et F aux cotes indiquées sur les **figures 1, 2 et 3**. Afin de conserver le côté brillant du polystyrène, on inversera le tracé des pièces A et B. On perce les deux trous T1 et T2 de 3 mm de diamètre — ou de "x" mm si la vis a un diamètre différent.

On colle ensuite les bandes D sur A, puis F, puis E, comme indiqué **figure 3**. Sur l'ensemble ainsi formé, coller B en veillant à l'affleurement des tranches. On découpe alors la pièce G de la **figure 4** selon un rectangle de 135 × 110 mm ; on colle les équerres C1 et C2 sur A et B, mais on ne colle pas encore cet ensemble sur le socle G : sa position va dépendre du centre de gravité des jumelles, et varie donc en fonction du modèle dont on dispose. Il reste à fabriquer le support inclinable. Le principe retenu, qui convient à beaucoup de jumelles — mais pas à toutes — est illustré **figure 5.** En général, les deux lunettes sont fixées sur un bras central, et peuvent être rapprochées afin de s'adapter à l'écartement des yeux. Le système de fixation est justement fondé sur ce réglage.

Remarquons au passage que beaucoup de gens utilisent des jumelles sans prendre la peine de les mettre à l'écartement correct, ou sans savoir que cette opération est indispensable à une bonne vision des choses. Ceci est tellement admis que les cinéastes et les dessinateurs, lorsqu'ils veulent indiquer qu'un sujet est vu à travers des ju-

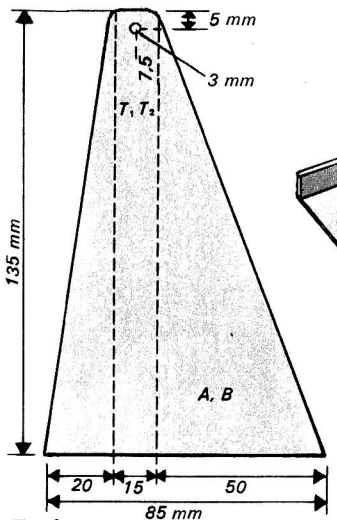


Fig. 1

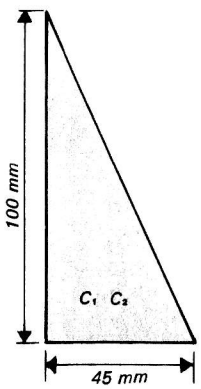


Fig. 2

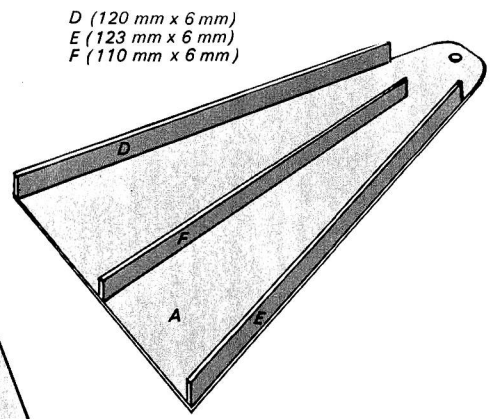


Fig. 3

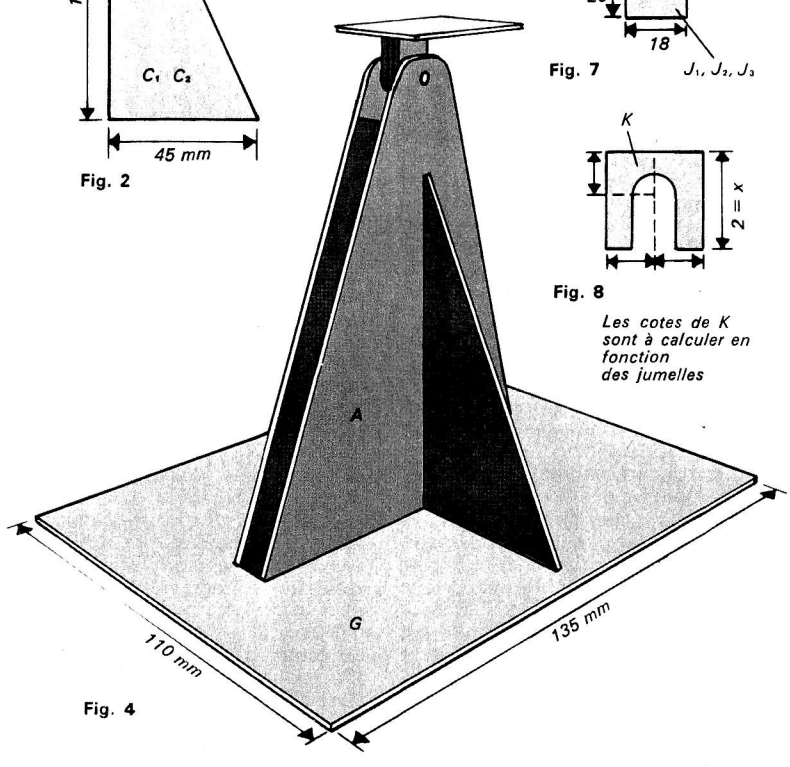


Fig. 4

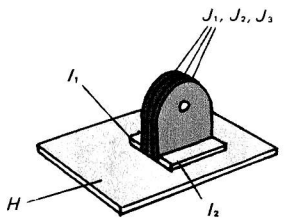


Fig. 6 $I = 18 \times 7$

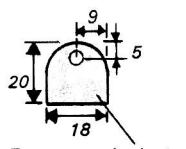
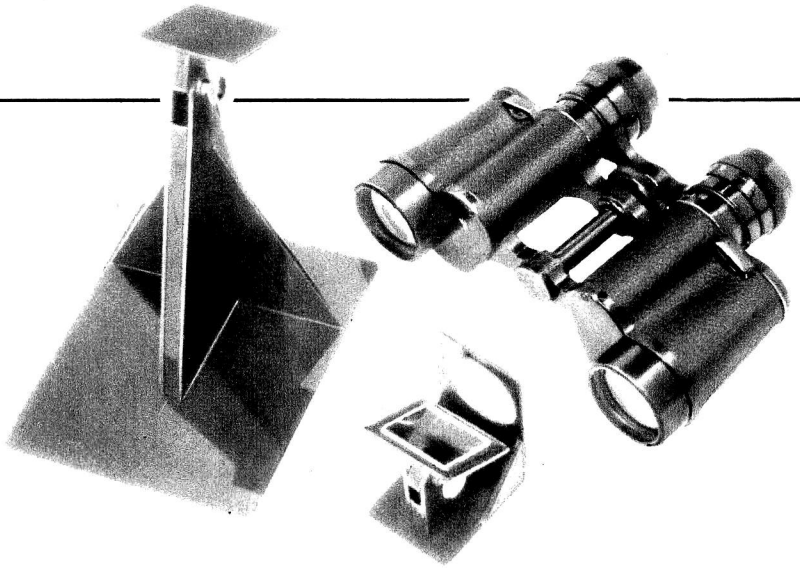


Fig. 7

Fig. 8

Les cotes de K sont à calculer en fonction des jumelles



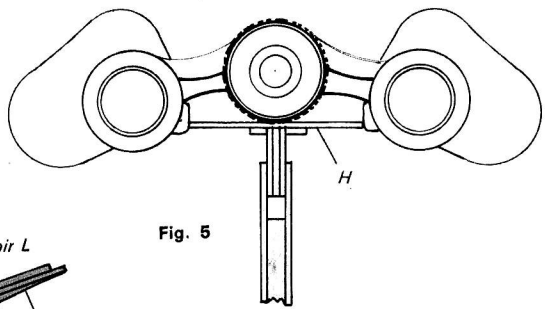


Fig. 5

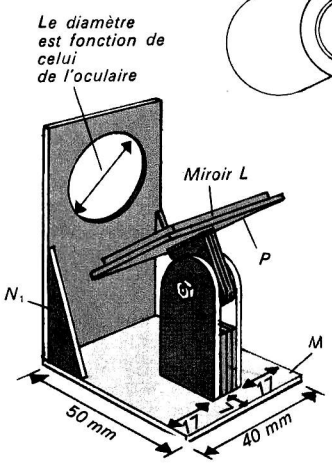


Fig. 9

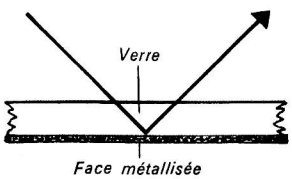
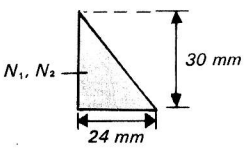


Fig. 10



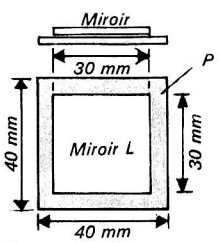


Fig. 11

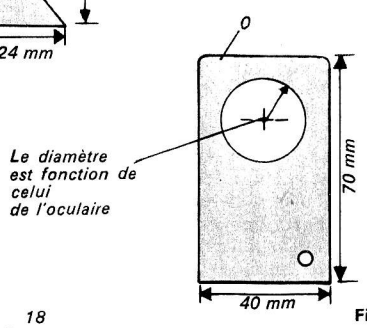


Fig. 12

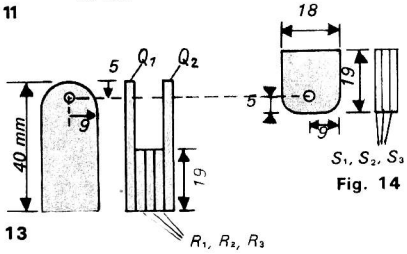


Fig. 13

Fig. 14

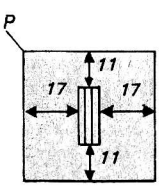


Fig. 15

Dessins L. Delplanque

melles, montrent l'image dans un cache formé de deux cercles sécants. Or, lorsque les jumelles sont adaptées à l'écartement des yeux, on ne doit voir qu'un cercle. A ce moment, tout le champ observé est stéréoscopique.

Dans notre montage, nous allons donc utiliser cet écartement variable des deux tubes optiques pour assurer la fixation des jumelles sur le support. On les resserre sur la pièce H (**figures 5 et 6**), et on peut même solidariser les deux avec la pièce K (**figure 8**). Les dimensions de H et K seront à calculer en fonction des jumelles utilisées.

Le support comporte donc 6 pièces : H, I1, I2, J1, J2 et J3 ; la position de collage du bloc formé par J1, J2 et J3 est également fonction du centre de gravité des jumelles : des essais seront nécessaires. Toutefois, il ne faudra les entreprendre qu'après exécution et mise en place du miroir réglable. Celui-ci (**figure 9**), est réalisé en découpant dans un miroir de poche, ou en tout cas dans un miroir de la plus faible épaisseur possible, un carré de 30 × 30 mm. En principe, il serait préférable d'utiliser un miroir argenté sur sa face extérieure car, ainsi, les rayons formant l'image ne seraient pas doublement réfractés (à l'entrée et à la sortie du verre) mais seulement réfléchis (**figure 10**).

Cette double réfraction produit inévitablement une aberration chromatique se traduisant par une irisation sur les bords de l'image. Nos lecteurs qui disposent encore des produits utilisés pour l'argenture du verre (*Science & Vie* n° 761, février 1981) pourront les employer avec avantage. On colle le miroir sur la pièce P (40 × 40 mm) conformément à la **figure 11**. On utilisera de préférence une colle néoprène car le trichloréthylène, et les colles qui en renferment, risquent de dissoudre le vernis qui protège le verso du miroir. On découpe les autres pièces et on les perce aux cotes indiquées **figures 12, 13 et 14,** sans oublier d'arrondir les angles comme il est indiqué sur le croquis, afin de former les deux parties de la charnière qui pivote autour d'une vis de 3 mm de diamètre munie d'un écrou. En se reportant à la **figure 9,** on collera sur M le pied formé des pièces Q1, R1, R2, R3 et Q2. Dans la pièce O, et en utilisant la technique du compas de découpe,

(suite)

on ménage un trou circulaire dont le diamètre doit être ajusté au diamètre extérieur de l'un des oculaires — de préférence celui qui ne se règle pas. Puis coller O sur M et les deux équerres N1 et N2 selon la **figure 9.** On colle ensuite aux cotes indiquées **figure 15** la partie supérieure de la charnière formée par les trois pièces S1, S2 et S3 arrondies par ponçage. Il reste ensuite à placer l'axe de 3 mm de telle sorte que l'ensemble se présente comme indiqué **figure 9.**

Cet ensemble sera enfilé à frottement serré sur l'un des oculaires, après quoi il faudra assembler le tout en tenant compte des remarques suivantes :

- En fonction du centre de gravité de l'ensemble jumelles-support du miroir, et selon la longueur de celles-ci, on déterminera la meilleure position à donner à H sur la pièce formée par J1, J2 et J3, selon le dessin de la **figure 6** ; on peut ensuite, si nécessaire, coller la pièce K qui immobilisera les jumelles sur le support. On peut ainsi limiter le porte-à-faux, ce qui par la suite facilitera le réglage.
- Le pied sera placé et collé sur le socle dans une position telle qu'on obtienne la meilleure stabilité en fonction du centre de gravité de l'ensemble.

A ce moment, notre hélioscope est terminé ; il a pour but de projeter l'image du Soleil sur le plafond, sur un mur ou sur une grande feuille de papier blanc ; quelle que soit la solution envisagée, il faut que la surface de projection soit blanc mat, genre plâtre. De plus, cet écran devra être parallèle à l'axe optique de la lunette, faute de quoi l'image du Soleil serait elliptique au lieu d'être bien ronde. Il faut, bien sûr, choisir une pièce exposée au Soleil et ouvrir la fenêtre afin d'éviter une déformation supplémentaire de l'image provoquée par la vitre.

On commence par diriger les jumelles vers le Soleil, mais sans jamais regarder celui-ci à travers l'oculaire ; répétons qu'il y a risque grave de décollement de la rétine. On procède donc par évaluation et on affine le résultat en mettant un carton blanc à 10 ou 20 cm derrière l'objectif et perpendiculairement à l'axe optique. On observe alors l'ombre portée sur le carton par l'instrument et quand cette ombre correspond à la coupe de la jumelle, on voit apparaître en même temps une tache circulaire blanche. Il ne reste plus qu'à centrer cette tache lumineuse au milieu de l'ombre portée par l'oculaire libre — celui qui n'est pas équipé du miroir — pour que le système soit pointé.

Il faut alors serrer la vis du réglage en hauteur pour immobiliser le tout dans la bonne direction, puis orienter le miroir pour projeter la tache lumineuse sur le plafond juste à la verticale du miroir. Enfin, on règle la netteté de l'image avec la couronne moletée des jumelles de façon à obtenir un disque lumineux aux bords bien tranchés.

A ce moment, on découvre de minuscules points noirs sur le disque clair : ce sont justement les taches solaires, car l'image projetée n'est autre que le Soleil très agrandi. Il existe, certes, des périodes très calmes sans aucun centre d'activité, mais elles sont rares. A ce moment, toutefois, l'image projetée apparaît claire et sans le moindre point noir. Mais la même apparence peut résulter d'un défaut de mise au point. Au cas où le disque lumineux apparaît immaculé, il est préférable de reprendre les réglages pour s'assurer qu'on est justement tombé sur une période calme. En règle générale, toutefois, on verra très nettement les taches.

On peut même les photographier, ce qui permet d'en suivre le déplacement au cours du temps. Si l'image est projetée sur un mur, un simple calque suffit à relever les positions des centres actifs dont on pourra ensuite suivre l'évolution. Notons que l'image projetée est meilleure si l'on obscurcit la pièce en ne laissant pénétrer que le rayon de Soleil qui vient frapper les jumelles. L'observation terminée, il est préférable de les enlever du Soleil afin d'éviter un échauffement exagéré des lentilles.

Notons enfin que, malgré sa simplicité, cet appareil est une bonne réplique des instruments spécialisés utilisés dans les observatoires pour l'étude du Soleil — lequel est surveillé 24 heures sur 24, les périodes d'activité ayant une nette influence sur l'atmosphère et les communications radio. Et, sans avoir les performances de l'héliostat de Kibt-Peak (150 m de long) notre montage permet déjà de très intéressantes observations.

Renaud de La TAILLE □

LA BATAILLE DES ARDENNES



► La bataille des Ardennes fut la dernière tentative effectuée par le IIIe Reich pour reprendre l'initiative sur le front de l'ouest. Elle fut déclenchée le 16 décembre 1944, sur un front large d'une centaine de kilomètres. La neige couvrait le nord du Grand Duché du Luxembourg ainsi que les Ardennes, et seul un léger cordon de troupes américaines gardait le flanc des armées alliées, plus directement préoccupées par ce qui se passait en Hollande et en France.

En fait, l'OKW *(Oberkommando der Wehrmacht)* n'espérait sans doute pas rejeter les troupes alliées à la mer. La Wehrmacht ne possédait plus un souffle suffisant pour mener à bien une tâche d'une telle importance. Pourtant, une percée réussie vers l'ouest mettrait toute l'aile gauche alliée — et plus particulièrement les Britanniques — dans une situation périlleuse. Après tout, ce qui avait si bien réussi en 1940 pouvait être réédité avec succès quatre ans plus tard. Ainsi, Adolf Hitler se trouverait placé dans une excellente position pour obtenir une paix de compromis avec les Anglo-Saxons. Après, il ne resterait plus qu'à s'occuper des Soviétiques...

Il n'est pas question de discuter ici du bien-fondé des théories politiques du *Führer* mais, plus simplement, d'apprécier les qualités et les défauts du wargame présenté sur ce thème par l'éditeur américain Avalon Hill.

Le jeu. C'est à un jeu stratégique que nous avons affaire. Il se déroule à l'échelle du régiment ou de la brigade, sur une carte extrêmement claire, présentée en deux parties, sur un fond cartonné robuste. Les pions sont d'une assez bonne lisibilité : roses pour les troupes allemandes et bleus pour les forces américaines. Deux ordres de bataille permettent de répartir toutes les unités, en fonction de leur position initiale ou de leur

Photos A. Costa

date d'apparition sur le champ de bataille. Chaque tour de jeu correspond à une demi-journée.
Un tour de jeu comprend deux phases : le mouvement puis le combat. Afin de reproduire fidèlement les conditions du combat, les unités placées dans les agglomérations doublent leur valeur défensive, et il en est de même lorsqu'elles sont attaquées par dessus une rivière. Des fortifications, doublant ou triplant la valeur défensive des pions, sont également susceptibles d'être édifiées.
En matière de mouvement, les troupes mécanisées se meuvent évidemment plus rapidement que la malheureuse infanterie et les déplacements sur route multiplient par cinq la rapidité de mouvement. Les déplacements sur terrain accidenté ne dépassent jamais une case, et les troupes mécanisées ne peuvent pénétrer en forêt, sauf lorsque ces dernières sont traversées par une route. Tout déplacement prend obligatoirement fin lorsqu'une case contenant une rivière est atteinte.
Trois pions peuvent être superposés sur chaque case dont la zone de contrôle s'étend aux six hexagones environnants. Lorsqu'une unité parvient à "contacter" l'ennemi, elle doit s'arrêter et engager le combat. Un certain nombre de règles supplémentaires sont susceptibles d'être intégrées, au gré et désirs de chacun. Elles concernent, entre autres, l'utilisation de l'aviation par les forces américaines pour des bombardements stratégiques, lorsque les conditions atmosphériques le permettent.
En revanche, les règles concernant le ravitaillement doivent obligatoirement être respectées. Elles imposent aux troupes allemandes de n'être jamais éloignées de plus de sept cases d'une route reliée "librement" — c'est-à-dire sans qu'une unité alliée exerce un contrôle sur l'une des cases concernées — au bord Est de la carte. Dans le cas contraire, les capacités de déplacement des unités isolées sont diminuées de moitié (sauf si elles sont stationnées sur une case "forteresse"), et elles sont considérées comme annihilées après six tours de jeu passés dans cette situation.
Organisation générale. En fait, nous n'avons pas affaire à un jeu compliqué, du moins dans son mécanisme. Pour le joueur manipulant les troupes allemandes, le but est simple : il doit faire passer la Meuse à vingt unités ou détruire toutes les unités américaines. Pour le joueur manipulant les troupes américaines, il suffit d'empêcher son adversaire de réunir les conditions d'une telle victoire.
Au début du jeu, les deux ordres de bataille prévoient pour les troupes américaines des emplacements précis et, pour les troupes d'assaut allemandes, des zones de



départ qui doivent être respectées. Ces prescriptions correspondent à la réalité historique mais elles démontrent clairement les faiblesses du plan allemand. Entassées dans une région accidentée et relativement pauvre en routes, les troupes allemandes attaquant sur le flanc nord sont très difficilement déployables, au point que le joueur responsable de ces troupes jugera sans doute souvent préférable de les faire glisser vers le sud dès que possible.
Contre lui, le joueur "américain" devra faire face à une terrible pénurie en effectifs. Il sera contraint de battre en retraite pour éviter la destruction de ses troupes, mais il devra également ralentir l'avance allemande jusqu'à l'arrivée de ses renforts. On assistera donc à une véritable course contre la montre entre les deux joueurs, compliquée par le fait qu'à mesure qu'elles s'allongeront, le joueur "allemand" devra prélever des unités pour la protection de ses lignes de communication.
Les conditions de combat donnent la primauté à la retraite plutôt qu'à la destruction pure et simple. Le joueur détenteur de l'armée allemande éprouvera donc des difficultés à annihiler les troupes qui lui font face, à moins de parvenir à les encercler en dehors des agglomérations transformées en forteresses. Cependant, il ne parviendra pas aisément à ses fins, du moins si son adversaire ne s'affole pas ! En effet, une ou deux erreurs de jugement suffisent à ouvrir aux troupes allemandes les routes de la Meuse, et la rapidité de progression sur route des unités mécanisées SS est très grande...
Bilan. Donc, "Battle of the Bulge" ou, en français, la "Bataille des Ardennes", est un jeu simple, à la portée des débutants. Toutefois, la richesse des développements envisageables introduit une complexité propre à prouver rapidement que la tâche du général Von Runstedt ne fut pas aisée. Les troupes allemandes pouvaient-elles passer la Meuse et s'y maintenir ensuite jusqu'au 30 décembre, date de la fin du jeu ? Le pari n'est pas impossible à tenir mais il faut aller très vite, frapper très fort et protéger ses flancs par de solides positions défensives ! D'un côté comme de l'autre, la tâche est passionnante, avec des rebondissements et des fluctuations de situation incessantes, au rythme de l'arrivée des renforts, décroissant chez les Allemands et ascendant chez les Américains.

André COSTA □

KARPOV L'INVINCIBLE

► Ainsi donc, à trente ans, Anatoly Karpov emporte le titre mondial pour la troisième fois. Et pourtant, il faut bien reconnaître que cette victoire n'a guère, encore une fois, soulevé d'enthousiasme... sauf peut-être chez les officiels de la Fédération soviétique des échecs qui se réjouissent de cette nouvelle punition infligée au "mauvais" Kortchnoy. Étrange paradoxe : jamais, de toute l'histoire des échecs, un champion n'aura autant dominé son époque et jamais champion n'aura été aussi mal aimé. Pourquoi ? Personnalité pâle de ce "bon citoyen" soviétique ? Style peu spectaculaire de cet "ordinateur" ? Peut-être. Mais certainement aussi son inégalée puissance elle-même. C'est bien connu, le public préfère les champions menacés, ceux dont les performances éblouissent parce qu'elles succèdent à de dramatiques défaillances. L'invincibilité ne fait pas les héros.

Pour combien de temps Karpov est-il encore champion du monde ? Quel Mac Enroe détrônera ce Borg ? L'espoir soviétique Kasparov ? Peut-être.

Mais le chemin est long vers le sommet. Champion du monde à 24 ans, Karpov disposait déjà, à 11 ans, de sa redoutable force tranquille. C'est à cet âge qu'il rencontrait, lors d'une simultanée, un déjà prestigieux grand-maître de 31 ans nommé... Victor Kortchnoy !

KORTCHNOY-KARPOV
URSS 1962
Partie écossaise

1. e4 e5
2. Cf3 Cç6
3. d4 e×d
4. C×d4 Cf6
5. Cç3 d6
6. Fb5 Fd7
7. 0-0 Fe7
8. Te1 0-0 **(a)**
9. Ff1 **(b)** Te8
10. h3 C×d4
11. D×d4 Fç6
12. Fe3 Dd7
13. Tad1 Ff8
14. Fg5 Fe7
15. Fç1 **(c)** a6
16. g4 h6
17. f4 Tad8
18. Fg2 Dç8
19. Dd3 b5 **(d)**
20. a3 Db7
21. Df3 Ff8
22. h4 a5
23. g5 h×g
24. h×g Ch7
25. Fh3 d5! **(e)**
26. e×d T×e1+
27. T×e1 F×d5
28. C×d5 D×d5
29. D×d5 T×d5
30. g6 Fç5+! **(f)** nulle.

a) C'est, déjà, du "Karpov" : un développement tranquille, peu ambitieux mais solide.
b) ...et voici du Kortchnoy ! Pour faire exploser la position noire, il va pousser ses pions sur l'aile-Roi où le Fou blanc va se révéler nécessaire.
c) Un scénario qu'on reverra plus tard : Kortchnoy ne sait pas comment trouver le défaut de la cuirasse.
d) Quel sang-froid de la part d'un enfant de 11 ans ! Anatoly ne craint pas l'impressionnante poussée à l'aile-Roi et poursuit tranquillement son développement à l'aile-Dame.
e) Le meilleur moyen de contrebalancer une attaque à l'aile-Roi est de réagir au centre. On sait ça dans les écoles primaires en URSS !
f) Et non 30. ...f×g ; 31. Fe6+ et 32. F×d5. Mais après le coup du texte, les blancs n'ont plus rien.

Voici un autre exemple du talent du jeune Karpov. Cette partie fut disputée en Tchécoslovaquie en 1966. La Fédération soviétique d'échecs avait reçu deux invitations pour un tournoi junior. Elle décide donc d'envoyer le jeune Anatoly, âgé de 15 ans. Surprise, quand il arrive sur place, on s'aperçoit qu'il s'agit en fait d'un tournoi de maîtres. Trop tard, on fait jouer Karpov pour "boucher le trou"... Il remportera le tournoi avec 9 victoires, 4 nulles et sans défaite !

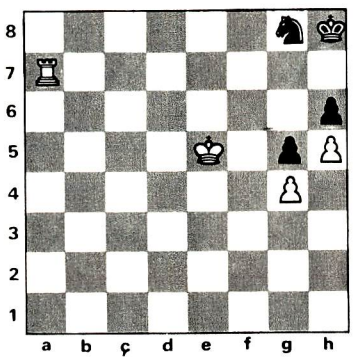
RUTKA-KARPOV
Tchécoslovaquie 1966
Partie espagnole

1. e4 e5
2. Cf3 Cç6
3. Fb5 a6
4. Fa4 Cf6
5. d3 b5
6. Fb3 Fe7
7. ç3 0-0
8. Cbd2 d6
9. Cf1 Ca5
10. Fç2 ç5
11. h3 Dç7
12. g4 Td8
13. De2 Fb7
14. Cg3 d5
15. g5 d×e **(a)**
16. d×e Cd7
17. Cf5 Ff8
18. h4 ç4
19. h5 Cç5
20. g6 Cd3+
21. F×d3 ç×d3
22. g×h+ Rh8
23. De3 Cç4 **(b)**
24. Dg5 F×e4
25. h6 f6
26. h×g+ D×g7!
27. Dh5 **(c)** Dd7
28. Dg4 **(d)** Fç5!! **(e)**
29. D×e4 d2+
30. F×d2 C×d2 **(f)**
31. C3h4 F×f2+! **(g)**, les noirs abandonnent.

a) On a souvent dit que Karpov était mal à l'aise dans les combats tranchants où une course de vitesse s'engage entre les deux camps ayant choisi des roques opposés ou un Roi au centre et un petit roque. Cette partie ne le laisse pas supposer !
b) On admirera la précision et l'efficacité de la mise en action des pièces noires.
c) Et non 27. C×g7, f×g5 ; 28. Ce6, F×f3 ; 29. C×d8, T×d8 ; 30. Th3, d2+ ; 31. F×d2, C×d2 et les noirs gagnent.
d) Menace 28. Dg8 mat et 28. D×e4.
e) Abandonne le Fou e4 pour continuer l'attaque.
f) Les blancs sont perdus. Ils tendent un dernier piège...
g) ...dans lequel Karpov ne tombe pas. (31. ...C×e4 ? ? ; 32. Cg6 mat). Maintenant si 32. Rd1 ou 32. R×f2 les noirs prennent la Dame avec échec et après 32. Re2 ils gagnent sans problème : 32. ...F×h4 ; 33. D×h4, Dd3+, etc.

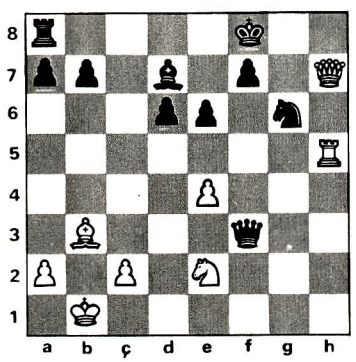
Exercice n° 94

Déjà la "force tranquille". Anatoly, à 10 ans, trouve le coup des blancs qui force immédiatement l'abandon des noirs.



Exercice n° 95.

Un joli coup de Karpov (17 ans) : les blancs jouent et gagnent du matériel.



Solution de l'exercice n° 92

Encore une fois votre impétueux chroniqueur s'est laissé emporter par son élan et a annoncé un mat en deux coup alors qu'un coup désespéré le retardait d'un coup supplémentaire. La solution qu'il avait envisagée, 1. Dh6 menace 2. Dxg7 mat et si 1. ...gxh6, 2. Cxh6 mat, étant insuffisante à cause de 1... Df6 ou 1. ...De5 qui paraît, pour un temps du moins, les deux menaces. Évidemment, après 2. FxD le mat au coup suivant était inévitable.

Solution de l'exercice n° 93

1. Fe5 menace 2. F × ç3, Dame joue (par exemple D × ç2) ; 2. Dh6, g × h6 (sinon 3. D × g7 mat) ; 3. C × h6 mat.

Alain LEDOUX □

Dessins L. Delplanque

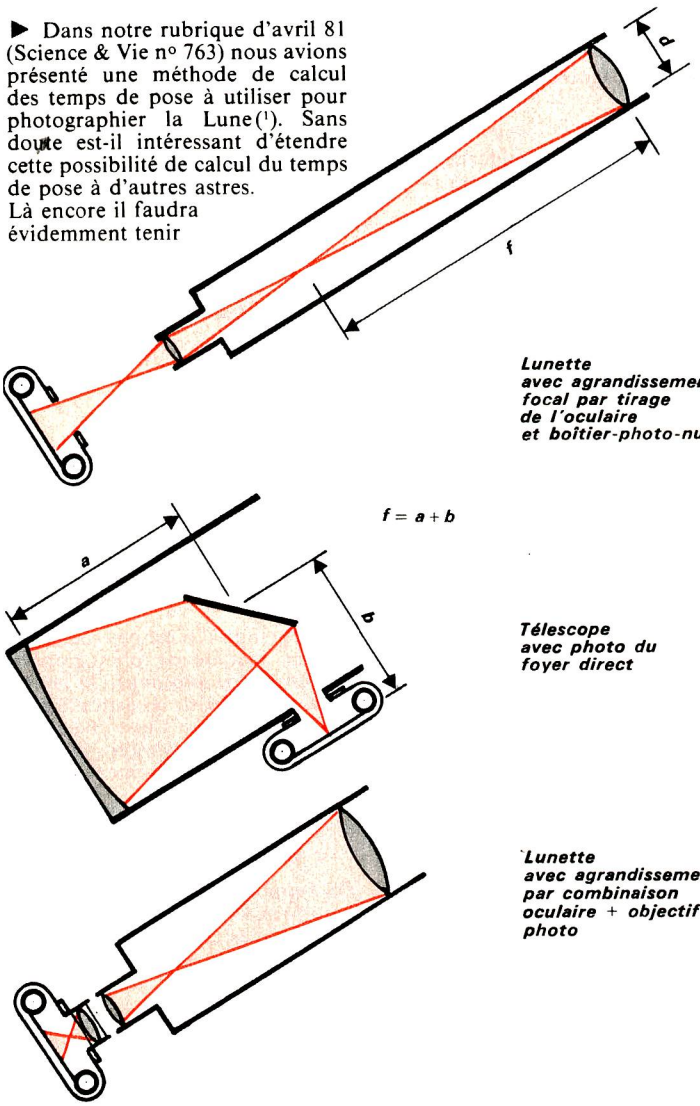
LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

TEMPS DE POSE EN PHOTO ASTRONOMIQUE

► Dans notre rubrique d'avril 81 (Science & Vie n° 763) nous avions présenté une méthode de calcul des temps de pose à utiliser pour photographier la Lune(1). Sans doute est-il intéressant d'étendre cette possibilité de calcul du temps de pose à d'autres astres. Là encore il faudra évidemment tenir compte de l'ouverture relative (rapport f/d) de l'objectif utilisé (lentille de lunette ou miroir de télescope) et de la sensibilité de l'émulsion photographique retenue. Le temps de pose sera inversement proportionnel à cette sensibilité, et proportionnel au carré de la luminosité optique (f/d). Le temps de pose lui-même se déterminera en applicant un coefficient, déterminé empiriquement pour chaque type d'astre.

Cette fois-ci nous ne ferons pas intervenir la date de la prise de vue, qui ne joue pratiquement aucun rôle pour les astres autres que la Lune. Et dans le cas de celle-ci nous simplifierons le problème en entrant un coefficient variable selon la phase, celle-ci étant donnée par les annuaires astronomiques ou les almanachs, ou déterminée visuellement avant la prise de vue.

Notons que la formule ci-après peut aussi s'appliquer aux photographies d'un paysage terrestre en plein jour...



Lunette avec agrandissement focal par tirage de l'oculaire et boîtier-photo-nu.

Télescope avec photo du foyer direct

Lunette avec agrandissement par combinaison oculaire + objectif photo

(1) Signalons à ce propos que dans cette rubrique intitulée « Pour photographier la Lune », de nombreux lecteurs ont remarqué que la formule principale du temps d'exposition ne devait pas être élevée au carré. Il fallait donc lire : $\left(\frac{125}{S}\right)$.

LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

(suite)

Formulation

1. $T_s = (f/d)^2 . (1/B.S)$ avec

f : distance focale de l'objectif (en cm).

d : diamètre de l'objectif (en cm).

B : constante de luminosité pour l'astre considéré (voir tableau ci-dessous).

VALEURS DU COEFFICIENT DE BRILLANCE "B"	
Disque solaire	10^7
Couronne solaire externe (éclipse)	1
Couronne solaire interne (éclipse)	50
Ciel d'éclipse	0.01
Ciel bleu	1000
Paysage ensoleillé	250
Paysage par soleil voilé	60 à 120
Paysage sous ciel couvert	30 à 60
Fin croisant lunaire	10
Croissant de lune	20
PQ	40
Lune gibbeuse	80
PL	200
Lumière cendrée de lune	0.01
Éclipse par la pénombre	0.05
Lune éclipsée (totalité)	0.005
Mercure	60
Vénus	2000
Jupiter	30
Mars	60
Saturne	10
Nébuleuse d'Orion	0.001
Autres nébuleuses	10^{-4}
Galaxie d'Andromède (partie centrale)	10^{-5}

S : sensibilité du film (exprimée en unités ASA).

Le temps de pose est donné en secondes.

Notons que lorsque l'on ne photographie pas directment au foyer de l'instrument mais après amplification focale, il convient évidemment de donner à "f" la valeur de la focale résultante. On a alors :

$f = f_p . G$ (à calculer manuellement avant d'entrer la valeur de "f").

f_p : focale primaire de l'objectif.

G = (distance oculaire-film/focale oculaire) − 1, dans le cas d'une amplification par oculaire.

G = focale appareil photo/focale oculaire, dans le cas d'un appareil muni de son objectif placé derrière l'oculaire.

G = 2 dans le cas de l'utilisation d'une lentille de Barlow (oculaire divergent).

Pour une "traduction" facile du temps de pose sur l'échelle standard des boitiers photographiques rappelons que :

0.50	= 1/2 s
0.25	= 1/4
0.12	= 1/8
0.067	= 1/15
0.033	= 1/30
0.017	= 1/60
0.008	= 1/125
0.004	= 1/250
0.002	= 1/500
0.001	= 1/1 000

Pour les valeurs intermédiaires, il faudra arrondir celui des chiffres ci-dessus le plus proche.

2. Détermination du temps de pose limite $T_c = \frac{70}{f}$.

Bien entendu il n'est pas souhaitable, en matière de photographie des astres, de prolonger le temps de pose, sauf pour les astres faiblement lumineux si l'instrument est installé sur une monture équatoriale qui suit le mouvement diurne.

Sinon, ce dernier entraîne rapidement un déplacement sur la pellicule qui crée un "flou de bougé".

On supposera également que l'appareil reste stable pendant la pose et qu'il n'est pas agité de vibrations parasites, dues au vent par exemple.

C'est pourquoi nous incluons dans le programme un test automatique: si le manque de luminosité de l'objectif, le faible éclat de l'astre choisi ou la trop faible sensibilité de l'émulsion, entraînent un temps de pose trop grand compte tenu du mouvement apparent des astres, la calculatrice affiche 0, ce qui doit être interprété comme une impossibilité : à vous d'agir alors en conséquence... Nous avons retenu comme limite extrême acceptable pour le "bougé" un déplacement de 5/100 de mm sur la pellicule.

3. Détermination du diamètre apparent d'un astre présentant une certaine surface :

$D = 0.4845\ 10^{-4} f . l$

avec "l" = largeur apparente en secondes (tableau ci-dessous).

DIAMÈTRES APPARENTS	
Mercure	*5 à 13 secondes d'arc*
Vénus	*10 à 66 secondes d'arc*
Mars	*4 à 25 secondes d'arc*
Jupiter	*31 à 50 secondes d'arc*
Saturne	*15 à 21 secondes d'arc*
Soleil	*1890 à 1950 secondes d'arc (aphélie et périphélie - début juillet et début janvier)*
Lune	*1760 à 2010 secondes d'arc (apogée, périgée suivant le cycle de la lunaison)*

Enfin, le programme donne, pour la Lune, le Soleil et les planètes, le diamètre apparent de l'astre sur la pellicule. Si celui-ci est inférieur à 0,2 mm vous avez tout intérêt à accroître la focale, à l'aide d'un des dispositifs d'agrandissement signalés ci-dessus.

Applications

1. Observation de Jupiter en opposition (diamètre apparent 50") à l'aide d'une lunette de 60 mm d'ouverture, focale 120 cm. Photographie au foyer direct. Sensibilité d'émulsion : 400 ASA.

$T_s = (120/6)^2 . \frac{1}{30\,(400)}$

= 0.333, soit environ 1/4 de seconde.

Comme $T_l = 70/120 = 0.58$,

on a $T_l > T_s$, donc photo possible.

$D = 0.4845\ 10^{-4} \times 120 \times 50$
$= 0.291$, soit 3/10 mm.

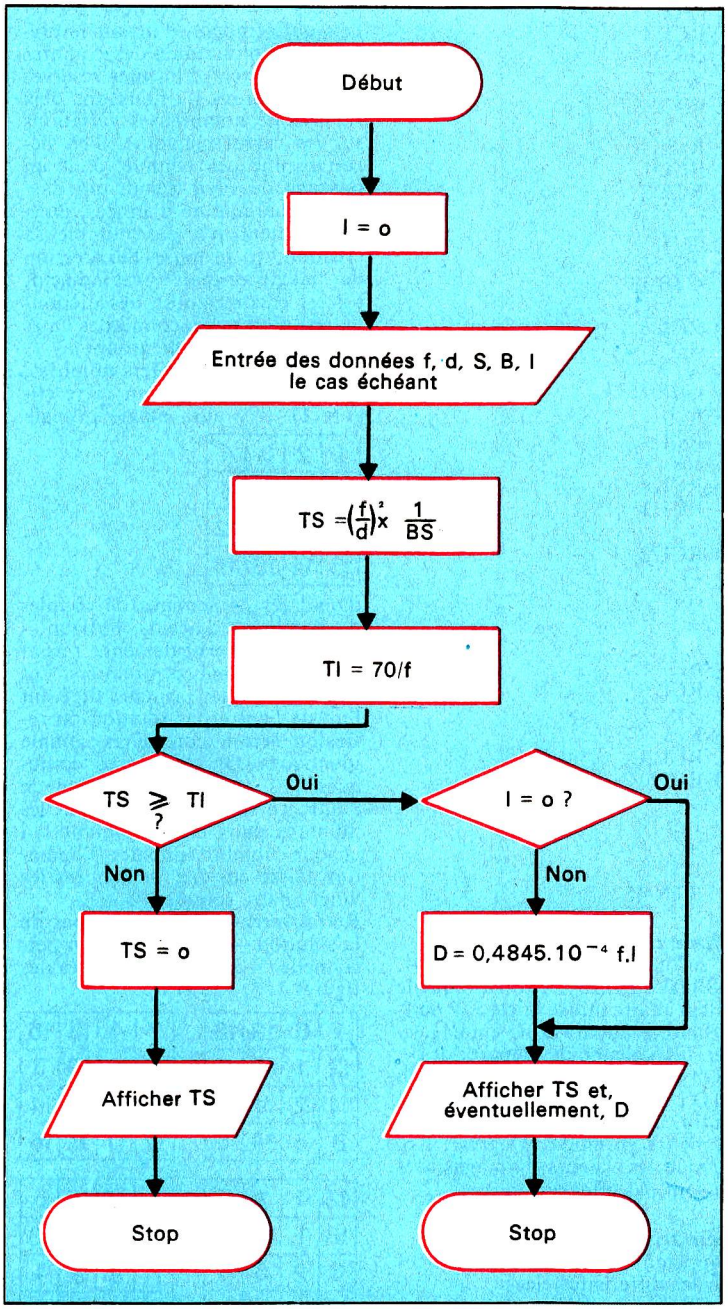
Si c'est une diapositive, l'image projetée sur un écran de 1 mètre aura 1 cm de diamètre.

2. Observation de la Lune au périgée (diamètre apparent 2010") avec un télescope de 15 cm d'ouverture et 150 cm de focale, le boîtier photo sans objectif étant placé à 8 cm derrière un oculaire de 20 mm ($G = \frac{8}{2} - 1 = 3$).

Phase : PL. Émulsion : 100 ASA.

$T_s = \left(\frac{150\,(3)}{15}\right)^2 \times \frac{1}{200\,(100)}$

= 900/20 000 = 0.045,
soit entre 1/15 et 1/30 s.



Organigramme

$D = 0.4845\ 10^{-4} \times 450 \times 2010 = 43.8$ mm.
La Lune débordera donc du champ d'un format 24 × 36.
$T_I = 70/450 = 0.155$.
$T_I > T_s$, donc la photo est possible.

3. Photographie de Mars avec une petite lunette de 4 cm de diamètre (f = 80 cm) et utilisation d'une lentille de Barlow (G = 2). Émulsion : grain fin de 50 ASA. Diamètre apparent : 10".

$$T_s = \left(\frac{80(2)}{4}\right)^2 \times \frac{1}{30\,(50)}$$

$= 1600/1500 = 1.07$, soit 1 seconde
Or $T_I = 70/160 = 0.44$.
Soit $T_I < T_s$, temps de pose trop long.
$D = 0.4845\ 10^{-4} \times 160 \times 10 = 0.077$ mm.
$D < 0.1$ mm, image trop petite.
Cet instrument est inadapté à la photo de Mars.

4. Photo en plein soleil d'un paysage, au foyer d'un télescope de 115 mm d'ouverture et 120 cm de focale, l'instrument étant utilisé comme télé-objectif. Émulsion : 64 ASA.

$$T_s = \left(\frac{1\,200}{115}\right)^2 \times \frac{1}{250\,(64)}$$

$= 0.008 = 1/125$ s.

Solution du numéro précédent
"Test de visibilité de la navette spatiale et autres satellites"

Programme pour TI-58, 59.

```
000 LBL A
    STO 01
    R/S
    LBL B
    STO 02
    R/S
010 LBL C
    STO 03
    R/S
    LBL D
    STO 04
    R/S
020 LBL E
    6
    3
    7
    8
    STO 00
    DEG
    FIX 1
031 INV SBR
    LBL D'
    (
    1
    +
    RCL 03
    ÷
040 RCL 00
    )
    1/x
    INV SBR
    LBL A'
    E
    RCL 01
```

(suite)

```
050 —
    RCL 02
    +
    x⇌t
    0
    =
    cos
    —
    D'
060 =
    ÷
    x⇌t
    sin
    =
    INV tan
    R/S
    LBL B'
070 E
    RCL 04
    cos
    ÷
    (
    RCL 04
    +
    RCL 01
081 —
    RCL 02
    )
    cos
    —
    1
    =
    ×
090 RCL 00
    =
    R/S
    LBL C'
    E
    D'
    ×
    RCL 04
101 cos
    =
    INV cos
    +/−
    +
    RCL 04
    +
110 RCL 01
    =
113 R/S
```

Mode d'emploi

De façon générale, il faut appuyer sur A', B', ou C' suivant que l'on veut réaliser les calculs pour la clé 1, 2 ou 3. Il faudra, auparavant, emmagasiner les valeurs nécessaires : φ en A, i en B, H en C et α en D.

Programme pour HP-33

```
01 GTO 13
   GTO 25
   RCL 4
   RCL 1
   +
   GSB 39
   RCL 4
   cos
   ×
10 cos⁻¹
   —
   R/S
   RCL 1
   RCL 2
   —
   STO 5
   cos
   GSB 39
   —
20 RCL 5
   sin
   ÷
   tan⁻¹
   R/S
   RCL 4
   cos
   RCL 4
   RCL 1
   +
30 RCL 2
   —
   cos
   ÷
   1
   —
   RCL 0
   ×
   R/S
   RCL 3
40 RCL 0
   ÷
   1
   +
   1/x
   RTN 45
```

Mode d'emploi

Il suffit d'appuyer sur GSB 01, GSB 02 ou GSB 03, suivant que le calcul à faire utilise la clé 1, 2 ou 3. Il faudra, auparavant, emmagasiner les valeurs de départ : R = 6378 en STO 0 ; φ en STO 1 ; i en STO 2 ; H en STO 3 et α en STO 4. Enfin, il ne faudra pas oublier de se mettre en mode "Degrés". Noter que les valeurs emmagasinées ne sont pas effacées.

Remarque

Rappelons les données utilisées par les différentes clés :

- Clé 1 : i, φ et H
- Clé 2 : i, φ et α
- Clé 3 : H, φ et α

Dans tous les cas, les résultats seront obtenus en degrés décimaux.

Pierre KOHLER
Programmation
Daniel FERRO □

MAGIE PRIMALE

▶ Les nombres premiers, ces rebels qui rompent, d'un art imprévisible, la monotonie des nombres entiers, portent d'infinies réserves de fascination. Ils nous ont déjà suggéré de nombreuses variations sur les carrés magiques. J'en découvre une peu connue, dans un ouvrage de Fred Schuh qui date d'une quarantaine d'années. Puisque l'auteur n'a pas nommé sa création, je propose l'expression de "magie primale" (cet adjectif, s'il est encore ignoré des dictionnaires, n'est pas inconnu des amateurs de thérapies de groupe).

Partons des 16 premiers nombres, sur les seize cases d'un carré **(figure 1)**. Il y aura magie primale

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

1

quand les 24 sommes de couples de nombres adjacents, horizontalement ou verticalement, seront toutes des nombres premiers. Les carrés magiques primaux dérivant l'un de l'autre par rotation ou réflexion seront considérés comme identiques. On appellera "conjugués" les carrés dérivant l'un de l'autre en soustrayant 1 à tous les nombres pairs et en ajoutant 1 à chaque nombre impair : l'opération laisse en effet inchangées les vingt-quatre sommes.

Retrouverez-vous les principes de la solution — ou une solution personnelle — à la vue des carrés des **figures 2, 3, 4, 5 et 6** ?

7	6	13	16
12	1	10	3
11	2	9	4
8	5	14	15

2

7	4	13	16
6	1	10	3
5	2	9	14
12	11	8	15

3

13	4	7	6
16	1	12	11
3	2	5	8
10	9	14	15

4

1	16	7	6
2	3	10	13
11	8	9	4
12	5	14	15

5

7	12	1	16
6	11	2	3
5	8	9	10
14	15	4	13

6

La dimension 5 × 5 requiert la présence de 40 sommes premières. Cela livre, comme on peut s'y attendre, un grand nombre de solutions. La **figure 7** en est une. Que

23	8	11	18	1
14	5	12	19	22
17	24	7	4	15
6	13	10	9	2
25	16	3	20	21

7

trouverez-vous personnellement ? Sur ces bases, les habitués de cette rubrique se posent sans doute déjà toutes les questions systématiques possibles sur les limites de ces nouveaux carrés et leurs relations avec les carrés magiques déjà connus :

- un carré primal peut-il être torique : les sommes des extrémités des lignes et des colonnes peuvent-elles être aussi premières, comme si le carré était refermé sur lui-même ? (la question ne se pose bien sûr pas pour les dimensions impaires) ;
- est-il plus facile ou plus difficile de faire apparaître des sommes premières sur les couples adjacents en diagonale ?
- que se passe-t-il à la dimension 3 × 3 ?
- un carré peut-il être primal et magique ? (même somme sur les lignes, les colonnes et les diagonales) ;
- un carré peut-il être primal et enchanté ? (même somme sur tous les carrés de quatre nombres) ;
- un parcours de cavalier peut-il être primal ?
- peut-on envisager une tri-primalité, où toutes les suites de 3 nombres consécutifs, horizontalement et verticalement, seraient premières ?

Restons dans la magie des nombres premiers avec un résultat étonnant de Serge Brasse : un carré magique composé de 144 premiers consécutifs. Le nombre 2 est bien sûr exclu, puisqu'il introduirait une trop grande injustice entre les alignements qui le contiennent et ceux qui ne le contiennent pas. La somme magique est 4514 **(figure 8)**. Le seul carré de ce genre publié figure dans un ouvrage de Martin Gardner, *Les Distracts 5*.

Terminons sur une réalisation de Aimé Lair : un carré magique à chevrons. La magie est classique,

331	359	353	647	389	349	449	311	409	307	293	317
641	83	211	89	631	79	739	709	617	53	43	619
587	227	103	97	193	107	281	727	607	139	757	719
109	653	499	197	113	223	157	479	173	761	587	563
467	379	521	383	241	367	601	263	269	167	599	257
797	823	821	809	811	1	37	29	313	31	23	19
3	11	7	5	13	827	751	769	773	419	149	787
251	491	373	487	461	229	283	463	137	439	457	443
299	191	73	541	347	509	593	569	577	571	163	181
691	101	643	239	701	661	151	131	179	613	277	127
71	673	677	683	67	659	41	47	59	743	733	61
397	523	233	337	547	503	431	17	401	271	433	421

8

1	144	34	33	32	105	38	108	114	115	29	117
2	143	111	112	113	40	107	37	31	30	28	116
3	142	41	104	62	61	81	85	59	87	27	118
10	135	42	103	83	84	64	60	58	86	26	119
11	134	47	98	65	70	76	79	57	88	36	109
12	133	48	97	75	80	66	69	82	63	106	39
141	4	102	43	72	67	77	74	89	56	110	35
120	5	101	44	78	73	71	68	90	55	120	25
139	6	99	45	49	52	92	54	95	94	121	24
138	7	100	46	96	93	53	91	50	51	122	23
136	8	13	14	19	20	24	22	130	129	128	127
137	9	132	131	126	125	121	123	15	16	17	18

9

mais chaque chevron peut tourner sur l'axe figuré sans mettre en péril la magie de l'ensemble. Le carré original d'Aimé Lair fait 20 × 20. Il a été réduit à 12 × 12 par des soustractions systématiques, comme le permet la méthode de construction, que vous découvrirez certainement aisément **(figure 9)**.

Pierre BERLOQUIN □

JOUONS AVEC LES ULTRASONS (II) : LE RÉCEPTEUR

► Nous continuerons cette fois encore de "jouer" avec les ultrasons. En abordant le montage de l'émetteur, le mois précédent (*Science & Vie* n° 771), nous avons vu que les ultrasons se comportaient exactement comme les rayons lumineux, pour ce qui était de la réflexion, des mirages, etc.

Ce mois-ci, nous poursuivrons notre prospection dans ce domaine en cherchant à réaliser les interférences.

Mais, auparavant, il nous faut concevoir ce qui ici sera notre œil : le récepteur. Ainsi, nous pourrons réaliser l'ensemble des expériences que nous vous avons proposé au cours de ces deux rubriques. Si toutefois elles ne suffisaient pas à vous contenter, libre à vous bien entendu d'en imaginer d'autres...

Le récepteur. Tout comme l'émetteur, sa conception reste extrêmement simple et il ne comporte, quant à lui, aucun réglage, ce qui simplifiera l'étalonnage de l'ensemble.

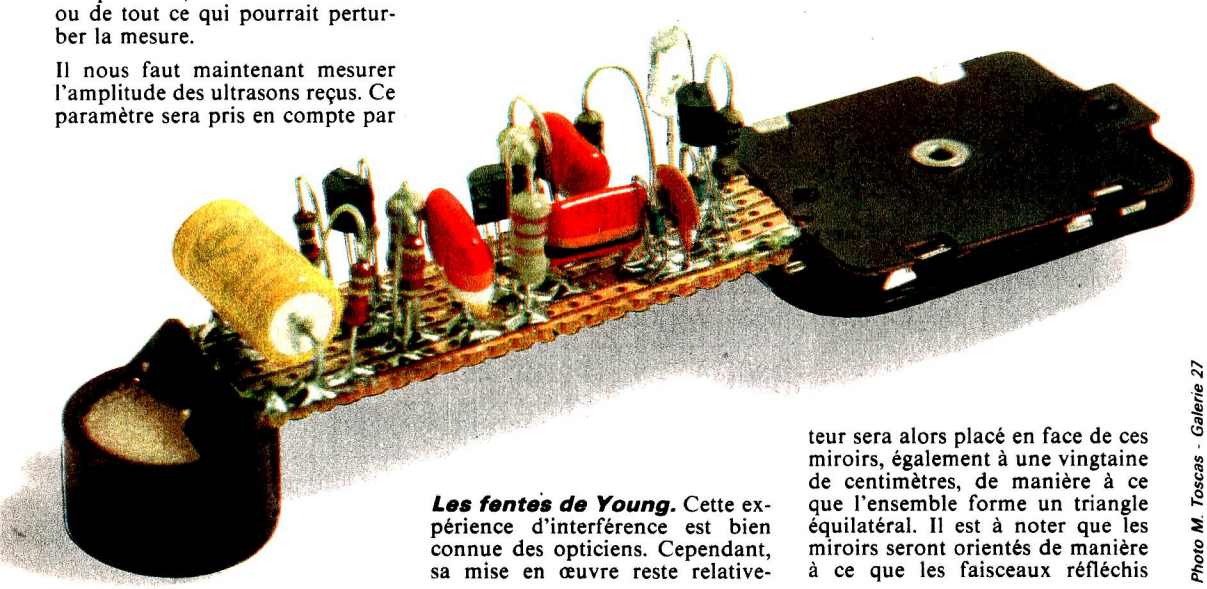
Nous utiliserons une seconde cellule ultrasons, en tant que micro.

Le signal électrique issu de celle-ci sera amplifié par les transistors T1 et T2. Les condensateurs C1 et C3 placés dans leur circuit d'émetteur, permettent de constituer un filtre dont le but est d'atténuer l'effet des parasites, des bruits ambiants ou de tout ce qui pourrait perturber la mesure.

Il nous faut maintenant mesurer l'amplitude des ultrasons reçus. Ce paramètre sera pris en compte par l'ensemble D1, D2, C4, C5. Il s'agit en effet d'un détecteur de niveau. Il suffit à présent d'allumer une DEL (diode électroluminescente) dès que celui-ci est jugé satisfaisant. Ce rôle est assuré par le transistor T3.

Réglage de l'émetteur. Afin d'éviter des phénomènes de réflexion parasite sur les murs de la pièce dans laquelle vous opérez, nous avons limité la portée de l'ensemble à environ 2 m. Une portée de 1,50 m reste cependant suffisante pour réaliser toutes nos manipulations, mais il se peut que pour l'obtenir vous soyiez dans l'obligation d'ajuster le potentiomètre de l'émetteur. Pour cela, il vous suffit de placer l'ensemble émetteur-récepteur en vis-à-vis et à une vingtaine de centimètres l'un de l'autre. La DEL doit alors s'allumer, signalant la présence d'ultrasons. Il suffit alors de reculer le récepteur jusqu'à ce que la DEL s'éteigne.

Si la distance est inférieure à 1,50 m, on agira sur le potentiomètre de l'émetteur jusqu'à le rallumer. On répétera alors l'opération en reculant progressivement et de plus en plus le récepteur. Une fois la position idéale du potentiomètre trouvée, il suffira de le bloquer à l'aide d'une goutte de colle ou de vernis.



Les fentes de Young. Cette expérience d'interférence est bien connue des opticiens. Cependant, sa mise en œuvre reste relativement complexe. En effet, il faut disposer d'une source lumineuse monochromatique et, surtout, de deux fentes d'une extrême finesse qui soient très rapprochées l'une de l'autre.

Avec les ultrasons tout se simplifie, car grâce à leur longueur d'onde élevée, les dimensions et l'espacement de nos fentes deviendront tout à fait raisonnables. Il deviendra possible de les réaliser, tout comme les miroirs étudiés dans notre précédente rubrique, avec une feuille de bristol ou de papier fort, comme l'indique le modèle ci-contre. Pour cette manipulation nous placerons les fentes ainsi obtenues devant l'émetteur à une vingtaine de centimètres de celui-ci. En déplaçant le récepteur transversalement devant les fentes, à environ 50 cm, nous observerons des zones où l'amplitude des ultrasons sera nulle (pas de détection), cette amplitude correspondant aux franges d'interférence noires dans un système optique.

Interférence de deux sources espacées. Ici nous allons virtuellement doubler notre émetteur. Pour ce faire, nous utiliserons les deux miroirs précédemment réalisés. Nous les placerons l'un à côté de l'autre espacés cependant d'une vingtaine de centimètres. L'émetteur sera alors placé en face de ces miroirs, également à une vingtaine de centimètres, de manière à ce que l'ensemble forme un triangle équilatéral. Il est à noter que les miroirs seront orientés de manière à ce que les faisceaux réfléchis

Photo M. Toscas - Galerie 27

Implantation des composants

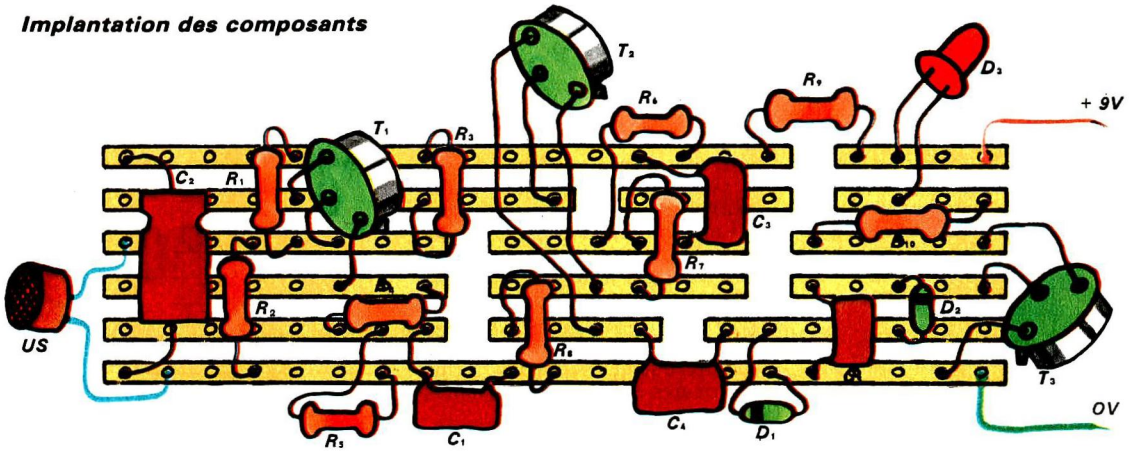
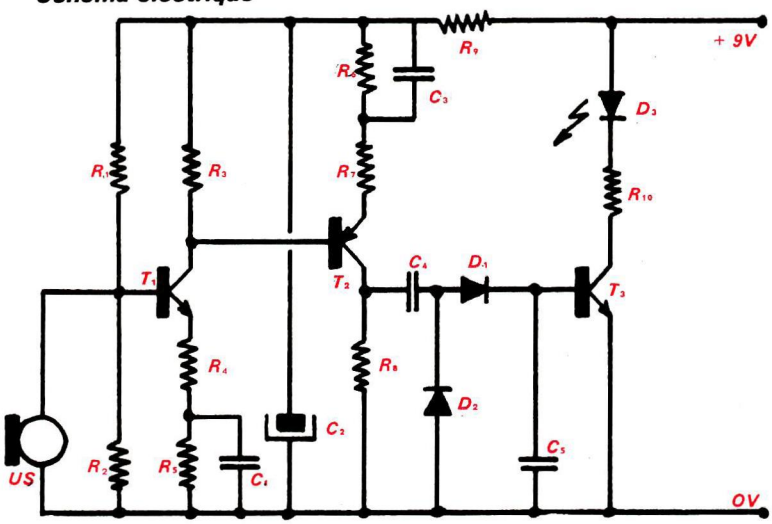
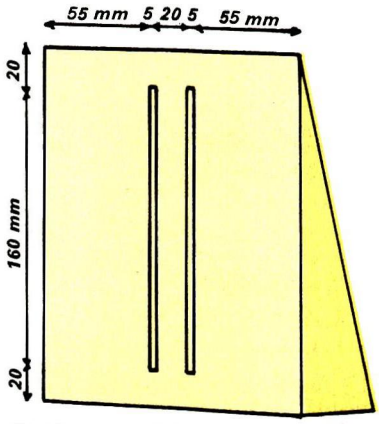


Schéma électrique



convergent en un point situé à l'arrière de l'émetteur. En déplaçant le récepteur transversalement, à une cinquantaine de centimètre en avant des miroirs, on observera également des franges d'interférence, comme avec les fentes de Young. Et, plus les miroirs seront espacés l'un de l'autre, plus les franges se rapprocheront les unes des autres. Ceci est parfaitement normal.

En effet, par triangulation, plus les sources virtuelles sont espacées, plus le chemin à faire, pour passer un décalage de phase correspondant à une longueur d'onde, est court.



Modèle pour la réalisation des fentes de Young

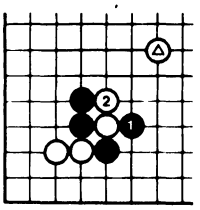
Nomenclature

R_1 = 330 KΩ (orange-orange-jaune)
R_2 = 220 KΩ (rouge-rouge-jaune)
R_3 = 47 kΩ (jaune-violet-orange)
R_4 = 1 KΩ (brun-noir-rouge)
R_5 = 47 KΩ (jaune-violet-orange)
R_6 = 10 KΩ (brun-noir-orange)
R_7 = 1 KΩ (brun-noir-rouge)
R_8 = 22 KΩ (rouge-rouge-orange)
R_9 = 100 Ω (brun-noir-brun)
R_{10} = 100 Ω (brun-noir-brun)
C_1 = 22 nF
C_3 = 22 NF
C_4 = 22 nF
C_5 = 1 nF
C_2 = 22 µF 10-12 V
US = cellule ultrason
T_1 = 2N 3904 ou BC 109
T_2 = 2N 3905
T_3 = 2N 3904 ou BC 109
D_1 = 1N 914 ou 1N 4148
D_2 = 1N 914 ou 1N 4148
D_3 = DEL

Henri-Pierre PENEL
et Olivier GUTRON □

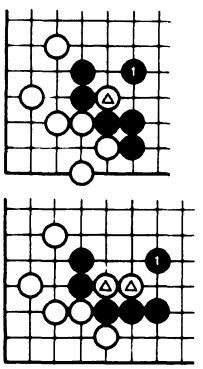
LA CAPTURE DES PIERRES (II) : PRISE DES PIERRES DE COUPE

► Nous avons montré dans la rubrique précédente ce qu'était le *Shicho*, ou escalier. En particulier, son parcours est susceptible de traverser tout le terrain et il dépend de la présence, ou non, de pierres sur ce trajet hypothétique. On ne joue donc pas un *Shicho*, on le lit.
Le *Shicho* ne "marche" pas quand une pierre adverse se trouve en position de le briser (figure 1). Or



1. Vérifier que le Shicho ne marche pas à cause de la présence de ⊙.

cette possibilité de briser le *Shicho* est permanente et il est, dans la plupart des cas, assez urgent d'éliminer le danger en capturant carrément la pierre prise en *Shicho*.
L'autre forme classique de capture de pierres de coupe est le *Geta*. *Geta*, c'est le sabot traditionnel. On pourrait traduire cela par le filet ou la nasse. Les figures 2 et 3

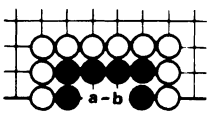


2. et 3. Après 1, les pierres sont prises en Geta. Vérifier que le blocus marche dans tous les cas.

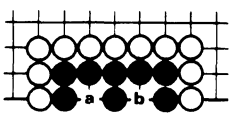
montrent ce dont il s'agit : bloquer les deux directions de sortie des pierres de coupe.

La capture par encerclement.

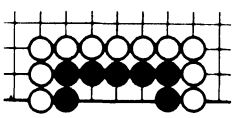
Il s'agit en fait d'une tout autre question. Nous ne parlerons pas ici de l'encerclement des pierres, qui consiste à en supprimer les dernières libertés, mais de l'encerclement en grand, c'est-à-dire de la possibilité d'empêcher à la fois la fuite et la formation des deux yeux. Quand il n'y a pas de portes de sortie, un groupe doit essayer de vivre sur place. Les éléments nécessaires à cette vie sont : un espace suffisant, pour que le groupe puisse contrôler un espace intérieur, et la forme de cet espace intérieur. Nous avons montré dans une précédente rubrique (*Science & Vie* n° 768), pourquoi il faut deux yeux pour qu'un groupe soit vivant, en indiquant que la formation des deux yeux n'est pas obligatoire, mais juste possible, c'est-à-dire telle que l'adversaire ne puisse pas s'y opposer. La série des figures que nous proposons montre quelques-unes des formes intérieures élémentaires "vivantes" et "mortes".
Les figures 4 et 5 donnent la forme de base. Sur les figures 6, 7 et 8 on verra exposer la forme en 3 (en ligne). Dans ce cas le 1 est le point vital de la forme en 3 dont l'occupation permet, ou interdit, la formation des deux yeux — ce sera pareil pour la forme en 3 en triangle.



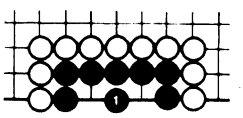
4. Le blanc peut jouer en a puis en b. Le noir est mort. Un seul œil.



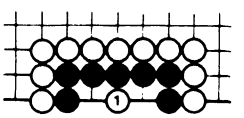
5. Le blanc ne peut jouer ni en A ni en B. Le noir est vivant. Deux yeux.



6. La position initiale. Le noir est-il mort ou vivant ? Cela dépend de qui joue.

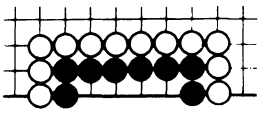


7. Le noir vit.

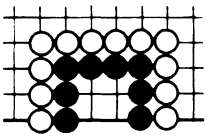


8. Le blanc tue.

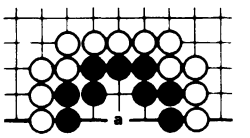
La forme en 4 (4 espaces intérieurs) apparaît figure 9, la forme en T figure 11, en L figure 12 et en Z figure 13.



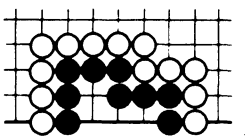
9. Noir est déjà vivant. 4 en ligne.



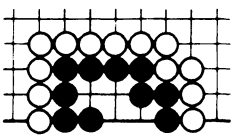
10. Noir est déjà mort. 4 en carré.



11. Tout dépend de qui joue en a.

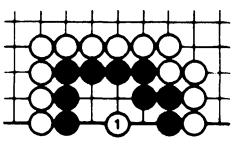


12. Noir est déjà vivant.

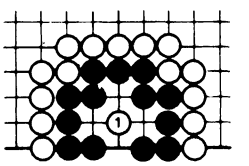


13. Noir est déjà vivant.

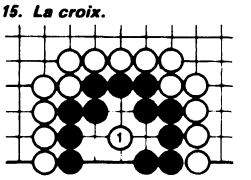
Les formes en 5 et 6 "tuables" apparaissent figures 14, 15 et 16. Ce sont la forme en **L**, la croix et le lapin.



14. Forme en L.



15. La croix.

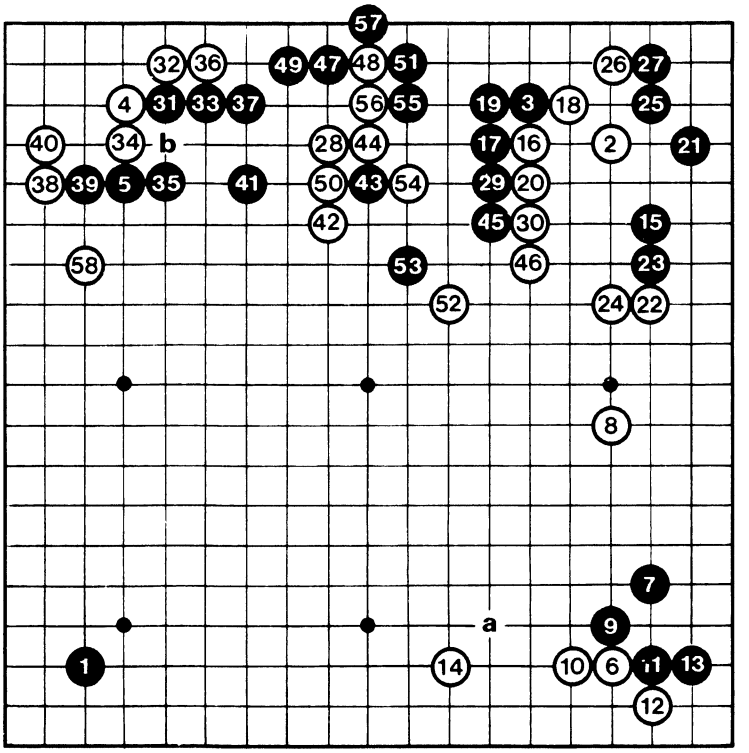


16. Le lapin.

Pierre AROUTCHEFF

DE LA SANCTION D'UN COUP DOUTEUX

Date : *25/10/81*
Blancs : *P. Aroutcheff*
Noirs : *P. Zemb*
Handicap : *5 points 1/2*
Coups : *1 à 58*



► Il ne m'arrive pas souvent de commenter mes parties. Mais, pour une fois, j'ai cru comprendre à peu près ce que je fabriquais d'un bout à l'autre, et cette apparence de transparence m'encourage. Patrick Zemb ne joue jamais des parties indifférentes. Son style est très personnel et cela se remarque dès les premiers coups.

Il approche immédiatement, avec 3, le *Hoshi* blanc et c'est déjà caractéristique. En général, on se contente d'occuper un coin vide, mais le noir renouvelle le défi avec 5 et 7. D'un point de vue théorique, mais c'est sans doute trop abstrait, on peut dire que le blanc a pu choisir 3 fois le meilleur emplacement dans un coin, le noir arrivant chaque fois en deuxième position. De même le blanc se trouve en position de déclencher les hostilités là où il le souhaite ; il a ainsi l'initiative, mais cela ne suffit sans doute pas pour porter un jugement négatif sur les premiers coups de noir.

A la prise en tenaille en 8, le noir répond par une stabilisation rapide (9-13). Le choix entre 14 et "a" est, de ma part, plus affaire d'intuition, voire de goût, que de stratégie. Les deux sont possibles.

Comment on réfléchit. Continuant sur le mode agressif, le noir attaque le *Hoshi* du coin NE. 21 me semble un coup démesuré : le noir joue des deux côtés, mais c'est l'occasion pour le blanc d'exercer une pression et de se renforcer naturellement. Plus en détail : jusque-là, je suis assez satisfait de la tournure de la partie ; j'ai l'impression de n'avoir cédé sur rien, de n'avoir pas répondu passivement et d'avoir déjà plus ou moins pris l'initiative, mais c'est plutôt une sensation et l'équilibre n'est sans doute pas rompu. Si c'est un début de partie qui me plaît bien, mon adversaire se sent peut-être lui aussi à l'aise.

En revanche, le coup 21 me donne une occasion de prendre la direction des opérations. C'est un tournant dangereux. Jouer agressivement est une manière, en général illégitime, de vouloir forcer le destin. Analyser un coup de l'adversaire comme une faute oblige à une certaine agressivité, parce qu'il faut "sanctionner". La difficulté est d'apprécier la faute, sa gravité, et les moyens et les mécanismes qui la feront fonctionner comme faute.

Le blanc fait pression sur un groupe noir avant d'attaquer l'autre. En fait le noir paie tout de suite, y compris psychologiquement : 22 est le point vital de la formation 15-21, et l'échange 23-24, qui n'est peut-être pas indispensable, n'est pas satisfaisant du tout pour le noir. De même, le coup 29 est purement défensif et pousse le blanc à se connecter, ce qui lui est une obligation fort agréable.

La pierre 28 et son développement sera le poison qui affaiblira le noir. Elle coupe le bord en 2 : c'est la conséquence de 21. De tous les coups blancs de ce début de partie, un, en tous cas, est discutable : la poussée sur la deuxième ligne, en 36. Couper immédiatement en "b" pour utiliser la pierre 28 au maximum, ou jouer directement 38, seraient deux suites plausibles. Or 36 renforce le noir inutilement. Mais le noir est encore dans les problèmes et protège sa faiblesse en 41. Le *Tobi* (sortie par saut), en 42, garde les deux positions noires séparées et faibles. 44 est assez méchant : le blanc est en train de s'assurer une connection possible avec 36 ; le noir se sent obligé de pousser une fois de plus avec 45 : cette fois les deux groupes blancs de l'Est ne font plus qu'un. Avec la séquence 47-57, le noir finit par se connecter par en dessous, mais cela n'a rien de réjouissant. D'abord, le grand groupe noir ainsi formé ne peut pas se considérer définitivement sain et sauf, ensuite, chemin faisant, le blanc a pu jouer 52 qui lui donne une excellente position au centre. Enfin, avec 58, le blanc fait plus qu'égaliser du point de vue territorial. A ce moment-là, on peut dire que le coup 21 a été sanctionné... Une autre phase de la partie va commencer.

Pierre AROUTCHEFF □

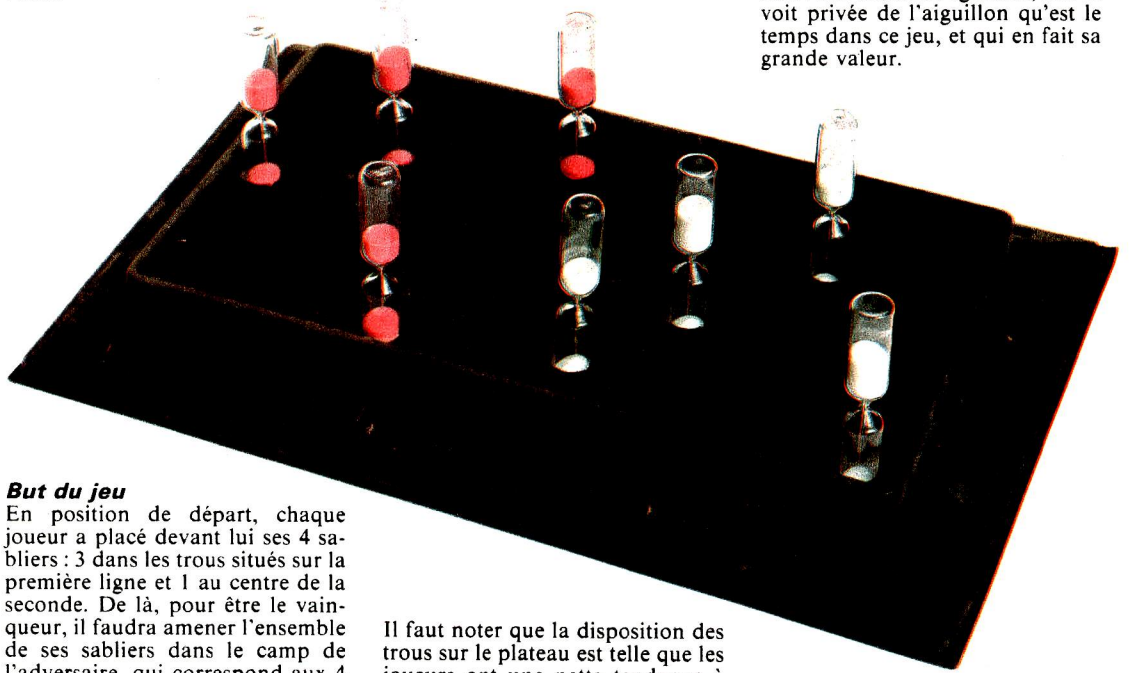
"RÉVOLUTION" AU BANC D'ESSAI

▶ *Jeu présenté*

Nom : Révolution
Origine : France
Auteur : Pierre Berloquin
Éditeur : Dujardin
Nombre de joueurs : 2

Matériel

- Un plateau en plastique, recouvert d'une feutrine soufflée, et composé de 34 trous reliés entre eux par des lignes.
- 4 sabliers blancs et 4 sabliers roses.



But du jeu

En position de départ, chaque joueur a placé devant lui ses 4 sabliers : 3 dans les trous situés sur la première ligne et 1 au centre de la seconde. De là, pour être le vainqueur, il faudra amener l'ensemble de ses sabliers dans le camp de l'adversaire, qui correspond aux 4 trous de sa position de départ.

Comment jouer

A son tour, chaque joueur déplace un des sabliers : cela consiste à le sortir de son trou, le retourner et le planter dans un des trous voisins relié par une ligne. Il est interdit de passer au-dessus d'un sablier, de laisser "mourir" un de ses sabliers — c'est-à-dire de le laisser se vider en attendant trop longtemps — ou de passer son tour. Toutefois, si les vicissitudes du jeu font que le sable s'écoule complètement avant que le sablier ne soit parvenu à son but, ce dernier est alors considéré comme "mort", et retiré du plateau.

Par contre, quel que soit le niveau du sablier, le jeu s'arrête lorsqu'un des joueurs fait parvenir ses 4 pions sur la ligne de départ de son adversaire.

Commentaire

Lancé il y a un an par les éditions Dujardin, Révolution n'a pas connu le succès qu'il méritait et, de ce fait, il est difficile de se le procurer dans le commerce. Il est toutefois en cours de réédition sous le nom de "Chronoze" aux éditions Midilude.

Il faut noter que la disposition des trous sur le plateau est telle que les joueurs ont une nette tendance à "grouper" leurs sabliers sur la droite. Aussi, si vous n'êtes pas vigilant sur ce point, le jeu devient alors une simple course, et le joueur qui commence a toutes les chances de gagner sans que l'adversaire ne puisse aucunement le "gêner" dans sa progression. Observez donc bien les premiers coups de l'adversaire, car ils sont souvent déterminants.

Tactique par excellence, ce jeu allie aussi la rapidité, du fait de son mécanisme. Révolution porte d'autant mieux son nom qu'il est un des rares jeu à faire intervenir la notion de temps dans la valeur d'un pion. En effet, la valeur d'un sablier qui bloque un sablier adverse est proportionnelle à la quantité de sable qu'il reste à s'écouler. Le plus faible "en temps" sera donc obligé de reculer.

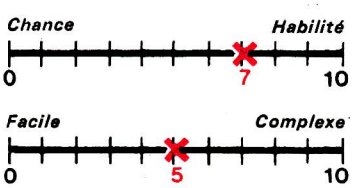
La règle qui interdit à un pion de se "suicider" est essentielle, car elle évite de miser sur une stratégie de blocage qui provoque peut-être deux "morts" adverses pour un seul suicide, mais n'avance cependant à rien.

Il est possible, bien entendu, de jouer avec des pions qui ne soient pas des sabliers. Mais si cette solution reste toutefois agréable, elle se voit privée de l'aiguillon qu'est le temps dans ce jeu, et qui en fait sa grande valeur.

Un conseil : n'utilisez surtout pas ce jeu pour faire cuire vos œufs à la coque... vous risqueriez de les manger durs !

Verdict

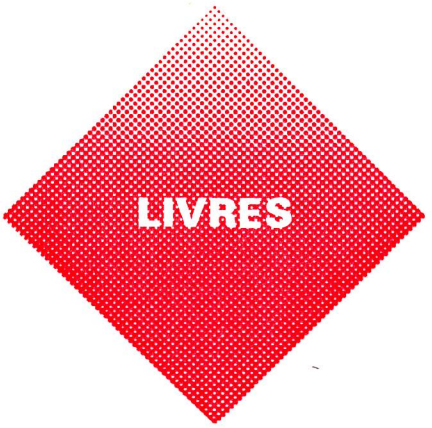
- Originalité : 8
- Présentation : 5
- Clarté des règles : 9



- Note globale : 7,5

Peter WATTS □

Photo M. Toscas - Galerie 27



UN INSTANTANÉ DE JEANNE D'ARC, UN DISQUE DE LOUIS XIV...

C'est quand même dommage que l'esprit humain soit si lent, l'imagination si courte, la curiosité scientifique si brève ! Telle est du moins l'une des réflexions que l'on peut se faire en feuilletant *le Musée des grandes inventions de la préhistoire à nos jours*[1], bel album assez richement illustré, et dont nous recommandons autant la lecture aussi bien aux gens repus de savoir qu'à ceux qui en sont avides. Quelle leçon de modestie !

La première photo fut réalisée en 1826 (et non 1816 !) par Joseph Nicéphore Niepce d'une manière extrêmement simple : en utilisant comme surface sensible une plaque de cuivre recouverte de bitume de Judée dissous dans de l'huile de Dippel, qui blanchissait et devenait insoluble là où elle avait été impressionnée par la lumière ; il ne restait plus qu'à exposer pendant un temps suffisant, puis dissoudre le bitume non protégé par l'huile de Dippel, qui correspondait alors aux surfaces claires. Ce fut un paysage assez banal des environs de Châlons qui eut l'insigne honneur d'être immortalisé de cette manière.

Mais n'importe quel artiste des siècles précédents aurait pu réaliser la première photo. Le cuivre était là, le bitume de Judée aussi, l'huile de Dippel aurait pu être remplacée par le chlorure d'argent, également disponible. Par la suite, on aurait remplacé la plaque de cuivre par du parchemin, puis du papier. Niepce n'était pas "tombé" par hasard sur cette invention : il la chercha en se basant sur le principe des chambres noires d'artistes du XVIIIe siècle. Il suffisait de s'intéresser à la question et nous aurions aujourd'hui une photo de Jeanne d'Arc partant pour la bataille, ou encore de l'évêque Cauchon, voire de Charles VII. Le cinéma aurait peut-être été inventé assez rapidement, dans la foulée, et suffisamment perfectionné pour qu'au XIXe siècle on pût filmer le sacre de Napoléon. Personne ne pensa à la photo jusqu'à ce qu'un officier en retraite, Niepce, eut besoin d'un moyen de réaliser des croquis d'après nature, en l'absence de son fils, parti aux armées.

Et le phonographe ? Ce n'était vraiment pas sorcier : le premier fut inventé par un ouvrier typographe autodidacte, Léon Scott, de Martinville, en 1856, une vingtaine d'années avant Charles Cros et Edison. Une membrane acoustique, un cornet, une pointe métallique et une surface molle et fine capable de durcir à la cuisson (on utilisa au début des cylindres enduits de noir de fumée), et le tour était joué. On connaissait depuis plusieurs siècles les cires très dures ; le premier cylindre aurait donc très bien pu exister en Chine du temps des Han, qui avaient justement mis au point des laques très dures. Imaginez la voix de l'empereur Ch'in Shih Huang-ti, unificateur de la Chine au IIIe siècle de notre ère, fixée pour l'éternité ! Le procédé aurait été assez perfectionné pour qu'on puisse ensuite emmagasiner les voix de Jules César, de Jésus-Christ et de Charlemagne. Il fallait y penser ; on n'y pensa que fort tard.

La machine à vapeur offre des motifs de méditation encore plus vertigineux. On continue à enseigner à nos écoliers l'histoire de la marmite de Denis Papin ; mais non, la première machine à vapeur fut l'éolypile de Héron d'Alexandrie, qui fonctionnait très bien dès le IVe siècle avant notre ère. Les engrenages sont aussi anciens, ainsi qu'en atteste la fameuse horloge astronomique d'Anticythère (dont nous n'avons guère trouvé mention dans cet ouvrage, hélas !). Le piston ? Il avait été inventé par un autre physicien de l'École d'Alexandrie, Ctésibios, ainsi qu'en atteste sa pompe aspirante et foulante. La bielle ? Elle aussi avait été inventée par Héron. Combinez le tout et vous avez une locomotive. Imaginez une voie ferrée unissant Alexandrie à Antioche via Jérusalem ; ce n'est pas du tout impossible, car il y avait déjà des sillons creux dans les villes romaines, pour éviter aux chariots de bringuebaler. Ce premier Orient-Express Alexandrie-Antioche aurait changé le cours de l'histoire. Des trains blindés auraient permis de repousser les invasions barbares, puis d'avancer vers l'est. L'empire romain ne se serait pas effondré, par exemple. L'invention consécutive des navires à vapeur aurait permis la colonisation de l'Amérique dès le Xe siècle...

Dommage que cet ouvrage ne parle pas non plus de la première pile électrique : elle a été inventée entre les IIIe siècles avant et après notre ère, sans doute par les Parthes, et l'on en a un exemplaire au musée de Bagdad. Rien de miraculeux : l'électricité a été décrite pour la première fois au VIe siècle avant notre ère par Thalès de Milet. Puis elle a été redécouverte en 1600 par l'Anglais William Gilbert, puis en 1650 par l'Allemand Otto von Goericke, et il a fallu attendre le XVIIIe siècle pour avoir enfin des bouteilles de Leyde et la pile Volta, c'est-à-dire des engins qui accumulent l'électricité. Mais on aurait sans doute pu avoir l'électricité courante plusieurs siècles auparavant. Imaginez la poule au pot chère à Henri IV cuite dans des fours électriques ! L'on disposait à l'époque d'absolument tout ce qu'il fallait pour cela.

On dira sans doute que cela n'aurait pas changé grand-chose au destin de l'humanité que d'avoir la photo de Jeanne d'Arc et un disque de Louis XIV, des billets de train mérovingiens et des

pannes de courant sous les Valois. Erreur ! La culture conditionne la civilisation : c'est le besoin de papier qui a créé le papier et le besoin de répandre la culture qui a amené l'invention de l'imprimerie — bien antérieure à Gutenberg, à ce propos, puisqu'elle a été faite en Chine au IVe siècle.

En réalité l'esprit humain est paresseux, l'imagination est courte et les inventions ne se font que grâce à quelques rêveurs qui ont le temps de pousser leurs chimères assez loin. Neuf sur dix des inventions existantes auraient pu être faites plusieurs siècles auparavant. C'est le mérite de cet ouvrage, excellent et clair, en dépit de quelques lacunes, que de le rappeler. Déplorons que les sciences de la vie (biologie, médecine, chirurgie) en aient été totalement exclues ; ce n'est pourtant pas rien que l'invention de l'appendicectomie !

Gerald MESSADIÉ

(1) Éditions Atlas, album noir et couleurs, 239 p., 196 F, 221 F franco.

ALFRED KASTLER, MICHEL DAMIEN, JEAN-CLAUDE NOUET

LE GRAND MASSACRE

Fayard, 383 p., 69 F, 87 F franco.

Le Grand Massacre : un titre choquant pour un livre dont la couverture ne nous montre que des poules, mais qui prend toute sa signification à la fin de la lecture. Après un préambule qui signale la perplexité des écoliers de Nanterre à qui l'on demande de dessiner une poule, le lecteur est conduit dans les usines à viande qui produisent de manière intensive porcs, volailles, veaux... Il y découvre : les animaux IOPS (indemnes d'organismes pathogènes spécifiques) ou SPS *(specific pathogen free)* dans des élevages NSA (au niveau sanitaire assaini) ; la hantise du microbe dans les élevages pourtant surprotégés par un luxe de précautions sanitaires ; la place exiguë réservée aux animaux, scientifiquement justifiée par l'établissement de normes de logement ; les astuces de l'élevage intensif avec l'aliment industriel, son arsenal chimique d'additifs et de médicaments — il existe même un vaccin contre la ponte des œufs mous — ; la sélection génétique qui a abouti par exemple à la révolutionnaire poule naine "Vedette" ; les mutilations physiques ; les conditionnements psychiques.

Le profane se familiarisera avec les énormes enjeux financiers de l'élevage intensif, les publicités qui sollicitent constamment les éleveurs sur le thème unique du profit : « Semez des sous... récoltez des billets », « Mettez du bénéfice dans vos aliments... », etc. Du cheval, la plus belle conquête de l'homme, dont on cherche à intensifier la production, à l'escargot, l'évidence est là : l'animal n'est que de la viande sur pied. L'interrogation, posée dès les premières pages, « animal ou objet ? », se resserre dans la seconde partie du livre.

Pour de nombreuses personnalités interviewées, qui sont impliquées professionnellement dans l'aventure de l'élevage intensif la sensibilité aux méthodes appliquées aux animaux relève de l'anthropomorphisme : à éviter à tout prix. Or, les animaux ont aussi un cerveau. Pour les auteurs — dont un prix Nobel —, l'élevage concentrationnaire est bel et bien une menace pour l'homme, moins pour sa santé (la supériorité de la qualité des produits fermiers n'est pas "scientifiquement" démontrée), que pour son sens moral. Un tel type d'élevage draine vers les animaux des pays riches les produits de terres cultivables qui devraient être réservés aux milliards d'hommes sous-alimentés : « Plus du tiers de la production mondiale de céréales est mangé par le bétail des pays riches ».

« 1,2 milliard d'hommes sont dans la course à la consommation de viande, sur les 4,5 milliards d'habitants du globe ». L'une des conséquences est qu'au Brésil « la production de soja s'accroît de 35% par an tandis que celle des haricots noirs diminue de 2% par an » ! Or c'est évident, sans l'élevage intensif, le *boom* sur le soja n'aurait pas eu lieu. Ce livre nous démontre magistralement comment notre surconsommation de viande et, avec elle, l'acceptation des élevages concentrationnaires, engagent notre responsabilité : d'abord par rapport à l'animal et à ses droits, ensuite par rapport au drame essentiel de la faim dans le monde.

Avec force, vie et humour, ce livre oblige à réfléchir sur le fond d'une réalité tellement complexe qu'elle n'est souvent remise en question que sur sa forme. « L'un des buts de ce livre est de brosser le portrait d'une civilisation à travers sa façon de manger et de considérer ce qu'elle mange ». Le but est atteint.

Marie-Laure MOINET

RENÉ MOREAU

AINSI NAQUIT L'INFORMATIQUE

Dunod, 222 p., 67 F, 81 F franco.

ALBERT DUCROCQ

VERS UNE SOCIÉTÉ DE COMMUNICATION

Hachette, 220 p., 55 F, 69 F franco.

L'informatique n'est pas "à la mode", elle est partout ! Et s'il n'y avait que l'informatique... Mais voici la bureautique, la télématique, la ludotique (oui : voyez donc *Jeux & Stratégies*), l'éducatique, que sais-je encore, avec leurs cortèges de "iques". A l'expansion il est vrai impressionnante de l'informatique, vient se joindre une inflation verbale qui déroute le public. Il y a là un marché que les éditeurs saisissent, c'est naturel, un peu en désordre, c'est toujours naturel.

Ainsi naquit l'informatique, de René Moreau, souffre d'un titre maladroit, d'un sous-titre ("Les hommes, les matériels à l'origine des concepts de l'informatique d'aujourd'hui") lourd et un peu trompeur, et d'une composition médiocre (automatisée, et cela se voit !). Lorsqu'on aura précisé qu'il s'agit d'une description très fouillée des calculateurs "protohistoriques" (de Schickard et Pascal au MARK I de 1944), des ordinateurs de 1948 à 1963 et des langages de programmation, toujours jusqu'en 1963 ; lorsqu'on aura ajouté que R. Moreau s'est interdit quasiment toute digression économique, sociale, politique ou même industrielle ; lorsqu'enfin on aura dit que, directeur du développement scientifique d'IBM-France, il a une connaissance encyclopédique des matériels qu'il décrit, d'ailleurs fort clairement, on aura compris qu'il s'agit d'un ouvrage sérieux, d'une bonne synthèse, d'une mine de renseignements techniques, mais aussi d'un livre modérément folichon !

L'accumulation de détails, au demeurant souvent intéressants (saviez-vous que le mot "bit" pour désigner un chiffre binaire a été inventé par le Pr John Tukey à l'occasion de discussions sur l'ENIAC, donc vers 1948 ? Que l'UNIVAC I, premier ordinateur commercial de série, consommait 27 m^3 d'air à la minute ? Que les bandes magnétiques de ce même UNIVAC I étaient en acier ? Que les microprogrammes furent inventés par le Pr Maurice Wilkes à l'université de Manchester en... 1951 ?), rend la lecture parfois difficile.

• *Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science & Vie. Utilisez le bon de commande page 175.*

Des tableaux de synthèse s'efforcent de clarifier une évolution particulièrement foisonnante, sans toujours y parvenir. Plus grave, René Moreau dissimule mal, inconsciemment sans aucun doute, son appartenance à la compagnie IBM. Et les louanges répétées de la clairvoyance de Thomas Watson Jr (fils du fondateur d'IBM) choquent un peu lorsqu'on connaît les querelles internes qui déchirèrent IBM.

Le technicien ne boudera pas son plaisir : il saura quand est née la première imprimante, l'origine de la multiprogrammation, le nom du premier système d'exploitation. Le lecteur honnête homme risque, lui, de se trouver perdu face à une telle densité de renseignements parcellaires. Malgré sa science, R. Moreau a quelque mal à prendre le recul nécessaire. Çà et là perce la nostalgie de l'époque des pionniers, qui s'achève bien vers 1963, comme son livre. Les paragraphes sur la compagnie des Machines Bull et ses innovations iront droit au cœur des informaticiens français de la première génération !

Recommandons alors *Ainsi naquit l'informatique* aux étudiants, aux informaticiens soucieux des origines de leur art, et regrettons que l'histoire de l'informatique reste à écrire : la contribution de R. Moreau y aidera. Mais peut-être les ordinateurs sont-ils encore trop jeunes pour que se dégage aisément une vue d'ensemble de leur évolution.

C'est pourtant des conséquences de cette évolution qu'Albert Ducrocq vient nous entretenir dans *Vers une société de communication*. Sa thèse n'est pas neuve : depuis au moins une décennie, les spécialistes avaient noté qu'à partir du moment où l'on dispose d'un outil de calcul performant et pas cher (critères vagues, mais auxquels satisfait un microprocesseur à 100 F actuels), les réseaux classiques de communication (téléphone, Télex, radio) et quantité d'appareils domestiques pouvaient devenir "intelligents". Les guillemets sont nécessaires : il s'agit plus d'une "rétroaction", c'est-à-dire d'une réponse adéquate à une information reçue de l'extérieur, que d'une intelligence au sens biologique.

La parution en 1978 du rapport au président de la République sur *Informatique et société*, appelé souvent "rapport Nora-Minc", du nom de ses auteurs, devait populariser sous le vocable "télématique" ce mariage de l'informatique et des télécommunications. Depuis, les mots en "ique" n'ont cessé de proliférer : un microprocesseur dans une machine à écrire et voilà la "bureautique" ; un microprocesseur pour jouer aux échecs et c'est la "ludotique" ; une calculette à l'école, eh oui, vous avez gagné, c'est l'"éducatique". Veut-on, par le mot, exorciser l'inquiétude confuse que chacun ressent devant autant de changements peut-être profonds dans notre vie quotidienne ?

Albert Ducrocq cherche à dresser un tableau de ce que deviendront les principaux secteurs de l'activité professionnelle d'aujourd'hui après injection de quelques gouttes de télématique, ce fluide précieux qui fait que « les banques de données poussent comme des roses ». Soixante pages d'une introduction technique assez bien vulgarisée, au cours desquelles on passe de la bureaucratique à l'éducatique, via l'audiovisuel (bien sûr), les banques de données, les "nouveaux libraires", la médecine informatisée (la "médicatique", les "nouveaux commerçants", qui seront des "médiateurs", la maison intelligente et l'automobile qui ne passera les feux qu'au vert. Une bonne nouvelle, page 55 : les coups de téléphone de l'avenir (sauf s'ils sont « phatiques, cathartiques ou persuasifs ») seront brefs.

L'ouvrage, lui, est un peu "fourre-tout" : l'information sûre et utile y voisine avec des affirmations d'un prophétisme douteux : de cette collection de faits rassemblés, il eût été possible, avec plus de rigueur, de tirer un panorama intéressant de l'état de l'art. Telle quelle, la société de communication présentée nous a paru bien verbeuse. La télématique semble y avoir engendré la "gadgétique". Le dernier chapitre de l'ouvrage d'Albert Ducrocq s'intitule pompeusement : « Éducatique au I ». ***J. TRICOT***

WOLFGANG PALZ

L'ÉLECTRICITÉ SOLAIRE

Dunod, 356 p., 164 F, 182 F franco.

Malgré son titre apparemment restrictif, cet ouvrage dépasse les processus de conversion de l'énergie solaire en électricité, et propose un vaste panorama de toutes les utilisations du rayonnement solaire. Après un récapitulatif des problèmes énergétiques dans le monde et une rapide escale dans les domaines liés à l'énergie solaire indirecte (biomasse, énergie éolienne, énergie hydraulique...), il entre dans le vif du sujet : les applications directes de l'énergie solaire.

Là, rien n'est passé sous silence, de la physique du problème (simplement exposée) jusqu'à son aspect économique, en passant par son influence sur l'environnement. Capteurs, séchoirs, distillateurs, maisons solaires... sont ainsi présentés avant d'entamer une vue d'ensemble des processus conduisant à la production d'électricité. Un tiers du livre leur est environ consacré ; nous sommes alors conviés à l'étude de la conversion thermomécanique (pompes et centrales solaires), puis de la conversion photovoltaïque (cellules solaires de tous types). Enfin l'ouvrage se clôt par un examen de l'avenir de l'énergie solaire, en France et dans le monde.

L'auteur, Wolfgang Palz, dirige depuis 1977 le programme de développement de l'énergie solaire de la Communauté européenne. Son expérience lui a permis d'écrire un livre, aussi complet que précis, qui s'adresse à un très large public. Que l'on soit ingénieur ou technicien, étudiant ou tout simplement intéressé par l'énergie solaire, ce livre est suffisamment clair et riche en informations pour être abordé par tous et satisfaire le spécialiste comme le profane.

Sven ORTOLI

WIAZ

FRANÇOIS, SI VOUS SAVIEZ...

P.U.F., 100 p.

Notre "collaborailleur" Wiaz vient de publier une collection de portraits d'hommes célèbres et de dessins politiques, réalisés avec l'acuité qu'on lui connaît. Wiaz ne cache guère ses sympathies dans ce domaine, mais sa partialité, de rigueur évidemment chez un satiriste politique, n'ôte rien à son talent.



AUTRES LIVRES REÇUS

Georges Ifrah : **Histoire universelle des chiffres**
Seghers, 566 p., ill. noir, 139 F, 163 F franco.
Voilà une histoire qui mérite son nom : on y trouvera tout et plus que tout sur l'origine de la numération, des Arandas d'Australie, qui ne savaient compter que jusqu'à quatre, aux Mayas, qui avaient calculé de manière presque exacte la révolution synodique de la planète Vénus, l'estimant à 584 jours, alors qu'elle est, en réalité, de 583,92 jours ! On y précisera quelques idées utiles, par exemple le fait que le zéro, *cifr*, n'a pas été inventé par les Arabes, mais par les Hindous, qui l'appelaient *viyat*, "le ciel". La somme la plus complète à ce jour, du moins à notre connaissance.
Pour grand public de tous âges et pour spécialistes aussi bien. Les illustrations, nombreuses, aident à la compréhension.

André Soubiran & Yves Christen : **Le Stress vaincu ?**
Albin Michel, 188 p., 39 F, 53 F franco.
Plus d'une quarantaine d'années après que le concept global en ait été défini par le Canadien Hans Selyé, le stress, c'est-à-dire l'épreuve générale d'adaptation psychologique et physique de l'organisme à des conditions supérieures à sa résistance moyenne, conquiert enfin la médecine. La première étape de sa reconnaissance par le corps médical fut l'admission de la médecine psychosomatique comme discipline à part entière. Aujourd'hui, l'on découvre de nouveaux aspects du stress qui dépassent le cadre psychosomatique : le stress de la femme enceinte peut ainsi menacer le fœtus et les facultés d'adaptation au stress varient sans doute selon des facteurs génétiques ; on suit moins aisément les auteurs dans leur défense du valium, modérée et cohérente, mais qui ne tient guère compte d'un fait important : c'est que la commodité d'usage du valium a transformé celui-ci en une drogue légale, et que la comparaison avec le café ou la cigarette n'est pas vraiment sérieuse. Certes moins dangereux que les barbituriques, le valium, qui fait l'objet d'une enquête de l'OMS, n'en reste pas moins l'équivalent de "béquilles psychologiques" pouvant créer de l'accoutumance.
Par ailleurs, il nous semble que l'on n'insiste pas assez sur les effets bénéfiques du stress, et que celui-ci est presque toujours présenté de façon univoque comme un malfaiteur. Pourtant, le sport, par exemple, peut être considéré comme un stress, du fait qu'il met l'organisme en état d'alerte et lui impose un effort général bien supérieur à ses capacités habituelles ; or, le sport accroît la capacité respiratoire, augmente la résistance à la fatigue et réduit le rythme cardiaque, c'est-à-dire qu'il est largement bénéfique. Par ailleurs, des expériences réalisées sur des rats et sans doute extrapolables à l'homme, indiquent que les rats stressés sont plus intelligents que les autres.
Ouvrage néanmoins riche d'une documentation neuve et très accessible au grand public.

Jean-Paul Pigasse : **Les Sept Portes du futur**
Albin Michel, 294 p., 55 F, 69 F franco.
Matériaux composites, avènement prochain de la sous-micronique (fabrication de micro-éléments de types nouveaux, tels que les électrets, qui, d'ailleurs, ont déjà un quart de siècle), matériaux supraconducteurs, tels le xénon métallique, ingénierie génétique et agriculture marine, sans oublier l'énergie solaire, ce ne sont là que quelques-uns des facteurs d'un avenir souriant que Jean-Paul Pigasse décrit d'une plume rapide, parfois un peu trop d'ailleurs, mais en se basant sur une connaissance des développements les plus frais de la science et de la technique.
La conclusion est moins "pointue" et l'on ne saisit pas très bien la portée de vœux tels que « il faudra bien que l'homme redécouvre un jour le sens du sacré », ni le sens de l'appel à un « choc qui ouvrira les yeux » de l'homme. C'est là une tournure d'esprit apocalyptique qui contredit les pages précédentes.

Cancer et alimentation
Édition Ki, Beaulieu, F 43800, Vorey, 156 p., 50 F, 59 F franco.
Il s'agit là d'un pamphlet défendant la macrobiotique. Qu'il soit rédigé en partie par des médecins, peu nous chaut... il y a aussi des médecins qui se trompent. Il nous paraît inacceptable de prétendre que le cancer se guérit par un type d'alimentation : la découverte de gènes du cancer indique bien que, mis à part les cancers du tube digestif ou certains cancers professionnels, les facteurs d'environnement du cancer et l'alimentation encore moins ne peuvent suffire à rendre compte du développement de cette maladie.

Sur les Grandes Maladies
La Recherche-Le Seuil, 314 p., 27 F, 41 F franco.
Le point sur le cancer du sein et ses facteurs endocriniens ; sur le cancer des os, où l'interféron se montre plus efficace que ne continuent à le clamer certains médecins au déni de la prudence ; sur le rôle du spasme coronarien dans l'infarctus du myocarde, sur la schizophrénie et ses facteurs neurochimiques, sur les maladies nutritionnelles, les maladies virales. Des textes de référence, écrits par des spécialistes, à l'usage d'un public déjà largement informé. Le langage, souvent académique, restreint, en effet, l'accès du grand public à ces textes.

Élisabeth Bellecour : **Nostradamus trahi**
Laffont, 284 p., 59 F, 73 F franco.
Une fois de plus !

G.M.

SNCS : **La Recherche des femmes**
SNCS(1), 164 p.
La commission des femmes dans la recherche du Syndicat national des chercheurs scientifiques a pris l'initiative d'une enquête sur les femmes chercheurs au CNRS (29 % des chercheurs). La publication des résultats de cette enquête et des réflexions qu'ils suscitent est donc une entreprise originale, à caractère militant.
Bien que les informations recueillies ne concernent que les femmes chercheurs du CNRS, la révélation de ces quelques témoignages peut souligner des caractères communs à d'autres catégories professionnelles sur les problèmes d'insertion, de carrière, de relation entre vie professionnelle et vie privée, de répartition des crédits, bourses ou sujets de recherche... Un peu plus de 2000 questionnaires ont été envoyés. Il en est revenu plus de 500. La démarche et les réflexions peuvent être critiquées mais de nombreuses statistiques méritent d'être connues. Les textes et les tableaux sont entrecoupés de dessins humoristiques de Trille Bedarrides.

M.-L. M.

(1) Syndicat national des chercheurs scientifiques, 28, rue Monsieur-le-Prince, 75006 Paris, tél. 325.76.24.

AUTOMOBILE

UN ORDINATEUR SUR VOTRE TABLEAU DE BORD



► Consommation instantanée et moyenne, vitesse instantanée et moyenne, distance parcourue et restante pour un trajet donné, tout sur le carburant, la batterie, les températures: en tout 41 informations sur votre véhicule. En plus, la possibilité de programmer une vitesse donnée, quelle que soit la côte, avec débrayage instantané de l'automatisme lors d'une manœuvre (freinage, dépassement, etc.) et réembrayage à la fin de celle-ci.

Telles sont les possibilités de l'ordinateur de route ZT 1, un appareil de la taille d'une calculette, que l'on peut installer soi-même en moins d'un quart d'heure grâce à une notice simple et précise.

L'affichage des diverses informations se fait par diodes électroluminescentes dès que l'on appuie sur la touche correspondante du clavier. Les touches s'illuminent toutes seules à partir d'un seuil d'obscurité dans le véhicule et avec une intensité qui augmente au fur et à mesure qu'augmente cette obscurité. Les indications sont fournies en km, litres, heures, minutes, °C (la photo montre un appareil en version anglaise).

Des accessoires particuliers sont disponibles pour les voitures à traction avant, à châssis carréné, à injection électrique ou mécanique.

Prix du ZT 1 : 1 750 F TTC. Pour tous renseignements : Alpha-Systèmes, 51, rue Thiers, 38000 Grenoble. Tél. : (76) 47.80.67.

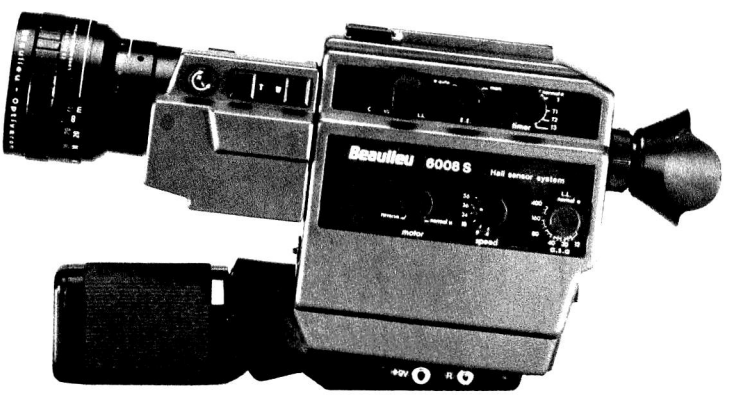
ERRATUM

La société Bisset, distributeur des téléviseurs Salora présentés dans Science & Vie *n° 771 ("Le Père Noël 1981"), nous signale que le prix du capteur solaire alimentant ce poste est de 3300 F (et non 500 F), et que son adresse est 30-32, quai de la Loire (et non du Louvre), 75019 Paris. Nous joignons nos excuses à celles de la société Bisset pour les inconvénients que ces deux erreurs auront pu occasionner à nos lecteurs.*

UNE CAMÉRA QUI COMPTE LES IMAGES

► La firme française Beaulieu qui, depuis plus de 30 ans, construit des caméras 8 mm et 16 mm ainsi que des projecteurs de cinéma, a connu de graves difficultés financières qui ont menacé son existence même. Il y a quelques mois, la cessation de son activité fut même annoncée. A l'occasion du dernier Salon de la photo, la firme, bien présente, a annoncé des transformations de structure et la poursuite de ses fabrications.

A ce salon, elle a présenté une nouvelle super 8, la Beaulieu 6008 Digital, dérivée du modèle 6008 S. Les caractéristiques des deux appareils sont identiques, à l'exception du compteur qui, couplé à l'obturateur variable, offre de nouvelles possibilités de prises de vues.



Ce compteur, tout d'abord, est du type numérique et décompte les vues de 9 999 à 0, ce qui correspond à 9 mn de film environ à 18 cm/s. La mise en mouvement de l'obturateur variable place automatiquement le compteur à zéro. A la fin du tournage d'un plan, ce compteur s'arrête automatiquement. Il est aussi possible de faire le compte exact des images impressionnées et de déterminer le nombre de celles qu'il faut réembobiner afin, ensuite, de leur superposer les images du plan suivant. La surimpression et les fondus enchaînés peuvent être ainsi réalisés avec une extrême précision.

Ces nouvelles caractéristiques font que la caméra est très adaptée à toutes prises de vues où le comptage des images enregistrées est important. C'est le cas de tous les films d'animation et des films exigeant une prise de vue à basse fréquence (par exemple pour filmer la croissance d'une plante, la formation de cristaux, l'usure progressive d'une pièce).

Avec la 6008 Digital, Beaulieu reste le fabricant qui, sur le marché mondial, propose l'appareil aux performances les plus élevées. Les objectifs sont interchangeables, utilisant la monture C du standard 16 mm. Le zoom généralement livré avec le boîtier, un Schneider 1,4 de 6-55 mm, autorise la mise au point depuis la lentille frontale. En fonctionnement automatique, un servo-moteur actionne le diaphragme de l'objectif et non un diaphragme secondaire. De ce fait il n'y a pas de perte de définition.

Des essais que nous avons réalisés sur diverses caméras Beaulieu 5008 et 6008 nous ont confirmé les qualités remarquables de cet objectif et de son calage sur le boîtier.

La Beaulieu 6008 Digital, d'autre part, est à visée réflexe et à cellule incorporée. Elle permet, outre le vue par vue, de filmer à des fréquences de 4 à 56 im/s, les vitesses de 18 et 24 im/s étant stabilisées pour la prise de vue avec le son. La caméra autorise en effet l'enregistrement sonore sur la piste magnétique du film. Le système de régulation et le type de tête employés font que cet enregistrement est proche des normes haute-fidélité.

Prix (avec un équipement minimal) : environ 8 000 F.

UN REFLEX GRAND PUBLIC AUSSI COMPLET QU'UN MODÈLE PROFESSIONNEL

► Alors que tous les constructeurs d'appareils photographiques ont tendance à lancer de nouveaux modèles automatiques, la firme Vivitar a choisi de mettre sur le marché un reflex 24 × 36 à réglage manuel assisté par une cellule. Première conséquence : cet appareil est d'un prix modéré. Avec un objectif 1,9/50 mm, il est vendu 1 300 F environ chez les détaillants.

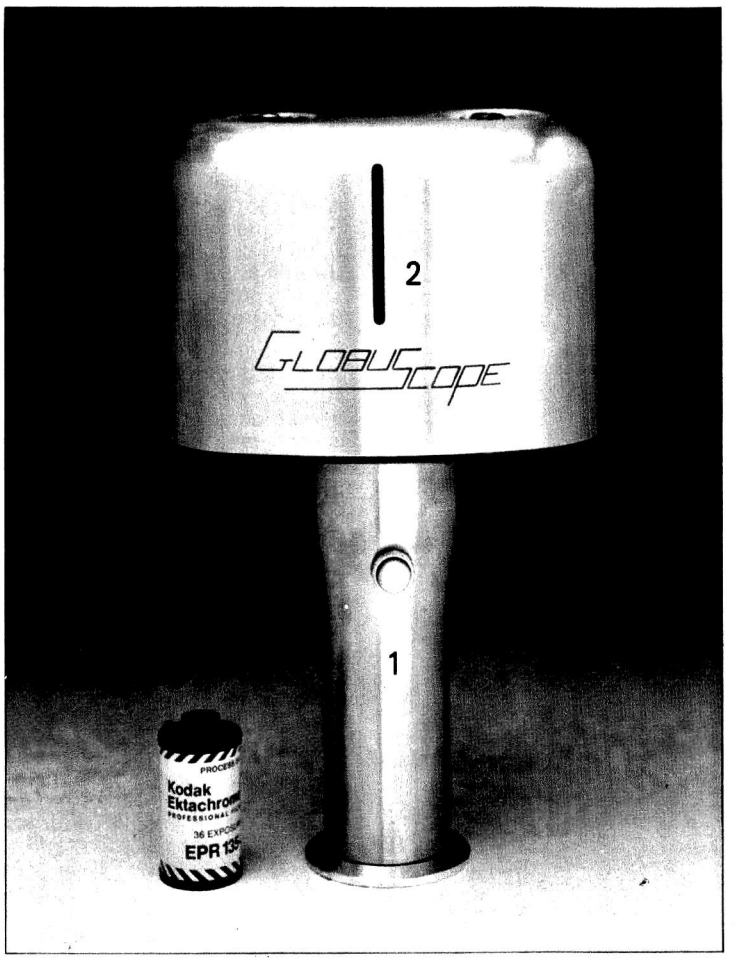
Malgré ce prix, le Vivitar XV-5 possède des caractéristiques très complètes : cellule au silicium, obturateur assurant les vitesses de 1 s au 1/1 000 s, mise au point par stigmomètre et microprismes, synchronisation au flash, retardeur, information dans le viseur par diodes lumineuses, objectifs à baïonnette K. Cette dernière permet au Vivitar XV-5 de recevoir la plupart des accessoires du marché conçus pour les reflex équipés de la même baïonnette.

Le réglage de l'exposition se fait par rotation du diaphragme ou du bouton des vitesses avec contrôle du réglage correct dans le viseur par diodes lumineuses. Les mesures se font à pleine ouverture et la plage de travail du posemètre s'étend des indices de lumination 2 à 18 (pour 100/21° ISO et l'ouverture 1:1,9).



L'appareil est alimenté par 2 piles de 1,5 V (type A-76). Il est relativement compact, mesurant environ 13 × 9 × 5 cm et pesant 450 g. Parmi les avantages de ce nouveau reflex, il faut mentionner son extrême simplicité d'emploi et son esthétique soignée.

PHOTO



PHOTOGRAPHIER EN PANORAMIQUE SUR 360°

► Présenté au dernier Salon de la photo de Paris, le Globuscope est un appareil à visée réflexe bien différent de tous ceux qu'offre le marché aux amateurs. Conçu pour prendre des images panoramiques, il procure 8 photos de 15 cm de long sur un film 24 × 36 standard de 36 poses. Chacune de ces images reproduit le sujet dans un champ de 360°. A cet effet, l'appareil est monté sur un plateau monté sur un pied **(1)** et animé d'un mouvement circulaire qui, grâce à un moteur à ressort et à un mécanisme fluide, est parfaitement constant.

L'objectif est un 3,5/25 mm. Il est associé à un diaphragme à fente mince **(2)**, placé en avant, lui-même animé d'un mouvement synchronisé au premier de façon telle, que l'image du champ balayé "se déroule", si l'on peut dire, sur le film. Chaque "tranche" d'émulsion est ainsi impressionnée durant 1/100, 1/200 ou 1/400 s selon le réglage préalable effectué.

Le Globuscope permet non seulement la photo panoramique sur 360°, mais aussi certains effets spéciaux lorsque le sujet photographié est lui-même en mouvement. Ce sujet est alors traduit avec des distorsions et des étirements de formes et de couleurs. Le nouvel appareil ouvre ainsi un nouveau domaine de recherches aux photographes qui explorent les voies de la création artistique.

Renseignements pour la France: Globuscope Inc. Ms Marylou-Bablin, One Union Square West, New York, NY 10003.

ENCORE UN APPAREIL PHOTO À DISQUE VIDÉO

► Voilà quelques semaines Sony disait son intention de commercialiser courant 1983 un appareil photo, le Mavica, n'utilisant pas de pellicule, mais un petit disque vidéo (voir *S & V* nos 769 et 770). Aujourd'hui c'est au tour de Sharp d'annoncer la sortie, avant fin 1983, d'un appareil photo à disque vidéo.

Comme dans le cas de Sony, cette société est fort discrète sur les caractéristiques de cet appareil, mais il semble identique au Mavica : image analysée par écran CCD, convertie en signaux vidéo et enregistrée sur un disque de 50 vues destinées à être passées sur une télé couleur.

L'information de Sharp montre qu'en révélant au grand jour son projet Mavica, Sony a déclenché une guerre de communiqués comme cela s'est déjà produit dans le passé dans les secteurs du magnétoscope et du vidéodisque. Toutes les firmes font des recherches similaires qui sont plus ou moins avancées. Ainsi, lorsque l'une d'elles décide d'en faire état publiquement à des fins promotionnelles, commerciales ou financières, les autres sont souvent tentées de réagir.

Après Sony, Kodak avait déjà annoncé un projet similaire, en précisant qu'il n'était pas question de le lancer tant que le prix ne pourrait pas tomber au moins à 500 dollars (le Mavica est prévu à 1 000 dollars). Sharp, sans donner de prix, souhaite attaquer le marché convoité par Sony (à moins que ce ne soit en accord avec cette firme contre Kodak) et prévoit donc un lancement l'année prochaine. Il est probable que Sharp ne sera pas le dernier à annoncer un tel appareil.

►► ***LA POMPE Z-SELECT DE CYCLÉQUIP*** *permet de gonfler les pneumatiques de vélo à la pression exacte choisie grâce à une molette de réglage insérée dans la tige. Dès que la pression inscrite face à la molette est atteinte, une soupape arrête le gonflage. Quatre longueurs sont disponibles, suivant la longueur du cadre. Prix : 100 F TTC environ.*

FROID AUX MAINS ? CONNAIS PAS !

► Les motards savent mieux que quiconque quand exactement se termine la belle saison : c'est leur petit doigt (et les autres) qui le leur dit !
Les nouveaux gants chauffants Racer leur permettront de ne plus connaître, à partir de cet hiver, la souffrance des mains gelées que protègent plus ou moins bien les gants traditionnels.
Livrés en kits, ces gants sont adaptables à tous types de motos ayant une batterie 12 V. La température obtenue se situe aux alentours de 37 °C. Le système de chauffage est constitué de résistances souples gainées et parfaitement étanches dont le fonctionnement est commandé par un interrupteur livré avec le kit. En position arrêt, le câble étiré se loge dans une poche prévue à cet effet. Nous avons déjà présenté (*S & V* n° 758) des gants autochauffants, mais ils ne fonctionnaient que sur piles et étaient trop courts pour la moto.
Ces nouveaux gants sont disponibles en 2 tailles homme et 2 tailles femme dans les magasins d'articles moto ou au rayon sport des grands magasins.
Prix : autour de 550-600 F la paire.



ÉLECTRONIQUE

UNE CALCULETTE BLOC-NOTES

► Pour garder une trace de vos calculs ou de vos dépenses, pour noter un numéro de téléphone lorsque vous êtes en déplacement, etc., la calculatrice de poche EL 1195 de Sharp dispose d'une mini-imprimante enfichable qui permet d'inscrire une vingtaine de chiffres et signes par ligne.
Lorsqu'elle ne sert pas, l'imprimante peut être rangée dans un étui, à côté d'un rouleau de recharge. La EL 1195 est, par ailleurs une calculatrice 4 opérations classique à affichage par cristaux liquides.
Prix : 630 F TTC.
Un regret : que ne dispose-t-on pas encore de calculatrices de cette taille qui permettent de noter le nom de l'abonné en même temps que son numéro de téléphone, les articles achetés en même temps que leurs prix, etc. ? Bref, à quand le clavier alphanumérique vraiment de poche ?

LA HAUTE-FIDÉLITÉ EN RADIOCASSETTE

► Dans leur souci d'accroître la musicalité des magnétophones et des appareils de radio portatifs, les constructeurs n'hésitent pas à faire appel aux techniques utilisées en haute-fidélité. Les progrès en matière de miniaturisation des composants sont là aujourd'hui pour les aider à réaliser cet objectif.

C'est ainsi que la firme japonaise Pioneer vient de mettre sur le marché un appareil de radiocassette, le SK-909 L, comportant des haut-parleurs à deux voies associés à des radiateurs passifs. Ce système améliore la réponse dans les graves car la membrane du radiateur passif, entraînée par les déplacements d'air produits par la membrane du haut-parleur, vibre en accord avec elle.

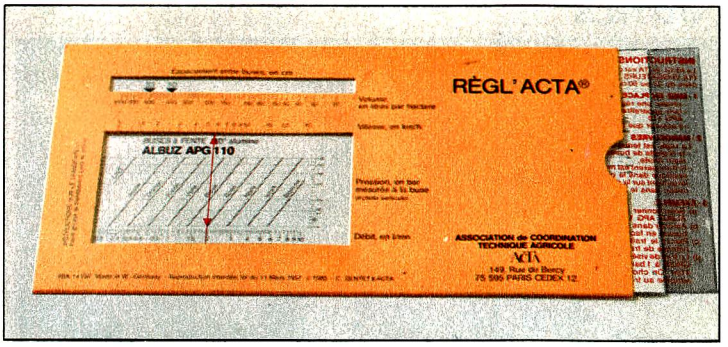
La plage des sons graves restitués est ainsi plus étendue et plus nuancée.

Le haut-parleur avec son radiateur passif est logé dans une enceinte à suspension acoustique, tapissée intérieurement de laine de verre pour éviter les résonances parasites. L'appareil comporte deux enceintes pour assurer une restitution stéréophonique. De ce point de vue, le résultat est probablement assez illusoire : une quinzaine de centimètres seulement séparent en effet les deux enceintes, ce qui ne permet pas une bonne restitution du relief sonore.

Pour obtenir une musicalité satisfaisante, une puissance de sortie minimale est nécessaire. C'est le cas sur le SK 909 L qui délivre 13 W réels par canal. La partie magnétophone est équipée d'un système Dolby et utilise trois sortes de bandes magnétiques : normale, au chrome et le type au fer pur.

Les autres caractéristiques de l'appareil sont des plus classiques : commandes linéaires par curseurs, niveau d'enregistrement se régulant automatiquement, prises microphone, auxiliaire, phono, sortie et casque.

Les réceptions radio se font en FM, PO, GO et OC. L'appareil mesure environ 65 × 23 × 16 cm et pèse près de 10 kg.
Prix : 470 F environ.



LA RÈGL'ACTA CHOISIT VOS BUSES

► Cette règle spéciale est un étui cartonné avec deux fenêtres graduées, pouvant recevoir une réglette double face et un curseur sur acétate transparent avec instructions d'emploi. Elle est conçue pour le réglage et la mise en œuvre des pulvérisateurs de grande culture dont les buses sont espacées de 33 ou 50 cm. A partir du volume de produit de traitement désiré à l'hectare, de l'espacement entre les buses sur la rampe, il suffit d'ajuster le curseur sur la vitesse à laquelle on travaille. La réglette placée dans l'étui indique alors la référence précise de la buse à choisir et à monter sur la rampe du pulvérisateur, sa pression d'utilisation et son débit.
Quatre réglettes présentent les caractéristiques des buses des marques Albuz, Berthoud, Lurmark, Tecnoma, Emani et Teejet, et leur tracé a été fait selon les données des constructeurs. Vos buses appartiennent certainement à l'une d'elles.
Quelques conseils pour le réglage du pulvérisateur et le contrôle de sa bonne utilisation figurent au verso de la règle.
Cette règle (de format 9 × 19 cm) réalisée par le service machinisme de l'Association de coordination technique agricole (ACTA) résout, pour 8 F seulement (prix franco TTC), tous les cas de traitement phytosanitaire et d'épandage d'engrais liquides, rapidement et de manière précise !
ACTA, 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12.

AUTOMOBILE

RÉGLEZ VOS RÉTROVISEURS SANS Y TOUCHER

► Pour régler un rétroviseur extérieur, il faut souvent s'y prendre à plusieurs reprises. En effet, pour atteindre cet objet vissé sur l'extérieur de la portière ou sur l'aile avant de votre voiture, il faut s'avancer peu ou prou. Résultat : lorsque l'on revient à la position normale de conduite, on s'aperçoit que le réglage n'est pas tout à fait au point. Et l'affaire se complique singulièrement pour un rétroviseur extérieur droit...
Comme solution, Vittaloni propose des rétroviseurs gauche et droit commandés par moteur électrique incorporé. Il ne vous reste plus qu'à appuyer sur un bouton sur votre tableau de bord pour faire pivoter individuellement vos rétroviseurs dans tous les sens jusqu'à trouver la position idéale.

Prix : 528 F pièce. Vendu en kit à installer soi-même par Auto-Accessoires, 66, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

Pour donner à votre 2 CV des allures de voiture de luxe, vous trouverez chez le même fournisseur un lève-glace électrique que vous pourrez également installer vous-même, si vous voulez vous en donner la peine, car cela demande 2 à 4 heures. En effet, le mécanisme et le moteur électrique de 90 watts sont à monter à l'intérieur de la portière. La commande se fera, là aussi, en appuyant sur un bouton sur le tableau de bord.

Prix: 900 F l'ensemble pour deux portières. Ces lève-glace sont montables sur toutes marques et tous modèles.

SPORTS

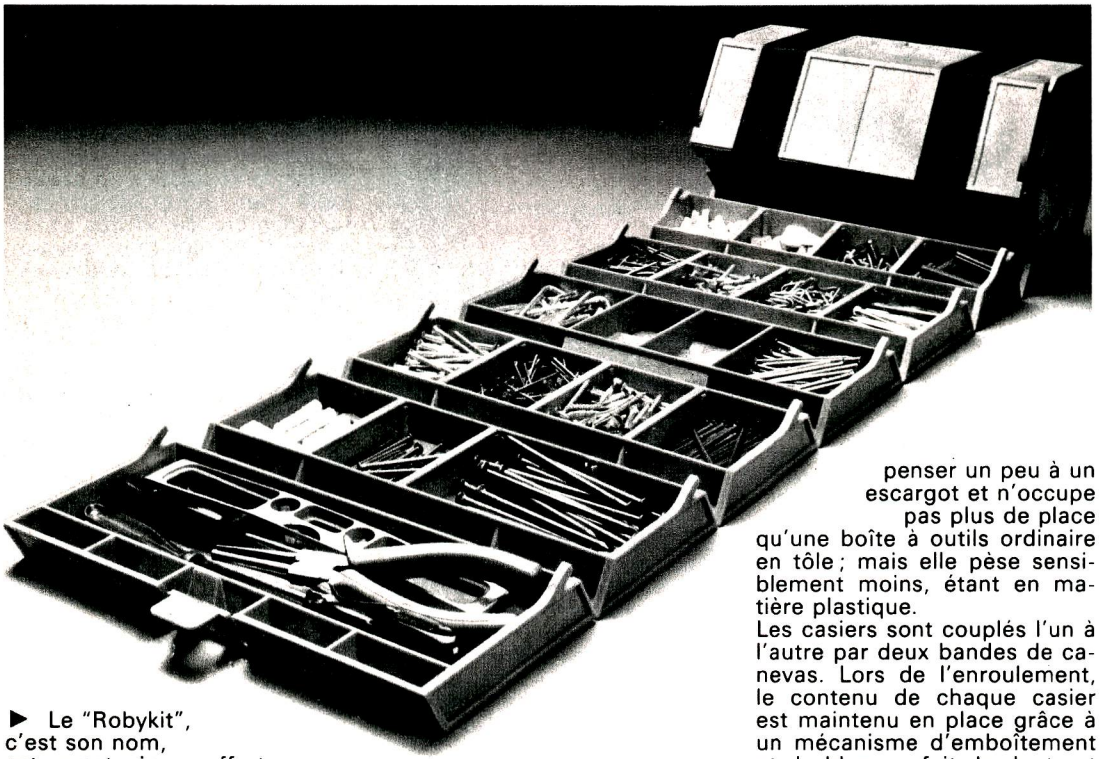
APRÈS TRENTE ANS : ATTENTION !

► A la suite d'incidents survenus lors de manifestations sportives récentes, notamment au dernier marathon Paris-Versailles, la Fédération de cardiologie a tenu à rappeler un certain nombre de vérités et de conseils en matière de prévention des maladies cardio-vasculaires :

- A partir de la trentaine, savoir accepter une diminution des performances, même dans un sport que l'on a pratiqué longtemps ; conserver néanmoins, une activité physique toute l'année.
- Après une interruption plus ou moins longue, qui se produit souvent autour de la trentaine (en raison de la vie familiale et professionnelle), il faut repartir à zéro, car il suffit que l'on arrête très peu de temps de faire du sport pour que tout l'acquis soit perdu.
- Il vaut mieux bien manger et avoir une activité physique soutenue plutôt que de se restreindre en état sédentaire. Et la poursuite d'une activité sportive (ou sa reprise) au-delà de la quarantaine est bénéfique du point de vue psychologique.
- La baisse des performances physiques qui se produit à partir de la trentaine est parfaitement normale ; elle est due à un vieillissement physiologique tout aussi normal. Tout vieillit : non seulement le cœur et les artères, mais aussi les os, les tendons, les muscles, les articulations, la capacité pulmonaire s'abaisse, le rein filtre moins de sang, etc. Il faut donc adapter le sport et l'exercice physique en général à cette régression. Par conséquent :
- Cesser d'être l'esclave du chronomètre ou de la distance.
- Éviter de s'opposer à des sportifs plus jeunes.
- Prendre conseil le plus souvent possible auprès d'un entraîneur professionnel (d'où l'utilité d'être inscrit dans un club).
- Voir son médecin (ou celui du club) ; un tel contrôle peut permettre de sauver les sujets pour qui continuer le sport s'avérerait dangereux.

Pour toute information : Fédération de cardiologie, 50, rue du Rocher, 75008 Paris.

L'ESCARGOT-BOÎTE À OUTILS



► Le "Robykit", c'est son nom, est un astucieux coffret de rangement pour clous, vis, outils, composants électroniques, mercerie, articles de pêche, etc.

Déployée, elle découvre une succession de 11 ou 14 casiers (selon la version), soit en tout 110 ou 140 cm. Repliée, elle fait penser un peu à un escargot et n'occupe pas plus de place qu'une boîte à outils ordinaire en tôle ; mais elle pèse sensiblement moins, étant en matière plastique.

Les casiers sont couplés l'un à l'autre par deux bandes de canevas. Lors de l'enroulement, le contenu de chaque casier est maintenu en place grâce à un mécanisme d'emboîtement et de blocage fait de dents et de gorges. Prix : 100 et 130 F environ (selon le modèle). En vente dans les grands magasins.

ELLE LAVE, ELLE RINCE, ET EN PLUS ELLE SÈCHE !

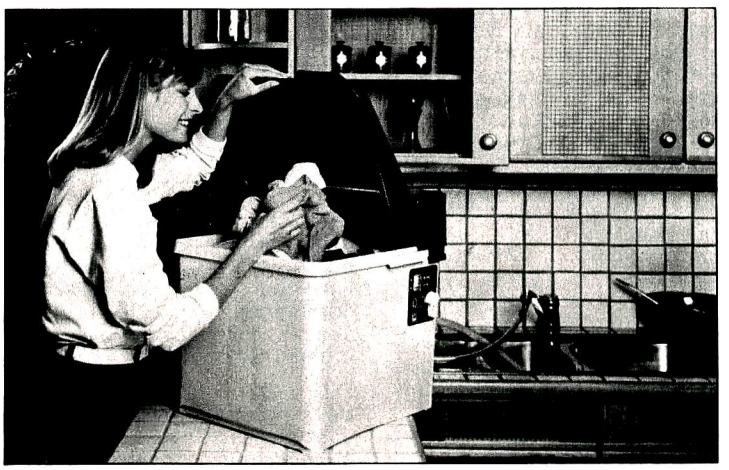
► La "Miniwash Sirocco" d'ITT est la première mini-lessiveuse qui lave, rince et sèche.

Son tambour pour le lavage est à mouvement rotatif (18 s/ 18 s). Pendant 10 mn, elle lave à fond tous les textiles (2 kg de linge comme le lin, la laine, le coton ou 1 kg de linge synthétique). Le tuyau d'alimentation d'eau s'adapte à la plupart des robinets, l'évacuation se faisant dans le lavabo ou la baignoire.

Le rinçage est automatique. Le principe est celui du siphon : tout en tournant dans le tambour, l'eau de lessive s'évacue et de l'eau propre la remplace progressivement. Ainsi, le linge se rince tout seul, en 10 mn.

Enfin pour sécher, il suffit de fermer le couvercle et de mettre en marche la minuterie sur le temps désiré (120 mn maximum). L'élément chauffant met alors ses 900 watts en action. Des pales pulsent de l'air chaud sur le linge qui tourne dans le tambour.

Dimensions : 51 × 47 × 56 cm pour un poids de 10 kg (elle est munie de roulettes pour faciliter son déplacement).
Prix : entre 750 et 800 F.



PHOTO

LA COPIE INSTANTANÉE DE DIAPOSITIVES SE DÉVELOPPE

► Les diapositives en couleurs peuvent, depuis de nombreuses années, être tirées sur papier et donner ainsi des épreuves en couleurs. Les résultats sont généralement très satisfaisants, mais l'opération demande au moins quelques jours puisqu'il faut passer par un détaillant et par un laboratoire (à moins, bien entendu, de faire soi-même les tirages). De telles copies sur papier peuvent aujourd'hui être tirées par les procédés de photo instantanée Polaroid ou Kodak. Tous délais sont alors éliminés. Polaroid fut la première firme à proposer un appareil autorisant cette copie instantanée, le Polaprinter (voir *Science & Vie* nº 760). Aujourd'hui, c'est la firme italienne Durst qui a conçu un matériel destiné au même usage, le Diacopy 810. Celui-ci utilise le procédé Kodak de photo instantanée (film PR 10). L'appareil dispose d'une visionneuse pour l'examen des vues. Sa luminosité est réglable. Deux filtres sont incorporés, l'un pour corriger les diapositives trop "froides", l'autre les trop "chaudes".
L'utilisation de l'appareil est d'une simplicité extrême: il suffit d'insérer la diapositive dans un logement, de presser un bouton pour réaliser l'exposition, puis de tourner une manivelle pour obtenir l'éjection de l'épreuve photographique.

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

FEUX DE CHEMINÉE: POUR FENDRE LES BÛCHES SANS ÊTRE BÛCHERON

► Il faut avoir déjà eu à fendre des bûches dans le sens de la longueur pour savoir que cela demande une certaine adresse. D'abord, il faut bien viser, en tenant la bûche d'une main et la hache de l'autre, ce qui n'est pas évident pour tout le monde ; et quand on finit par réussir son coup, le tranchant de la hache se coince dans la bûche, ce qui rend la suite de l'opération encore plus délicate.
Avec ce nouveau fendeur de bûches, plus besoin d'être bûcheron pour préparer votre feu de bois. L'appareil se compose d'une longue tige métallique se terminant par une pointe en biseau acérée ; un tube d'un certain poids coulisse le long de cette tige et vient buter contre l'arrière de cette pointe. Ainsi, il suffit de piquer la pointe de l'appareil sur la section de la bûche à fendre, puis de l'enfoncer en toute sécurité en cognant à coups répétés avec le tube coulissant.
Prix: 165 F. Pour tous renseignements: Promeca, BP 37, 59190 Hazebrouk.



LANGUES

DES COURS PARTICULIERS DANS LE MÉTRO



► Pendant les allers-retours domicile-travail en voiture ou par les transports en commun, lors de vos déplacements en train ou en avion et même pendant vos promenades à pied, vous pouvez suivre et répéter vos leçons d'anglais: il suffit d'un magnétophone qui tient dans le creux de la main, de quatre micro-cassettes (4 heures d'enregistrement qui correspondent à 146 leçons) et de la méthode Assimil. Cette méthode fonctionne sur Pearlcorder S 801 d'Olympus qui offre toutes les possibilités, les fonctions et la qualité d'un magnétophone professionnel:
- deux vitesses, deux heures d'enregistrement ;
- signal d'alarme en fin de bande, arrêt automatique ;
- compteur de bande à affichage à cristaux liquides avec mémoire ;
- commutateur d'alimentation pour une consommation électrique minimale.

Il suffit d'effleurer la touche mémoire pour sélectionner en quelques secondes la leçon recherchée et revenir en arrière pour la répéter.
Dimensions: 169 × 64 × 23 mm pour un poids de 240 g.
Prix: 1 700 F environ, tout compris (livre d'anglais, magnétophone, 4 micro-cassettes, un écouteur). Existera bientôt en allemand et en espagnol. En vente chez Sonalta (33, av. des Champs-Élysées, 75008 Paris). ■

VOUS AVEZ DIT INFORMATIQUE ?

Ma voiture, ma chaine, ma perceuse... mon ordinateur. L'informatique est toujours plus présente et pourtant nombreux sont ceux qui ne savent pas réellement ce qu'est un ordinateur individuel, comment il fonctionne, et quelles sont ses applications.
Ces ouvrages jalonnent les trois étapes du chemin qui les fera passer de "l'ignorance" à la connaissance du contexte économique et social (L'ordinateur individuel) des notions fondamentales (Visa pour l'informatique) et des éléments techniques de base (Mon ordinateur) en informatique individuelle.



L'ordinateur individuel
La nouvelle ère de l'informatique
Par Yves Leclerc
Ecrit par un journaliste canadien, L'ordinateur individuel est, à la fois, le roman de l'informatique de Pascal à nos jours, une réflexion sur les implications sociales de l'informatique et une présentation de l'informatique individuelle, de ses applications présentes et futures.
240 pages - 55,00 FF

Mon ordinateur
Par Jean-Claude Barbance
Comme tout objet technique, l'ordinateur, même individuel, ne peut être abordé sans une compréhension minimale de son fonctionnement et une connaissance de ses constituants. "Mon ordinateur" s'adresse aux non initiés pour leur apporter cette compréhension et ces connaissances, et les aider à choisir un équipement. Très pratique, ce livre est complété par un mini-dictionnaire des 140 termes et abréviations les plus utilisés en informatique, et une étude des prix à l'automne 1981.
128 pages - 60,00 FF

Visa pour l'informatique
Par Jean-Michel Jégo
L'informatique c'est quoi au juste ? "Visa pour l'informatique" expose clairement ce qu'est l'informatique et ce à quoi elle sert. L'auteur définit les fonctions et organes essentiels d'un ordinateur et décrit ce qu'est un programme, en ne faisant intervenir qu'un nombre restreint d'instructions. L'ouvrage est complété d'exercices et d'exemples. "Visa" est donc bien le livre d'initiation à l'informatique tant attendu.
96 pages - 45,00 FF

BON DE COMMANDE

Envoyer ce bon accompagné de votre règlement a
EDITIONS DU P.S.I
41-51, rue Jacquard BP 86
77400 Lagny-s/Marne
Tél. (6) 007.59.31.

DESIGNATION	NOMBRE	PRIX
	TOTAL	

Les prix sont : taxes, emballage et port compris.
(par avion : ajouter 5 FF par livre)

SV2

NOM _____ PRENOM _____

rue _____ N° _____

Code post. |_|_|_|_|_| Ville _____

Editions du P.S.I.
41-51, rue Jacquard
BP 86
77400 Lagny-s/Marne
Téléphone (6) 007.59.31

au Canada : SCE Inc.
3449 rue Saint-Denis
Montréal Québec H2X3L1
Tél. : (514) 843.76.63

La guérison de la timidité

On parle beaucoup d'une récente découverte qui permettrait de guérir radicalement la timidité.

D'après W.R. Borg, la timidité ne serait pas une maladie morale, mais une maladie physique.

« Prenez, dit-il, un timide. Empêchez-le de trembler, de rougir, de perdre son attitude naturelle pour prendre une attitude ridicule. Montrez-lui comment il peut éviter ces manifestations physiques de son émotion et vous l'aurez guéri de son mal.

Jamais plus il ne se troublera, ni pour passer un examen, ni pour déclarer son amour à une jeune fille, ni même s'il doit un jour parler en public.

Mon seul mérite est d'avoir découvert le moyen qui permet à chacun, instantanément et sans effort, de maîtriser ses réflexes. »

Il semble bien, en effet, que W.R. Borg a trouvé le remède définitif à la timidité.

J'ai révélé sa Méthode à plusieurs de mes amis. L'un d'eux, un avocat, était sur le point de renoncer à sa carrière, tant il se sentait bouleversé chaque fois qu'il devait prendre la parole ; un prêtre, malgré sa vaste intelligence, ne pouvait se décider à monter en chaire ; ils furent tous stupéfaits par les résultats qu'ils obtinrent.

Un étudiant, qui avait échoué plusieurs fois à l'oral du baccalauréat, étonna ses professeurs à la dernière session en passant son examen avec un brio étourdissant.

Un employé, qui osait à peine regarder son directeur, se sentit soudain l'audace de lui soumettre une idée intéressante et vit doubler ses appointements.

Un représentant, qui hésitait cinq bonnes minutes devant la porte de ses clients avant d'entrer, est devenu un vendeur plein de cran et irrésistible.

Sans doute désirez-vous acquérir, vous aussi, cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi, qui sont si précieuses pour gagner les dures batailles de la vie.

Je ne peux pas, dans ce court article, vous exposer en détail la Méthode Borg, mais j'ai décidé son auteur à la diffuser auprès de nos lecteurs.

Priez donc W.R. Borg de vous envoyer son intéressant ouvrage documentaire « Les Lois Eternelles du Succès ». Il vous l'adressera gratuitement.

Voici son adresse : W.R. Borg, dpt. 882, chez Aubanel, 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon.

E. DE CASTRO.

METHODE BORG

BON GRATUIT

à découper ou à recopier et à adresser à :

W.R. Borg, dpt. 882, chez AUBANEL, 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé « Les Lois Eternelles du Succès ».

NOM _____ PRENOM _____

N° _____ RUE _____

_____

CODE POSTAL _____ VILLE _____

AGE _____ PROFESSION _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.

LES EXTRATERRESTRES

(suite de la page 49)

ne crois pas que l'argumentation de Tipler ait prouvé grand'chose... »

La thèse de Tipler peut se résumer par la formule : « les extraterrestres n'existent pas ; nous les aurions rencontrés. » Mais sa démonstration ne concerne que les espèces intelligentes qui pourraient exister dans d'autres systèmes stellaires de notre Galaxie. Or il y a dans l'Univers des milliards de galaxies. Pourquoi la vie n'y serait-elle pas apparue et n'aurait-elle pas évolué comme sur notre Terre ?

Si Tipler ne pose pas la question, c'est que la réponse demeure au-delà de toute investigation scientifique. Et l'hypothèse (qu'il résout par la négative) d'une civilisation essaimant par sondes autoreproductrices jusqu'à atteindre notre système solaire ne peut même pas ici être examinée. Il importe de garder présente à l'esprit l'échelle des distances. La galaxie la plus proche de nous est à plus de deux millions d'années-lumière. A la vitesse de 1 000 km/s, que Tipler estime déjà accessible à notre technologie actuelle avec un moteur nucléaire, le voyage durerait entre 600 millions et un milliard d'années. Avec une technologie plus avancée, qui accélèrerait des sondes jusqu'au dixième de la vitesse de la lumière, soit 30 000 km/, il faudrait encore entre 20 et 30 millions d'années. On devrait donc admettre, non seulement que les capacités de maintenance et d'autoréparation de la machine de von Neumann persisteraient durant tout ce temps, mais encore que la civilisation qui aurait expédié un tel engin aurait été motivée par une finalité à si long terme, au-delà de tout avenir concevable pour elle-même.

Les fidèles des soucoupes volantes se demanderont aussi pourquoi Tipler affirme que nous n'avons jamais rencontré dans le système solaire d'engins expédiés par une autre civilisation. C'est que, là encore, Tipler se maintient sur le plan de la discussion scientifique. Les dizaines de milliers de photographies prises chaque année par les astronomes professionnels et amateurs n'ont jamais montré un objet de ce genre (en dehors des truquages ou des interprétations complaisantes d'images imprécises). Le mythe des OVNI est né, pour une bonne part, du désir qu'éprouvent beaucoup d'êtres humains de ne pas se savoir seuls dans le vaste Univers. A l'inverse, certains esprits trouvent, dans l'idée de cette solitude de notre espèce, une sorte de satisfaction d'orgueil. Les scientifiques les plus lucides savent bien que leurs positions, sur la vie extraterrestre, sont influencées par leurs préférences personnelles. C'est le progrès des connaissances qui tranchera, et non la culture des fantasmes. Actuellement, et pour longtemps peut-être, la science ne peut que cerner les données du problème.

Michel ROUZÉ ■

INTERFÉRON

(suite de la page 74)

Genentech a annoncé une nouvelle prouesse : le gène humain de l'interféron a été greffé à des cellules de levure *(Saccharomyces cerevisiae)* et ces cellules modifiées se sont mises à fabriquer de l'interféron humain, au taux de un million de molécules d'interféron par cellule de levure.

Or Genentech n'est pas seul dans la course. Talonné par Biogen et Cetus, suivi de grandes firmes pharmaceutiques, dont certaines japonaises, qui produisent déjà de l'interféron "classique", Genentech pense pouvoir être 200 fois plus productif avec ses nouvelles techniques qu'avec les méthodes classiques, et l'on envisage déjà, si peu de temps après que l'interféron coûtait encore des sommes exorbitantes (poids pour poids, plus de 100 fois le prix de l'or) que ce prix puisse être ramené à celui des antibiotiques.

Alors sera surmonté l'obstacle majeur qui a entravé les recherches depuis que le terme interféron a été créé il y a 25 ans : la pénurie, qui a empêché d'évaluer les propriétés fondamentales et les activités thérapeutiques de cette substance encore énigmatique.

Certes, le potentiel anti-cancéreux de l'interféron a défrayé la chronique. Mais, pour autant qu'il soit confirmé, il n'est pas le seul, loin de là, puisque l'interféron est avant tout une substance antivirale.

Grâce à son intervention, une quantité de maladies virales, invulnérables aux antibiotiques, devraient devenir guérissables. Ainsi, Michel Revel, de l'Institut Weissmann, en Israël, a montré que de petites quantités d'interféron introduites par gouttes ophtalmiques permettent de guérir les conjonctivites d'origine virale (adénovirus), qui sont épidémiques dans certains pays en développement (en Inde, une récente épidémie atteignit des millions de personnes, dont 1 à 2% risquent de perdre la vue). L'hépatite aiguë A, qui peut être très dangereuse chez les enfants, peut être prévenue par l'interféron.

La grippe, infection virale sans doute la plus répandue au monde, serait guérissable. Et si le prix de l'interféron s'abaisse suffisamment, nous pourrons nous permettre de ne plus souffrir du rhume : le Dr David A. J. Tyrell, du Centre de recherches cliniques de Harrow, Angleterre, un des participants au congrès de San Francisco, y a rapporté l'expérience suivante. Il a introduit par aérosol une infime quantité d'interféron dans les cavités nasales de 11 volontaires, puis tenté de les infecter par des rhino-virus (dont on pense qu'ils sont responsables de la moitié environ des rhumes chez l'homme). Aucun des volontaires ne contracta la maladie.

L'expérience était, certes, fort coûteuse. Mais elle permit de confirmer, une fois de plus, l'efficacité anti-virale de l'interféron.

Alexandre DOROZYNSKI ■

Mince et joliment ferme, oui, j'ai un secret.

Découvrez-le !

Les mots sont souvent trompeurs, les résultats seuls ne trahissent pas. Pourquoi ne pas essayer sans risque 10 jours chez vous la méthode Jimbody ? Rien à perdre. Tout à gagner.
Les résultats sur votre ligne ? Vous les vérifierez vous-même ! Aucune obligation d'achat.



Pour Elle... et Lui.

Jimbody
l'exercice musculaire passif-actif

Jessé-Jimbody 47, rue St-André-des-Arts, 75006 Paris. Tél. **325.93.44**

Renseignements : lundi au vendredi : 9 h 30 à 13 h et 14 h à 18 h 30 – samedi : 9 h 30 à 17 h 30.
Métros : place St-Michel : Odéon.
Autobus : 21, 24, 27, 38, 58, 63, 70, 81, 86, 96.
Parking : Mazarine.
Jimbody se vend aussi en pharmacie.



Made in France.

Syntec Publicité

votre vie.

on-réponse : pourquoi pas, un re

Angers 49000 : Cadam 10 bd Robert Tel. **43.60.83.** Confort 40 Centre Commercial Trigano, rue du Grand Monrireau Tel. **88.28.66. Bordeaux-Cauderan** 33200 : Ets Guy 8 av de la République Tél. **48.07.59. Bourg-en-Bresse** 01000 : Parfumerie PRALUS 30, rue du Mal Foch. Tél. **22.59.60. Chigny-les-Roses** 51500 : Coiffure Service, "Les Champs Bazard". Tél. **48.41.27. Clermont-Ferrand** 63000 : Office Médical du Centre 32, rue Pascal 63000 Pharmacie Benaquet Pl. du Plot Tel. **09.33.90. Limoges** 87000 Orthopédie 40, rue Pont de la Ballue 43, rue de la Conquête Tel. **01.22.28. Marseille** 13001 : Soulx Médical 29, rue de Melle Tel. **93.30.34. Rennes** 35000 : Pharmacie Jean Philippe 9, rue de l'Horloge Tél. **30.62.21. Rouen** 76000 : Parfumerie du Vieux Marché 18, pl. du Vieux Marché Tél. **71.00.59. St-Sébastien-d'Aloze** 30360 : Midi Orthopédie 9, rue des Messages. Tél. **03.34.18. Thionville** 57101 : Pharmacie Clement 6, rue Koltz Tél. **31.57.42.98. Toulouse** 31000 : Jimbody Sventon 13, rue Alsace Lorraine Tél. **21.72.43. Belgique** Jimbody Fanadem 29, Soulx Médical 29, rue de Melle Tél. **93.30.34. St-Sébastien-d'Aloze** 30360 : Midi Orthopédie 9, rue des Messages. Tél. **03.34.18. Thionville** 57101 : Pharmacie Clement 6, rue Koltz Tél. **31.57.42.98. Toulouse** 31000 : Jimbody Sventon 13, rue Alsace Lorraine Tél. **21.72.43. Belgique** Jimbody PVB A. Av de la Reine Astrid, 76 Kontich Tél. **283.65.04. Suisse** Repcom B.P. 283 CH-1211 Genève Tél. **22.46.32.55. Agents dans le monde. Allemagne** Francfort. **Angleterre** Bournemouth. **Danemark** Copenhague. **Espagne** Barcelone. **La Réunion**. Saint-Paul. **Canada** Québec. **Liban** Beyrouth.

COUPON-RÉPONSE pour une luxueuse documentation gratuite. Découpez et retournez ce coupon à Jessé-Jimbody 47, rue St-André-des-Arts 75006 Paris. Vous recevrez la documentation complète ainsi que les prix, conditions de crédit, conditions d'essai, compte rendu du test, etc. Indiquez vos :

Nom (en capitales) _____

Prénom _____

Adresse complète _____

Code postal _____

☐ Membre du corps médical (justificatif joint).

2.SV.1

(suite de la page 94)

de donner de ses nouvelles, une procédure détaillée est déclenchée pour tenter de rétablir le contact et coordonner les recherches. Tous les pays de l'OTAN peuvent être amenés, en cas de besoin, à y collaborer avec tous les moyens à leur disposition. Dans le cadre de cette procédure de sauvetage, le DSRV peut être envoyé vers la zone générale du sinistre, soit par route puis par mer, soit par voie aérienne.

Par mer, deux possibilités : sur un navire ou sur un sous-marin "mère". Les navires spécialisés pour le transport et la mise en œuvre des submersibles de sauvetage sont deux *ASR*-catamarans de 76 m de long dont les coques sont séparées de 10,36 m, l'espace central étant réservé au transport et au mouillage des submersibles de sauvetage. Ces navires sont le *Pigeon* et l'*Ortolan,* lancés en 1969, ils sont équipés également d'un portique coulissant pour la mise à l'eau de deux systèmes de plongée profonde à l'oxyhélium (ensembles cloche-tourelle) qui permettent des interventions jusqu'à 250 m, au besoin en saturation. Ils peuvent aussi lever 60 t par l'arrière, ils ont leur propre héliport, etc.

Les bâtiments "mères" des DSRV sont des sous-marins nucléaires SSN, le SSN 666, USS *"Hawkbill"* et le SSN 672, USS *"Pintado"*. Ces sous-marins mères peuvent marcher à 15 nœuds en portant leur "enfant" accroché sur le dos, avec possibilité de transfert des équipages à sec en plongée.

Pour les transports par voie aérienne, des avions spéciaux, des C 141 Starlifter, ont été adaptés également, l'un pour transporter le submersible lui-même, l'autre pour transporter le camion-porteur qui lui permettra de continuer son chemin par route depuis l'aéroport d'arrivée.

Dans tous les cas, arrivé à proximité immédiate de la zone du sinistre sur le dos d'un sous-marin "mère", le DSRV quittera son porteur dès que celui-ci aura atteint sa profondeur limite de sécurité pour descendre seul jusqu'au sous-marin en détresse. Il procédera alors aux opérations de verrouillage de la partie inférieure de sa jupe de transfert, sur la plate-forme entourant l'écoutille de secours du sous-marin. Une fois l'étanchéité vérifiée, le sas sera vidé de son eau par une chasse d'air comprimé. A ce moment, les naufragés peuvent ouvrir leur écoutille et pénétrer dans le DSRV. Lorsque le maximum de 24 hommes a embarqué, on verrouille les écoutilles et le DSRV retourne se "remarier" au sous-marin "mère" qui l'attend entre deux eaux. Pendant le transfert des hommes, les batteries du sous-marin et ses réserves d'air comprimé sont rechargées. Le sous-marin de sauvetage redescend alors et recommence la manœuvre. On estime que pour évacuer tout l'équipage d'un sous-marin nucléaire d'attaque, il faudrait 7 voyages, soit 17 heures de manœuvres ininterrompues. Les 41 sous-marins stratégiques SSBN (conventionnels) américains, qui plongent à 300 m, les 68 sous-marins nucléaires d'attaque SSN, qui descendent probablement à 600 m et plus, et les 9 sous-marins d'attaque SS sont tous munis d'une plate-forme d'écoutille compatible avec la jupe du DSRV. L'entretien et le support des DSRV en temps normal est assuré par 4 ASR spécialement équipés, des navires de 1 600 t.

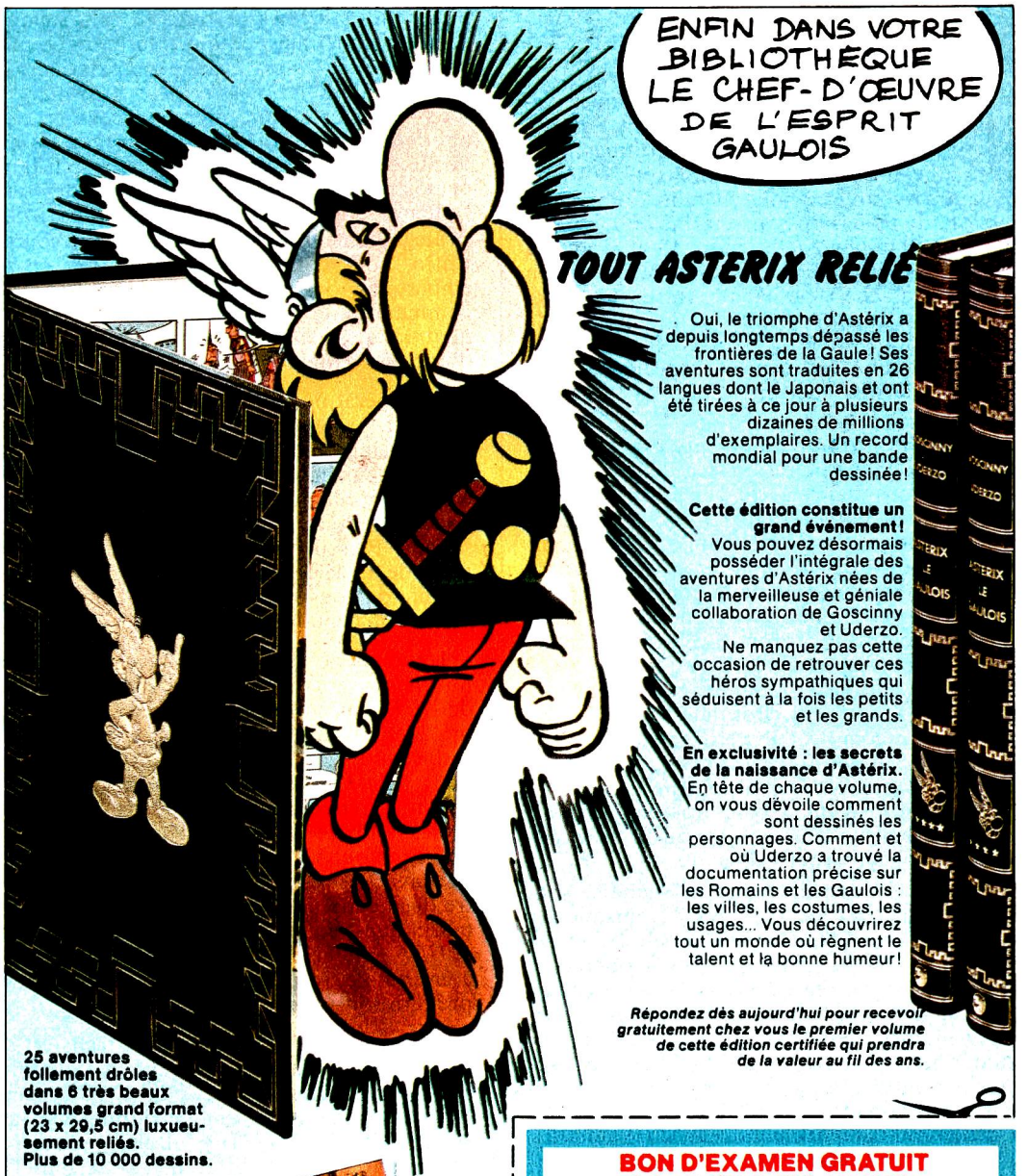
DES CENTAINES DE SOUS-MARINIERS PERDUS RIEN QU'EN TEMPS DE PAIX

DATE	BATIMENT(*)	LIEU - PROFONDEUR	ISSUE
1851		Baltique - 18 m	3 survivants en remontée libre
1904	HMS A3		Équipage asphyxié
1905	Farfadet	France - 15 m	14 hommes lentement asphyxiés
1909	HMS C11	Eaux anglaises	16 victimes
1927	USS S4	Massachusetts - 30 m	Équipage complet lentement asphyxié
1925	USS S51	Block isl - 40 m	Équipage, sauf 3 hommes, lentement asphyxié
1931	HMS Poséidon	Chine - 46 m	6 rescapés en remontée libre (bends sévères)
1939	USS Squalus	Côte N.-E. des USA - 62 m	33 survivants en cloche McCann (4 voyages)
1939	Phénix (France)	Mer de Chine - 135 m	65 disparus
1939	USS 09		Broyé par la pression : pas de survivants
1939	HMS Thétis	Côte anglaise	Quoique partiellement émergé : 4 survivants sur 103 (remontée libre)
1946	"2326" (français)	Toulon	22 disparus
1949	Cochino (USA)	Norvège	Incendié et coulé : 76 victimes
1950	HMS Truculent	Est de la Tamise	15 rescapés, 64 morts (la plupart de froid)
1951	HMS Affray	Manche	75 disparus
1952	Sybille (France)	Toulon	48 disparus
1953	Dumlupinar (turc)	Dardanelles	91 morts
1955	HMS Sidon	Portland	13 morts
1963	USS Thresher	Nouvelle-Angleterre	129 morts (implosion en eau profonde)
1966	Haï (allemand)	Shetland	20 morts, 1 survivant
1968	Dakar (israélien)	Chypre	69 morts
1968	Sous-marin de la "classe Serbe" (URSS)	Pacifique	Aucun survivant, récupéré secrètement de 5000 m de fond par la CIA en 1969 avec le "Glomar Explorer" (projet Jennifer)
1968	Minerve (France)	Toulon	52 morts
1968	Scorpion (USA)	Açores	(implosion)
1970	Eurydice (France)		57 morts (implosion)

(*) La liste est incomplète ; puisqu'elle ne concerne pratiquement pas les sous-marins soviétiques.

La marine soviétique possède un sous-marin-"mère" porteur de 4 petits sous-marins de sauvetage, type DSRV (croit-on), c'est l'*India*, à propulsion classique diesel-électrique, vu ré-

(suite du texte page 166)



TOUT ASTERIX RELIÉ

Oui, le triomphe d'Astérix a depuis longtemps dépassé les frontières de la Gaule! Ses aventures sont traduites en 26 langues dont le Japonais et ont été tirées à ce jour à plusieurs dizaines de millions d'exemplaires. Un record mondial pour une bande dessinée!

Cette édition constitue un grand événement! Vous pouvez désormais posséder l'intégrale des aventures d'Astérix nées de la merveilleuse et géniale collaboration de Goscinny et Uderzo. Ne manquez pas cette occasion de retrouver ces héros sympathiques qui séduisent à la fois les petits et les grands.

En exclusivité : les secrets de la naissance d'Astérix. En tête de chaque volume, on vous dévoile comment sont dessinés les personnages. Comment et où Uderzo a trouvé la documentation précise sur les Romains et les Gaulois : les villes, les costumes, les usages... Vous découvrirez tout un monde où règnent le talent et la bonne humeur!

Répondez dès aujourd'hui pour recevoir gratuitement chez vous le premier volume de cette édition certifiée qui prendra de la valeur au fil des ans.

25 aventures follement drôles dans 6 très beaux volumes grand format (23 x 29,5 cm) luxueusement reliés. Plus de 10 000 dessins.



En cadeau

avec votre premier volume, un magnifique puzzle inédit de 500 pièces "le Banquet gaulois" Répondez vite!

DARGAUD ROMBALDI

BON D'EXAMEN GRATUIT

A retourner dès aujourd'hui – sans argent – à Rombaldi Éditeur, 76047 Rouen Cedex

OUI, je veux recevoir chez moi pour un examen gratuit de 12 jours, sans aucun engagement, le premier tome relié des Aventures d'Astérix le Gaulois et mon cadeau.
Si je suis déçu, je vous retournerai le tout sans rien vous devoir. Mais, si je décide de le garder, je vous le réglerai à des conditions tout à fait exceptionnelles : en 2 mensualités, chacune de (79,90 F + 5,90 F de participation aux frais d'envoi).
Je recevrai ensuite, en bénéficiant des mêmes conditions exceptionnelles garanties pour toute la collection, les 5 autres tomes à raison d'un tous les 2 mois.
Bien entendu, je peux arrêter ma collection à tout moment.

Nom .....

Prénom .....

N° et rue .....

Ville .....

Code postal |_|_|_|_|_| **250 5 061**

Signature indispensable .....

(suite de la page 164)

cemment dans le Pacifique. Les Soviétiques disposent en outre de 9 ASR de type *Prut* équipés d'une bigue de levage, de deux portiques pour mettre à l'eau des cloches de plongée profonde pouvant se coupler à une chambre de décompression, de télévision sous-marine, etc. La marine soviétique possède en outre 13 ex-drageurs de mines, aménagés et capables de mettre en œuvre une cloche à plongeurs. Enfin, le navire de levage *Karpathy* dispose d'une cloche de plongée. Toutes cette flottille sert les 350 sous-marins de combat tactiques et stratégiques, dont 158 sous-marins nucléaires, de la flotte de l'URSS.

Le sous-marin de sauvetage suédois est un engin de deuxième génération. Ce dernier-né du sauvetage sous-marin a été conçu et construit conjointement pour la marine royale suédoise par les chantiers navals Kockums, à Malmö, en Suède, et par la Comex de Marseille. Kockums est le spécialiste suédois de la construction des sous-marins, et Comex est le spécialiste mondial de la plongée profonde. L'expérience de Comex était indispensable parce que l'*URF*-351 (nom de ce bâtiment) n'est pas seulement une version pour moindre profondeur du DSRV, c'est aussi un complexe hyperbare qui peut être mis en pression pour recevoir des naufragés qui se sont évadés en plongée libre, leur assurer une décompression adéquate et les transférer. Enfin, c'est également un sous-marin pouvant descendre des plongeurs à pied d'œuvre.

Les besoins de la flotte navale suédoise sont différents de ceux de l'US Navy, puisque les submersibles suédois ne sont appelés, dans le cadre de la défense nationale, qu'à opérer en Baltique où la profondeur maximum ne dépasse guère 200 m. Compte tenu des marges de sécurité souhaitables, c'est donc un engin dont la profondeur maximale est limitée à 460 m et la profondeur d'intervention en plongée à 300 m qui avait été commandé. L'*URF* diffère du DSRV en ce que son compartiment central est cylindrique et non pas sphérique (il peut recevoir vingt-cinq survivants). Le quatrième compartiment (sphérique, lui), qui se trouve à l'arrière et qui peut s'ouvrir par une écoutille inférieure une fois qu'il a été mis en équipression, permet la sortie de plongeurs qui peuvent aller dégager les obstacles éventuels à un bon "mariage" entre le sous-marin sauveteur et le sous-marin en panne. L'écoutille centrale, utilisée pour le sauvetage proprement dit, est manœuvrée hydrauliquement sous contrôle d'une caméra de télévision, avec éclairages extérieurs. Elle possède un treuil hydraulique interne pour les manœuvres et un coupe-câbles, hydraulique également.

Vue de l'extérieur, la sphère de pilotage possède trois hublots permettant une vue oblique vers l'avant et le bas. Un bras manipulateur se trouve dans leur champ visuel. Les batteries, au plomb, les systèmes de ballast, les systèmes de contrôle d'inclinaison au mercure (un en proue, un en poupe) sont également extérieurs aux sphères habitables. L'*URF* peut être "marié" au sous-marin en panne même si celui-ci repose obliquement sur le fond, et ce jusqu'à un angle de 30, et peut-être de 45%. Dans ce but la jupe peut être vidée par l'un ou l'autre des quatre systèmes d'entrée et de sortie d'air et d'eau, stratégiquement disposés sur tout son pourtour. Enfin, pour compenser le poids des rescapés embarqués, des réservoirs de grenaille de fer, commandés de l'intérieur, peuvent être vidés en quantité correspondant chaque fois au poids d'une personne.

En opération simulée (car l'*URF*, lui non plus, n'a pas encore participé à des opérations de sauvetage réelles) et une fois l'alarme donnée, ce sous-marin est conduit sur un véhicule routier spécialement construit jusqu'au port de la côte suédoise le plus proche du site des opérations. Puis il est transporté par mer dans la zone de l'accident. En plongée, il s'approche ensuite du sous-marin échoué, s'oriente au-dessus de son écoutille de secours et vient s'y fixer.

L'étanchéité et le verrouillage une fois obtenus, le sas sera vidé de son eau dans les ballasts de l'*URF* au moyen d'une chasse d'air comprimé. L'équipage du sous-marin peut alors ouvrir son écoutille, pénétrer dans la jupe, et de là dans l'*URF*. Celui-ci referme alors sa propre écoutille, renvoie dans la jupe l'eau qu'il y avait prise, se libère du sous-marin en panne et peut enfin remonter, soit pour être remorqué vers le port avec les rescapés, soit pour se "marier" entre deux eaux ou en surface avec un autre sous-marin dans lequel seront transférés les rescapés. L'*URF*, en même temps, fera son plein d'air comprimé et rechargera ses batteries afin de reprendre son intervention.

Le cas peut se présenter où le transfert ainsi décrit ne pourrait se faire à cause des avaries subies par le sous-marin en panne, par exemple, la plate-forme entourant l'écoutille peut avoir été détruite. L'*URF-351* peut alors adopter une tactique totalement différente et devenir l'abri dans lequel les rescapés se sauveront en plongée libre. Dans ce cas, et comme cela se pratique depuis toujours dans les sous-marins classiques, l'équipage peut noyer partiellement l'intérieur du sous-marin et s'évader ensuite, une fois l'équipression obtenue. Bien entendu, le sous-marin de sauvetage sera préalablement venu s'amarrer solidement, au moyen de deux élingues d'acier, juste au-dessus de l'écoutille de sortie. La manœuvre suppose qu'une fois les arrangements pris avec les rescapés, le sous-marin de sauvetage sera remonté en surface pour recevoir d'un navire de soutien de surface l'air comprimé nécessaire pour créer une pression égale à celle du fond. Il redescendra ensuite, ses plongeurs procéderont aux amarrages nécessaires et

(suite du texte page 168)

Calculatrices & J^x Echecs vendus par poste chez Duriez.

Media-Conseil

Prix jusqu'au 10/1/82

Hewlett-Packard

HP 34 C : 1070 F ttc
HP 11 C : 1030 F
HP 41 C : 1780 F
Lect. carte pour
HP 41 C : 1450 F
Module 237 F
— quadruple ; 780 F

Texas-Instrum

TI 58 C : 750 F
TI 59 : 1350 F
TI 100 C : 1750 F

Casio 702 : 1320 F

Sharp PC 1211 : 1095 F

Imprimante CE 122 : 895 F

Echecs électroniq.

Mini Chess Challenger	727 F
Sensory Ch. Ch.	1650 F
Ch. Ch. Champion	4300 F
Chess Executive	1177 F
Great Game Mach.	2950 F
Super System V	3450 F
Super Sensor IV	1750 F
Savant	3950 F
Mephisto	1900 F

Duriez 132 Bd St Germain, 6e. Mo Odéon. Expédition sans frais Joindre cheq. à commande. Garantie 1 an pièces et MO. Satisfait ss 8 jrs ou remboursé.

connaître et comprendre l'univers

L. Gouguenheim



Dans la même collection

— A Guinier
La structure de la matière

— R. Daudel
Vision moléculaire du monde

COLLECTION LIAISONS SCIENTIFIQUES

Éditions du CNRS
HACHETTE

CARABINE 22 LONG RIFLE

A BALLE OU GRENAILLE DE PLOMB

A UN COUP
A REPETITION
AUTOMATIQUE

Beretta
MAISON FONDÉE EN 1680



CHARGEUR MOBILE
5 ou 10 coups

BLOC CULASSE DÉMONTABLE
SANS OUTIL

CROSSE NOYER FORME PISTOLET
A BUSC MONTE CARLO

SUR DEMANDE EST ÉQUIPÉE D'UNE LUNETTE VISEUR
ET D'UN MODÉRATEUR DE SON "DISKRET"

UNE CARABINE 22 L.R. DE GRANDE CLASSE

SE FAIT AUSSI EN MODÈLE LOURD TYPE OLYMPIA

DISTRIBUTEUR EXCLUSIF : BERETTARMI S.A. – 54, Avenue Paccard – 42340 VEAUCHE

EN VENTE SEULEMENT CHEZ M.M. LES ARMURIERS QUALIFIÉS

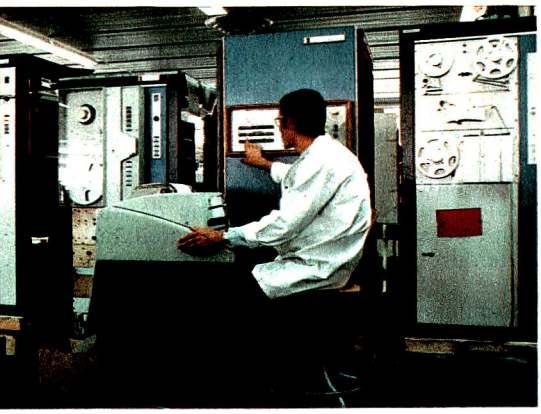
Face
appro



HAVAS CONSEIL

LE PELERIN. PLUS PROCHE,

à la profusion des savoirs, fondir ce qui nous est essentiel.



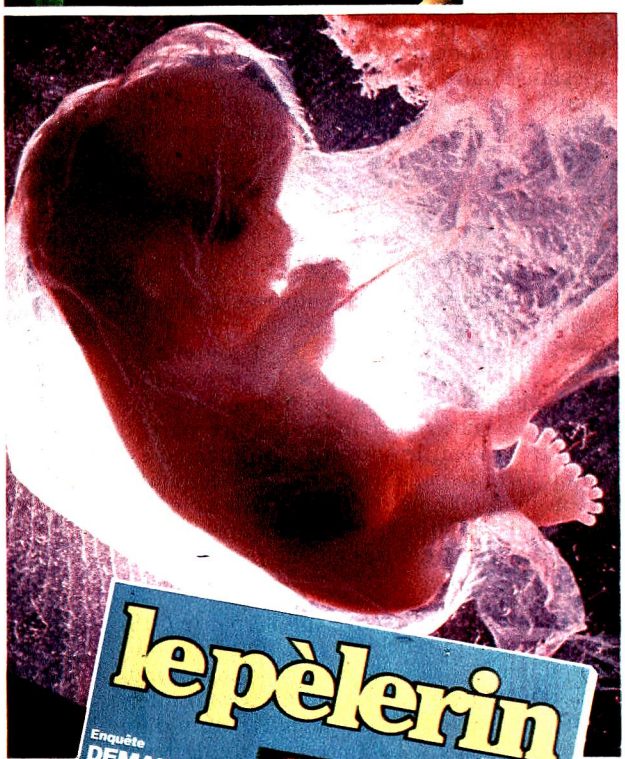


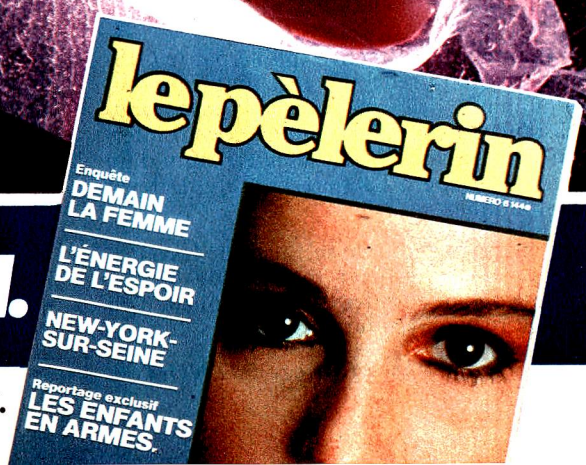
Chaque jour les conquêtes de la science bouleversent notre univers et font reculer les frontières de la connaissance.

Chaque jour de nouvelles découvertes accaparent l'information, sollicitent notre attention. Comment discerner ce qu'il est essentiel de comprendre et de retenir. Comment apprécier ce qu'il importe de savoir.

Ouvrez le Pèlerin. Quand il traite de sujets scientifiques ou d'expériences récentes, c'est avec la volonté d'approfondir et d'enrichir. Quand il analyse l'actualité ou part en reportage, c'est avec le souci de la vérité, en faisant appel à la tolérance et à la compréhension. Quand il donne des informations pratiques, il le fait sous le signe de l'amitié.

Page après page se dégage un langage particulier. Un ton différent, empreint de chaleur et de simplicité. Semaine après semaine, au sein de la famille, le Pèlerin devient un compagnon. Une occasion de rencontre. Un lien entre les générations.





PLUS HUMAIN.

Chaque semaine.

SOUS-MARINS

(suite de la page 166)

les rescapés pourront alors, en apnée, parcourir les quelques mètres séparant les deux écoutilles. Une fois l'équipage ainsi récupéré, l'*URF* refermera son écoutille et se transformera en chambre de décompression pour les rescapés et pour l'équipage qui seront tous à ce moment logés à la même enseigne. L'*URF* peut, soit assurer la décompression totale de ses occupants, soit les transférer dans un autre sous-marin ou, en surface, dans un navire muni d'une installation de décompression plus confortable, et ceci au moyen d'une capsule de transfert spécialement conçue, compatible avec l'un et l'autre.

Où en est-on en France? Une douzaine d'autres pays encore, dont l'Angleterre et la France, possèdent une flotte sous-marine. La France utilise actuellement cinq sous-marins nucléaires stratégiques qui descendent à "plus de 200 m", cinq sous-marins nucléaires d'attaque et vingt-cinq sous-marins conventionnels. Elle ne possède pas de submersible sauveteur de sous-mariniers. Toutefois, un bâtiment spécialisé dans l'exploration et la recherche sous-marine, le *Triton* (1 410 t), lancé en 1970, affecté au GISMER (Groupe d'intervention sous la mer), est spécialisé dans la mise en œuvre d'ensembles de plongée profonde (groupes tourelle-caisson) et d'engins d'observation sous-marine et d'intervention légère, par télévision en circuit fermé et télémanipulateurs. Ce bâtiment possède une installation de positionnement dynamique commandée par ordinateur, est équipé d'un sonar de bord et d'une plate-forme porte-hélicoptère.

C'est à ce bâtiment qu'incomberait la mission de sauvetage éventuel d'un sous-marin en panne. Le *Triton* peut, grâce à sa tourelle de plongée, envoyer deux équipes de quatre plongeurs jusqu'à 250 mètres, pour apporter une aide au sous-marin en panne. D'autre part, il peut mettre à l'eau le sous-marin biplace d'exploration *Griffon* capable d'effectuer de petites tâches jusqu'à 600 mètres, à l'aide de son bras manipulateur. Enfin, des soucoupes plongeantes peuvent être mises en œuvre à ce même effet.

Enfin, un autre bâtiment exploité par le GISMER, l'*Isard*, possède un ensemble télécommandé nommé "Eric" qui peut voir et manipuler à distance, ainsi qu'une unité légère d'intervention sous-marine. Ce bâtiment est muni d'un portique de levage à l'arrière capable de lever cinquante tonnes.

C'est, en France, tout le secours que les sous-mariniers peuvent espérer recevoir de la surface. C'est l'honneur des sous-mariniers d'en accepter le risque avec lucidité.

Robert STÉNUIT ■

ÉGALISEURS

(suite de la page 130)

dement audibles. Dans la réalité, les crêtes de modulation atteignent facilement un pareil niveau. Il faut donc bien veiller à ce que la modulation moyenne qui sera injectée à l'entrée du SE-9 ne dépasse pas 200 à 300 millivolts, ce que sortent à peu près la plupart des magnétocassettes stéréophoniques.

● Le SE-9 doit toujours rester branché sur le secteur car, en l'absence d'alimentation, sa mémoire ne conserve plus les programmations. Lors du nouveau branchement, il faudra refaire tous les réglages. Il est vraiment déplorable que Sansui n'ait pas cru bon (comme cela existe couramment sur les tuners à présélection mémorisée des stations) d'incorporer des piles qui alimenteraient uniquement le système de mémorisation en cas d'extinction de l'appareil, ou, à plus forte raison, en cas de coupure du réseau EDF.

Une recommandation, enfin : lorsque le bruit rose est reproduit par les enceintes acoustiques, bien surveiller les témoins du niveau bas (*under level*) et de niveau haut (*over level*) : il faut régler le potentiomètre rotatif de manière que les deux témoins rouges (diodes) soient éteints.

Quant aux quatre courbes d'égalisation préréglées d'origine par Sansui, il ne faut pas trop les prendre au sérieux. Elles ne donnent que des indications de base. Une sorte de solution de facilité pour enregistrer une cassette destinée à sa voiture ou gagner du temps lors d'une surprise-partie. Il nous faut préciser, en effet, que ces quatre corrections de principe ne tiennent pas compte de l'égalisation propre à la salle d'écoute.

Pour terminer, souhaitons que Sansui réalise rapidement un modèle parfait dans lequel les programmes mémorisés ne seraient pas perdus en cas de coupure du secteur, et dans lequel les sensibilités d'entrées seront plus confortables (2 volts, ce n'est rien à réaliser techniquement !). Ou, pourquoi pas, la fabrication d'un égaliseur-ordinateur aux performances plus larges, avec des courbes d'égalisation pré-réglées plus nombreuses, permettant de disposer d'un son à la carte permettant surtout à l'atténuation des distorsions acoustiques provoquées par l'inadaptation du local d'écoute. La possibilité, également de pouvoir y introduire un plus grand nombre d'égalisations de son choix. Augmenter aussi le nombre de fréquences charnières : dix ou douze. Par exemple, à 50-125-1 000-12 000 ou 15 000 hertz.

Reste le prix : quatre mille francs, prix public (taxes comprises). Nous pensons que les services rendus par le SE-9 méritent ce sacrifice. Ne serait-ce que pour se passer des prestations d'un spécialiste du son qui risquerait de se prendre au sérieux...

Alain BELZ ■

HORS SÉRIE SCIENCE et VIE

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION

DES "HORS SÉRIE" SCIENCE ET VIE



LES TITRES CI-DESSOUS SONT ENCORE DISPONIBLES

N° 109	Photo-Ciné	(1975)	N° 129	Les ancêtres de l'homme	(1979)
N° 113	Hi-Fi acoustique	(1976)	N° 130	L'homme et son alimentation	(1980)
N° 118	Photo-Ciné	(1977)	N° 131	La planète des hommes	(1980)
N° 119	Aviation 77	(1977)	N° 132	L'invention et l'innovation	(1980)
N° 121	La terre notre planète	(1977)	N° 133	Le génie génétique	(1981)
N° 123	Résistance humaine	(1978)	N° 134	La photo et la vidéo	(1981)
N° 124	Les jeux de réflexion	(1978)	N° 135	Aviation (81)	(1981)
N° 127	Aviation 79	(1979)	N° 136	La médecine	(1981)
N° 128	La révolution télématique	(1979)			

BULLETIN DE COMMANDE

à découper ou recopier et retourner, paiement joint, à : SCIENCE ET VIE, 5, rue de la Baume 75382 PARIS CEDEX 08

VEUILLEZ M'ADRESSER LES NUMÉROS SUIVANTS :

NOM : ..... Prénom : .....

N° ..... Rue : .....

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

Ci-joint 14 F franco par exemplaire (étranger 16 F), soit ..... F pour ..... N°s

Par ☐ chèque bancaire ☐ CCP 3 volets (sans indiquer le n° de compte) ☐ mandat-lettre à l'ordre de Science et Vie.

Comment vous débarrasser définitivement de votre TIMIDITÉ

La timidité est un handicap considérable pour ceux qui en souffrent. Au moment où ils doivent agir, ils sont paralysés par des mécanismes psychologiques qui se traduisent par des phénomènes physiques visibles : rougissements, tremblements, bégaiements, etc.

Des psychologues se sont penchés sur le problème et une nouvelle méthode basée sur leurs travaux permet maintenant aux timides de se débarrasser de ce mal qui les gêne à tous les moments importants de leur existence. C'est une méthode que vous étudiez chez vous tranquillement, au moment qui vous convient, sans avoir à vous déranger, à consulter un psychologue ou à effectuer des travaux en groupe. Par une étude appropriée et des exercices progressifs très faciles, vous retrouverez votre véritable personnalité, cachée et affaiblie par cette timidité véritablement maladive.

Peu à peu, vous reprenez confiance en vous, tandis que les signes extérieurs de la timidité s'estompent et finissent par disparaître. Vous changez et vous devenez enfin vous-même, avec toutes les possibilités personnelles, sentimentales, professionnelles qui sont en vous, mais qui sont probablement bloquées par votre timidité actuelle.

Si vous désirez en savoir plus sur cette prodigieuse méthode, demandez gratuitement la brochure "Comment vaincre définitivement la timidité", mais faites-le tout de suite, car vous pouvez actuellement bénéficier d'un avantage supplémentaire exceptionnel.

Institut pour le Développement de la Culture Personnelle
58 rue Perronet - 92200 Neuilly sur Seine

GRATUIT Renvoyez ce bon à service SV1, I.D.C.I.
58, rue Perronet - 92523 Neuilly sur Seine Cedex.

Veuillez m'adresser gratuitement et sans aucun engagement la brochure "Comment vaincre définitivement la timidité" (joindre 1 timbre pour frais d'envoi).

Mon nom _____

Mon adresse _____

_____

Code postal (5 chiffres) _____

Ville _____

MÈRES SUPPLÉANTES

(suite de la page 114)

en moyenne à une production de 12 corps jaunes environ. La récupération par la voie cervicale (la seule voie économiquement adaptée au travail en ferme) d'embryons normalement développés est d'environ 60%. Sur cette collecte, il faut compter 35% de déchet, en moyenne, et une gestation pour deux embryons placés, soit, au total, 2 veaux nés. Le taux d'embryons viables peut cependant être amélioré.

Dans l'état actuel de la technique, leur examen de passage se fait après observation, à la loupe binoculaire, de leur morphologie. L'équipe de M. Du Mesnil du Buisson, à l'INRA de Jouy-en-Josas, a publié un document rassemblant les principaux critères de choix des blastocystes à transplanter. Elle travaille aussi sur une méthode de sélection basée sur le métabolisme de l'embryon, notamment sa consommation en glucose. Mais un séjour de 20 à 24 heures *in vitro* diminue trop fortement la viabilité de l'embryon, pour qu'on puisse en faire un procédé d'analyse. Pour une conservation de longue durée, la congélation est nécessaire. Malheureusement elle n'est pas encore parfaite. Les rendements (nombre de veaux produits/ nombre d'embryons congelés) se situent entre 30 et 45%. C'est pourtant l'efficacité de cette technique qui conditionne le stockage, l'expédition, et par suite le marché de l'embryon, produit nouveau, lucratif mais périssable. Grâce à elle, deux contraintes pratiques importantes pour le succès de la transplantation seraient supprimées :

- La synchronisation des cycles des receveuses, qui doivent venir en chaleur au plus tard un jour après la donneuse ;
- la détermination au hasard du nombre de receveuses à préparer, puisqu'on ne connaît pas *a priori* le niveau de super-ovulation de la donneuse.

Ce serait aussi l'"assurance-vie" d'une bonne génisse : une fois ses embryons congelés, sa mort avant même sa première lactation n'est plus aussi dramatique pour l'éleveur, son patrimoine génétique ayant été sauvé !

Mais, contrairement au sperme dont la congélation conserve plus de 10 millions de spermatozoïdes par dose, l'embryon est une unité différenciée qui ne doit pas être altérée. Ses cellules, qui contiennent 90% d'eau, doivent être protégées contre la formation de cristaux de glace. C'est pourquoi les nombreuses méthodes utilisées font toutes appel à un cryoprotecteur qu'il faut éliminer en 3 à 6 étapes après décongélation des embryons. Ceux-ci doivent alors à nouveau être triés, avant d'être transférés. Selon M. Renard, de Jouy-en-Josas, une amélioration de la nature des cryoprotecteurs et des conditions de congélation devrait rapidement conduire à des rendements de 50%.

En attendant, toutes les équipes de transfert s'essaient à cette technique. Depuis la première production de plusieurs veaux, après congélation, en 1977, 3000 veaux sont déjà nés d'embryons congelés dans le monde, et les grandes unités de transplantation américaines congèlent actuellement 20% des embryons collectés.

Pour augmenter le nombre d'embryons, une méthode très avancée dans les laboratoires est leur micromanipulation : des agneaux, des poulains, des veaux jumeaux sont déjà nés grâce à cette technique. Au 6e ou 7e jour, il est possible de sortir l'embryon de sa zone pellucide, de le diviser, et de réinsérer les deux moitiés dans deux pellucides hôtes. Par cette opération, qui ne dure pas plus d'un quart d'heure, un embryon en donne deux identiques génétiquement. Le laboratoire de Jouy-en-Josas a transplanté ainsi 14 couples d'embryons micromanipulés (1 couple par génisse). Sur les neuf gestations obtenues, l'échographie a montré six gestations gémellaires. Les vêlages de ces premiers jumeaux monozygotes doivent avoir lieu au début du mois de décembre. Le développement de cette technique permettrait d'étudier l'influence de la vie intra-utérine dans la mère porteuse... Les chercheurs essaient d'obtenir le même résultat de régénération avec des embryons de 8 jours, ce stade étant plus propice à toutes les opérations de transfert et de congélation.

A plus long terme, la solution qui permettrait d'obtenir un nombre encore plus grand d'embryons est la maturation des ovocytes *in vitro*. Ces cellules mûrissent normalement dans les follicules pour donner les ovules. Sans cette maturation la fécondation par le spermatozoïde ne peut avoir lieu. Leur maturation à l'extérieur des follicules, combinée avec la fécondation *in vitro*, dont la réussite sur les bovins est exceptionnelle (7), permettrait d'obtenir par centaines les embryons des super-parents. Et dans la foulée, en patientant quelques années de plus, on peut même envisager la multiplication des embryons du couple idéal, par transplantation des noyaux des premières cellules embryonnaires, dans des ovules juste fécondés (énucléés). Il y a trente ans que cela a été réussi chez la grenouille, mais chez les mammifères, cette "première" scientifique a été seulement réalisée sur des souris, à Genève, en janvier dernier.

La transplantation dans la transplantation n'est donc pas une fiction. Mais quelles que soient les perspectives, d'ailleurs plus ou moins rassurantes, ouvertes par toutes ces percées technologiques sur la manipulation des embryons, la durée et le lieu de la gestation restent pour l'instant inchangés. Les mêmes expérimentations se développent actuellement sur d'autres espèces telles que la jument, la brebis lainière...

La domestication des animaux n'a décidément pas de limites ! ***Marie-Laure MOINET***

(7) Le premier veau issu de la fécondation d'un ovule invitro, suivie de transplantation, est né aux États-Unis en juin 1981 ; il s'appelle Virgile et c'est l'équipe du Dr Brackett, à l'université de Pennsylvanie, qui a réussi cette prouesse.

IL FAUT DONNER A L'UNICEF POUR QUE LES ENFANTS VIVENT.



Chaque année 11 millions d'enfants dans le monde sont encore victimes de la diphtérie de la rougeole de la coqueluche de la tuberculose de la polio et du tétanos.

Mais 15 francs suffisent à immuniser complètement un enfant.

Avec vos dons, l'UNICEF intervient partout dans le monde et construit des bases de développement durables: puits, dispensaires, formation d'infirmiers et d'éducateurs de villages, fournitures de vaccins, de matériel agraire et médical, de nourriture essentielle.

C'est beaucoup. Mais ce n'est malheureusement pas assez!

Aidez-nous à prendre la pauvreté de vitesse.

UNICEF

Cet emplacement a été offert par le support, avec le concours gracieux de: Chris Steele Perkins (Magnum)

BON A DECOUPER

à joindre au versement et à adresser: Comité Français Fise/Unicef 35 rue Félicien David 75781 Paris Cedex 16.

Je désire aider l'Unicef et verse la somme de _____ F

☐ Par chèque bancaire à l'ordre du Comité Français pour l'UNICEF
☐ Par chèque postal C.C.P. 150 Paris.

Nom _____

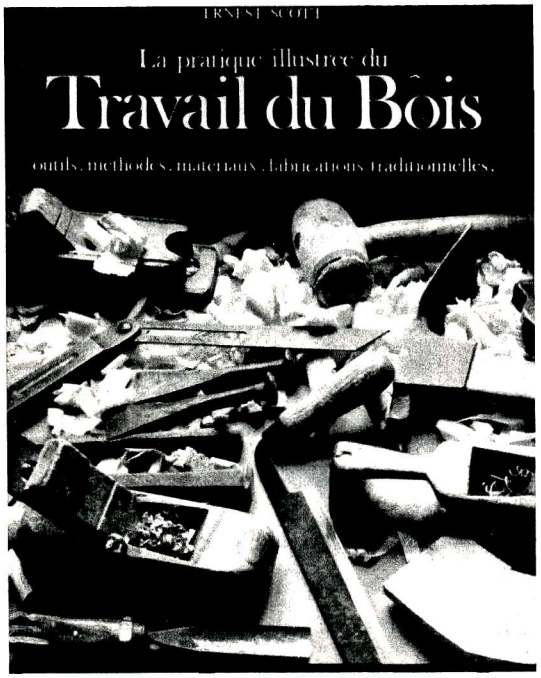
Adresse _____

Si vous êtes une entreprise. Montant du don: _____

Raison sociale _____

Adresse _____

SV



E. Scott

LA PRATIQUE ILLUSTRÉE DU TRAVAIL DU BOIS

Avant-propos. **Constructions classiques.** Meubles de rangement. Tables. Chaises. **Dessin.** Instruments de dessin. Techniques de base du dessin. Préparation d'un projet. Exemples de projets avec dimensions standard. **Outils.** L'atelier. L'établi. Outils de mesure et de traçage. Scies. Ciseaux et gouges. Rabots. Limes et planes. Meulage, aiguisage et repassage. Abrasifs. Perceuses et vilebrequins. Marteaux, maillets et tournevis. Machines fixes. **Méthodes.** Les assemblages : à mi-bois, encastrements, mortaises et tenons, à adents, à queue d'aronde, à goujons et tourillons, à rainure, languette et embout, pivotants. Travail des matériaux manufacturés. Carcasses et bâtis. Cintrage. Tour. Sculpture. Placage. Vernissage. Restauration. **Matériaux.** Bois de feuillus. Bois de conifères. Tronçonnage et séchage. Placages et matériaux manufacturés. Défauts. Essences du monde. **La quincaillerie d'ameublement.** Vis, pointes, clous et colles. Quincaillerie pour assemblages. Charnières et gonds. Tirants, roulettes et poignées. Serrures, loquets et encliquetages. Tablettes, tiroirs et accessoires pour le rangement. Glossaire.

269 p., 20,5 × 27,5, relié, plus de 2000 ill. dont 200 couleur, 1981, 225,00 F (franco : 250,00 F).

F. Abondance

RESTAURATION DES INSTRUMENTS DE MUSIQUE

Introduction. **Analyse des instruments de musique.** Composantes et techniques. Analyse scientifique. Altérations. Préservation. **Restauration.** Opérations préliminaires. Démontage. Nettoyage. Remise en forme. Compléments de parties endommagées. Renforts et doublages. Reconstitution au modèle de pièces. Recollage de parties disjointes. Garnitures. Protection de surface. Techniques auxiliaires. Réglage et harmonisation, entretien. Conclusion. Schémas. Notes. Glossaire. Bibliographie.

130 p., 21 × 21, relié, 90 photos dont 14 couleur, 22 dessins, 1981, 138,00 F (franco : 157,00 F).

C. Furst

LE CERVEAU ET LA PENSÉE

Les théories sur la relation corps-esprit. La vision. La veille et le sommeil. La pensée I : le langage humain et autres images mentales. La pensée II : souvenirs et projets. La conscience et les processus cérébraux. Bibliographie.

205 p., 17 × 22, figures, 1981, 75,00 F (franco : 91,00 F).

Y. du Boullay, B. Rocher-Barrat

LE CHAUFFAGE AU BOIS

Introduction. Prévoir sa consommation de bois de chauffage. Prévoir son auto-approvisionnement et choisir une sylviculture adaptée. Exploitation et vente du bois de feu. Conception des installations de chauffage au bois. Commercialisation du bois de chauffage. Avenir du bois combustible. Conclusion. Bibliographie. 13 annexes (adresses utiles).

120 p., 16 × 24, 20 photos, 41 fig., 9 tableaux, 1981, 70,00 F (franco : 84,00 F).

J.-R. Clergeau

RESTAURATION DES ARMES A FEU

Chronologie de l'évolution de l'arme à feu. Les différents types d'armes à feu et leurs variations à travers les âges. Examen et évaluation du travail. Démontage. **Réparations et réfections des parties en bois.** Nettoyage. Relevage des enfoncements. Apports de bois. Entures de fût. Sculpture et incrustations. Mise en couleurs et encaustiquages. **Restauration des parties métalliques.** Nettoyage, dérouillage et polissage. Chirurgie des canons. Vis et pas de vis. Reconstitution d'éléments classiques. Garnitures et baguettes. Ressorts. Pièces mécaniques d'armes à système. Restauration des décorations, gravures, damasquinures et dorures. Mises en couleurs par revenu. Bronzage. Installation de l'atelier et constitution de l'outillage. Glossaire. Bibliographie.

130 p., 21 × 21, relié, 63 photos dont 12 couleur, 23 dessins, 1981, 138,00 F (franco : 157,00 F).

Sous la direction de W. Thomson

LES PLANTES MÉDICINALES, botanique et ethnologie

Comment utiliser ce livre. Le Royaume végétal. Les meilleures plantes médicinales. Lexique : description de 247 plantes avec illustrations couleur. Maladies et troubles divers. L'héritage de la médecine traditionnelle. Les techniques de base de l'herboristerie. L'effi-

UNE BIBLIOGRAPHIE INDISPENSABLE

NOTRE CATALOGUE GENERAL

EN RÉIMPRESSION

QUANTITÉS	TITRES	MONTANTS
	TOTAL	

NOM .....

ADRESSE .....

.....

RÈGLEMENT JOINT : CCP ☐ CHÈQUE BANCAIRE ☐ MANDAT ☐

TOUS LES OUVRAGES SIGNALÉS DANS CETTE RUBRIQUE SONT EN VENTE A LA

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

43, rue de Dunkerque 75480 PARIS CEDEX 10 - Tél. 878.09.94
C.C.P. Paris 4192-26

COMMANDES PAR CORRESPONDANCE PRIX FRANCO
ETRANGER : recommandation obligatoire + 7,50 F

Horaire : Le lundi de 10 h 30 à 19 h, du mardi au samedi de 9 h à 19 h.

cacité des substances thérapeutiques végétales. Épilogue : l'avenir. Index. Bibliographie.

206 p., 19,5 × 26,5, très nombreuses illustrations, la plupart en couleur, 1981, 170,00 F (franco : 189,00 F).

Rappel : dans la même collection LES PLANTES DES DIEUX (R. Schultès, A. Hofmann), 150,00 F (franco : 173,00 F).
Les 2 volumes franco : 345,00 F.

Collectif

DES TESTS POUR MIEUX COMMUNIQUER

Nous souhaitons tous mieux communiquer et nous pourrions tous savoir mieux communiquer. Encore faut-il connaître les moyens pour y parvenir, et tout d'abord connaître, objectivement nos points forts et nos points faibles. Les 12 tests qui composent cet ouvrage vous permettront de faire le point sur cette question.

192 p., 16 × 19, 1981, 49,00 F (franco : 63,00 F).

S. Moutiers

BIEN CONSTRUIRE SA CHEMINÉE

Cet ouvrage présente 30 réalisations de cheminée, du rustique au très moderne. Chaque réalisation est illustrée d'une photo couleur et d'un schéma coté, et accompagne d'une notice sur les matériaux, la réalisation et les cotes.

63 p., 23,5 × 30,5, cart., 1981, 39,00 F (franco : 57,00 F).

S. de Mailly Nesle

L'ASTROLOGIE, l'histoire, les symboles, les signes

Introduction. **L'édification.** Le zodiaque. L'horoscope. **L'application.** L'itinéraire à travers l'histoire. L'astrologie médicale. L'astrologie et l'art. **La confrontation.** Corrélations entre le ciel et la Terre. Une explication. **La symbolique zodiacale.** Étude détaillée des douze signes. Conclusion : calcul du thème de naissance.

199 p., 26 × 30, relié, 179 ill. dont 86 couleur, 1981, 181,00 F (franco : 211,00 F).

E. Haymann

LA CHASSE AUX TRÉSORS, Guide de la détection en France, Belgique et Suisse

Introduction. Comment choisir votre détecteur ? Les droits du prospecteur. L'effet de sol. La restauration. La recherche historique. La recherche militaire. Éviter les dangers. Petite histoire de la chasse aux trésors. Ça n'arrive pas qu'aux autres. Fabriquez vous-mêmes votre détecteur. Les revues. Les bonnes adresses. Bibliographie.

25 p., 15 × 24, 26 photos et 15 fig., h.t., 1981, 55,00 F (franco : 71,00 F).

J.-P. Alem

NOUVEAUX JEUX DE L'ESPRIT ET DIVERTISSEMENTS MATHÉMATIQUES

Dans ce nouveau recueil, l'auteur propose 128 problèmes en forme de jeux, avec leur solution, de mathématiques, de linguistique, de logique, de cryptographie. Il a inséré des notes relatives à des curiosités mathématiques, et donne une bibliographie des traités anciens de jeux mathématiques.

333 p., 12 × 20,5, cart., illustrations, 1981, 70,00 F (franco : 88,00 F).

Rappel : du même auteur JEUX DE L'ESPRIT ET DIVERTISSEMENTS MATHÉMATIQUES, 60,00 F (franco : 78,00 F).
Les 2 volumes franco : 155,00 F.

Vous ne trouverez pas SCIENCES ET LOISIRS en kiosque. il est vendu uniquement par abonnement.



DU NOUVEAU DANS VOS LOISIRS SCIENTIFIQUES

Que vous consacriez vos loisirs à étudier les astres, observer la nature, collectionner les pierres, étudier les insectes, élever des oiseaux; faire de la radio, pianoter sur un micro-ordinateur, construire des maquettes, faire voler des avions, tester des énergies nouvelles, etc. SCIENCES ET LOISIRS vous concerne.

Que vous pratiquiez la science amateur seul, en groupe ou au sein d'un club, SCIENCES ET LOISIRS vous intéresse, car sa vocation est de vous informer, de vous aider et de vous défendre.

SCIENCES ET LOISIRS, c'est le journal de tous les scientifiques amateurs. Un journal que vous étiez très nombreux à attendre. Et qui suscite déjà un bel enthousiasme de la part des amateurs et des associations que nous avons contactés.

Deux fois par mois, dans SCIENCES ET LOISIRS, vous trouverez toutes les informations indispensables qui vous intéressent :

- le calendrier des manifestations et expositions,
- des reportages exclusifs sur les réalisations d'amateurs,
- des renseignements sur les clubs et les associations,
- des idées originales de recherches à entreprendre,
- comment défendre vos intérêts d'amateurs,
- des bancs d'essai de matériels,
- des annonces pour échanger ou vendre vos appareils,
- la revue des revues scientifiques,
- le courrier des lecteurs pour exprimer vos problèmes et vos souhaits,
- et beaucoup de conseils pratiques dans tous les domaines.

Abonnez-vous vite à SCIENCES ET LOISIRS en profitant du tarif spécial de lancement : 6 mois : 50 F (étranger : 60 F).

SCIENCES ET LOISIRS, le journal de vos loisirs scientifiques, paraît tous les 15 jours.

SCIENCES ET LOISIRS

le journal d'informations des scientifiques amateurs

BULLETIN D'ABONNEMENT

Tarif spécial de lancement 50 F

à découper ou recopier et adresser, paiement joint,
à SCIENCES ET LOISIRS, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS.

● Je m'abonne pour 6 mois ..... 50 F (étranger 60 F)
1 an ..... 120 F (étranger 140 F)

NOM : ..... Prénom .....
Adresse : .....
Code postal : ..... Ville : .....
Disciplines pratiquées : .....
Age et profession (facultatif) : .....
Signature (parents pour les moins de 18 ans)

● Ci-joint mon règlement de ..... F par :
☐ chèque bancaire, ☐ CCP 3 volets, ☐ mandat lettre, à l'ordre de SCIENCES ET LOISIRS.
Etranger : mandat international ou chèque compensable à Paris.

Informations commerciales

UN RASOIR "SPATIAL" !

Sélectionné par la NASA pour le vol d'Apollo 14, le rasoir CFE est autonome, il fonctionne sans courant, sans pile, sans eau, sans savon. Son mouvement se remonte avec un ressort et assure un rasage régulier. Poids 500 g, transparent acier et derlin. Coupe assurée par 3 lames oscillantes sous une grille de protection très fine, un graissage permanent, assuré grâce à des coussinets lubrifiés sous vide, évite tout entretien. Le rasoir CFE est utilisable à tout moment, en voiture, camping ou en mer. Garantie 1 an. Vente directe par le fabricant, tél. 225.61.70 Paris 8e et tél. (93) 30.34.12 MONACO.

En 1 an, nous plaçons plus de 100 techniciens en informatique.

Pourquoi pas vous ?

vos études secondaires ou techniques vous permettent
de devenir en 6 mois (720 h)

TECHNICIEN DE MAINTENANCE EN INFORMATIQUE

placement garanti en fin de stage

COURS DU SOIR pour électroniciens

ISTI

INSTITUT SUPÉRIEUR DE TECHNOLOGIE INFORMATIQUE

378.73.22

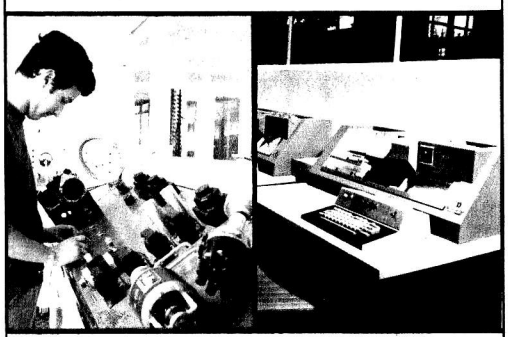
31 cours des Juilliottes, 94700 Maisons-Alfort
métro : les Juilliottes, ligne n°8



APPRENONS A VIVRE ENSEMBLE COMITÉ FRANÇAIS D'ÉDUCATION POUR LA SANTÉ. 9 RUE NEWTON 75116 PARIS.

Apprenez un métier technique d'avenir

PAR CORRESPONDANCE



avec

STAGES

Des milliers d'emplois techniques d'avenir restent longtemps libres faute de spécialistes. Quelle que soit votre instruction et votre âge, ouvrez-vous la voie vers une situation assurée, en étudiant chez vous, à votre cadence, l'un des

40 PROGRAMMES

libres ou préparatoires à des

DIPLOMES D'ETAT

dispensés par l'E.T.M.S. de Paris :

RADIO-H.I.FI.	ÉLECTRONIQUE	AUTOMOBILE
TELEVISION	AUTOMATION	FROID
ELECTRICITE	AVIATION	CHIMIE
MAGNETOSCOPE	INFORMATIQUE	ETC... ETC...

FORMATION PERMANENTE

Inscriptions individuelles ou par employeurs

A TOUTE PERIODE DE L'ANNEE

Documentation SV 80 sur demande à :

ECOLE TECHNIQUE

Moyenne et Supérieure de Paris

Organisme privé régi par la loi du 12.7.1971 sous contrôle pédagogique de l'Etat

3, rue Thénard - 75240 PARIS Cedex 05

Tél. 634.21.99 ++

BROCHURE GRATUITE SV 2

pour les demandes provenant des pays d'EUROPE.
Pour l'étranger : joindre la valeur de 25 F français.

Nom et prénom .....

Adresse .....

..... Ville ..... BP .....

Technique envisagée .....

COFI COOPERATIVE DE FORMATION des INFORMATICIENS.

STAGES par MODULES
de l'INITIATION à
l'ANALYSE et au CICS/DLI

INITIATION

4 SEMAINES

1 500 F.

PROGRAMMEUR COBOL

ENSEIGNEMENT et PRATIQUE INTENSIVE
sur ECRANS-TERMINAUX d'ORDINATEUR

8 SEMAINES

4 000 F.

venez visiter notre centre Informatique

C.O.F.I Formation Professionnelle
Contrôle Pédagogique de l'ETAT
55 RUE de RIVOLI 75001 PARIS
B.P 519 75067 PARIS CEDEX 02
TEL.: 236 44 91

C.O.F.I-C.O.F.I-C.O.F.I-

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° 17 à
UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.
Pour la Belgique : 13, bd Frère Orban, 4000 Liège. Tél.041/23.51.10

BON pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.
à découper ou à recopier

NOM : _____
PRENOM : _____
ADRESSE : _____

L'INSTITUT EUROPÉEN INFORMATIQUE

41, rue Volta - 75003 Paris

FORME

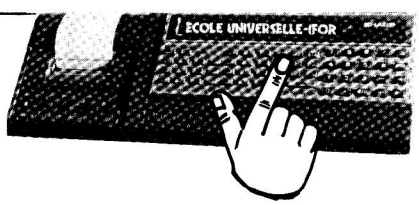
Programmeurs de Gestion
(niveau secondaire requis)

ANALYSTES PROGRAMMEURS

A. Cours intensifs en 16 semaines
B. Cours du soir en 24 semaines
C. ENSEIGNEMENT A DOMICILE
Notre cours Vidéo-cassettes grâce à votre récepteur de télévision chez vous. Magnétoscope fourni.
COBOL - GAP II
Semaine pratique sur IBM 34

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation.
☐ A ☐ B ☐ C
Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville _____

Avant de choisir votre métier



TOUCHEZ DU DOIGT L'INFORMATIQUE :

COURS D'INITIATION + MICRO-ORDINATEUR + BASIC

1 Micro-ordinateur Sharp PC 1211 fourni (ou non si vous en possédez un)

1 Méthode pédagogique spécifique

- Notions fondamentales
- cours complet de Basic
- assistance pédagogique permanente
- plus de 200 exercices en machine
- de nombreux sujets de composition avec contrôle des connaissances.

15 années d'expérience dans l'enseignement de l'Informatique

Étude gratuite dans le cadre de la formation continue après accord de l'employeur

ECOLE UNIVERSELLE

Établissement Privé d'enseignement à Distance
28, rue Pasteur
92551 Saint-Cloud Cedex

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE N934
sur nos différentes formules

Nom, prénom .....
Adresse .....
niveau d'études ..... Age .....

Désire recevoir une documentation sur le cours d'initiation basic avec micro-ordinateur

ÉCOLE UNIVERSELLE IFOR 28, RUE PASTEUR
92551 Saint-Cloud Cédex. 771.91.19

Pour conserver intacte cette documentation, utilisez les bons ci-dessous

ÉCOLE UNIVERSELLE page 70
59, boulevard Exelmans - PARIS (16e)

Veuillez m'adresser votre notice nº 922 (désignez les initiales de la brochure qui vous intéresse)

NOM .....
ADRESSE .....
.....

ETMS page 178
3, rue Thénard
75240 Paris Cedex 05

Veuillez m'envoyez votre Brochure gratuite SV 80

NOM .....
ADRESSE .....
.....

I.S.E.C. (serv. F 1) page 178
11, Faubourg-Poissonnière - PARIS (9e)

Bon pour recevoir notre brochure gratuite

NOM .....
ADRESSE .....
.....

UNIVERSALIS page 179
11, Fg-Poissonnière - 75009 PARIS

Bon pour une documentation gratuite nº 17 sans engagement et sans frais

NOM .....
ADRESSE .....
.....

INSTITUT EUROPÉEN INFORMATIQUE page 179
41, rue Volta - 75003 PARIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation A.B.C.

NOM .....
ADRESSE .....
.....

ÉCOLE UNIVERSELLE page 179
59, boulevard Exelmans - PARIS (16e)

Veuillez m'adresser votre notice nº 934 sur l'informatique

NOM .....
ADRESSE .....
.....

INSTITUT PRIVÉ D'INFORMATIQUE ET DE GESTION page 180
7, rue Heynen - 92270 BOIS-COLOMBES

Je desire recevoir sans engagement la documentation nº 2191 N

NOM .....
ADRESSE .....
.....

AUBANEL page 161
W.R. BORG dép. 882
6, place St-Pierre - 84028 AVIGNON

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement le livre « Les lois éternelles du succès »

NOM .....
ADRESSE .....
.....

Préparez chez vous Le C. A. P. d'informatique

1re étape dans les carrières de l'informatique

Le C.A.P. aux Fonctions de l'Informatique (C.A.P. - F.I.) est un bon moyen pour démarrer dans l'informatique car il garantit auprès des employeurs vos aptitudes aux fonctions de l'Informatique. Ce diplôme d'Etat permettra de vous orienter, dès le début, non seulement vers les professions de l'informatique (opérateurs, pupitreurs, etc.), mais également vers les nombreux postes qui touchent de près ou de loin aux ordinateurs. Aucun diplôme n'est demandé pour se présenter à cet examen. Niveau minimum : Brevet ou fin de 3e. Durée : 6 à 10 mois suivant temps disponible. Date prévue : octobre 1982.

L'informatique : une branche d'avenir

Tous le monde sait aujourd'hui que les ordinateurs s'implantent de plus en plus dans tous les secteurs de la vie économique. L'informatique a donc besoin de plus en plus de personnes ouvertes aux méthodes nouvelles. C'est pourquoi on trouve tant de jeunes dans cette profession.

Contrôle de vos connaissances par l'ordinateur

Arrivé à la moitié du cours, vous établirez un programme, d'une centaine d'instructions, en langage COBOL, que nous passerons sur ordinateur. Les résultats vous seront retournés tels qu'ils sortent de l'ordinateur, ainsi que les cartes perforées utilisées. Vous pourrez alors travailler chez vous, sur des documents réels, ce qui vous donnera confiance en vous et facilitera votre réussite professionnelle.

Notre Garantie « Etudes »

Celle-ci vous permet en cas de non réussite à votre C.A.P. d'Informatique, de reprendre gratuitement pendant une année vos études d'informatique.

Informez-vous vite et gratuitement

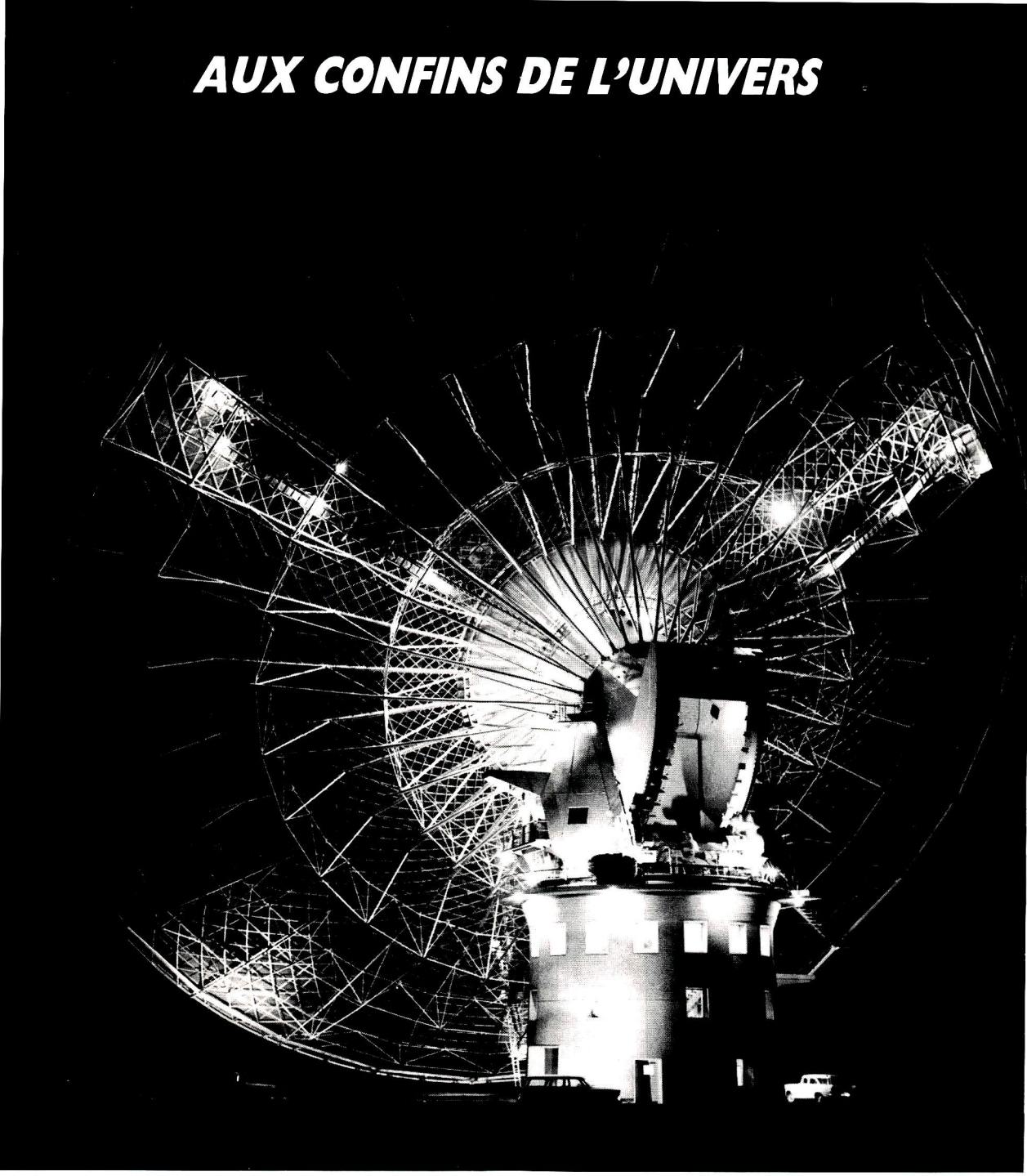
en adressant simplement le coupon ci-contre à

INSTITUT PRIVE D'INFORMATIQUE ET DE GESTION
7, rue Heynen,
92270 Bois-Colombes
France

Je désire recevoir, sans frais, ni engagement, la documentation n° 2191 N sur votre cours et sur votre préparation complète à l'examen du C.A.P. aux Fonctions de l'Informatique (C.A.P. - F.I.).
Nom (maj.) .....
Prénom .....
Adresse (avec code postal) .....
.....
Si vous êtes aussi intéressé par l'Electronique cochez cette case ☐

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY — Dépôt légal : Nº 82013 — Imprimerie des Dernières Nouvelles de Strasbourg
Imprimé en France
Nº de Commission Paritaire : 57284 du 15 décembre 1975

AUX CONFINS DE L'UNIVERS



Dans ce nouveau numéro Hors-Série, Science & Vie explore les confins de l'Univers et vous dévoile les plus récentes connaissances scientifiques dans ce domaine.
Un parcours de 15 à 20 milliards d'années-lumière à travers les galaxies, les univers en expansion, les étoiles pesant des millions de tonnes au centimètre-cube, les trous noirs, les pulsars, les quasars, les comètes...
Et pour les passionnés d'astronomie amateur, tout sur le matériel, avec prix et performances.

HORS SERIE SCIENCE et VIE

Laquelle de ces langues aimeriez-vous parler?..

COCHEZ !

L'anglais? Le grec? Pourquoi pas le japonais? Aucune langue n'est trop difficile pour vous grâce aux célèbres méthodes audio-visuelles Linguaphone. Si nous pouvons vous faire une telle promesse, c'est que Linguaphone a déjà permis à plus de 4 millions d'étudiants, dans le monde entier, d'apprendre l'une, ou plusieurs, de ces 32 langues facilement, rapidement, chez eux. Des étudiants de tous les âges. A tous les niveaux linguistiques. De toutes les langues maternelles. Pourquoi pas vous?

GRATUIT : UNE CASSETTE (OU UN DISQUE).

Conçues par 200 professeurs mondialement connus, les méthodes sont mises au point sur ordinateur. Chaque méthode consiste en une série très étudiée de livres et de cassettes (ou de disques). Ce que la pédagogie moderne fait de mieux pour vous permettre de commencer à parler, en quelques mois seulement, la langue de votre choix. Voyez par vous-même : faites-nous savoir laquelle vous aimeriez parler, en cochant la case appropriée ci-contre. Puis renvoyez-nous cette annonce pour recevoir une brochure en couleurs, sur la méthode Linguaphone. Et une cassette (ou un disque) de démonstration gratuite.



GRATUIT

- ☐ afrikaans
- ☐ allemand
- ☐ anglais
- ☐ anglais-américain
- ☐ arabe (moderne)
- ☐ chinois (mandarin)
- ☐ danois
- ☐ espagnol
- ☐ espagnol (sud-américain)
- ☐ finnois
- ☐ français (pour étrangers)
- ☐ gallois
- ☐ grec
- ☐ hébreu
- ☐ hindi
- ☐ indonésien
- ☐ irlandais
- ☐ islandais
- ☐ italien
- ☐ japonais
- ☐ malais
- ☐ néerlandais
- ☐ norvégien
- ☐ polonais
- ☐ portugais
- ☐ russe
- ☐ serbo-croate
- ☐ suédois

Expliquez-moi comment, grâce à la méthode Linguaphone, je pourrai commencer à parler, en quelques mois seulement, la langue que j'ai cochée. Sans aucun engagement de ma part envoyez-moi gratuitement votre brochure illustrée et :

- ☐ une cassette
- ☐ un disque

de démonstration (Cochez)

Nom .....

Prénom .....

Age Profession .....

N° Rue .....

Tél. .....

Localité .....

Code postal .....

Renvoyez cette page à: SV23

linguaphone

12, RUE LINCOLN - 75008 PARIS