

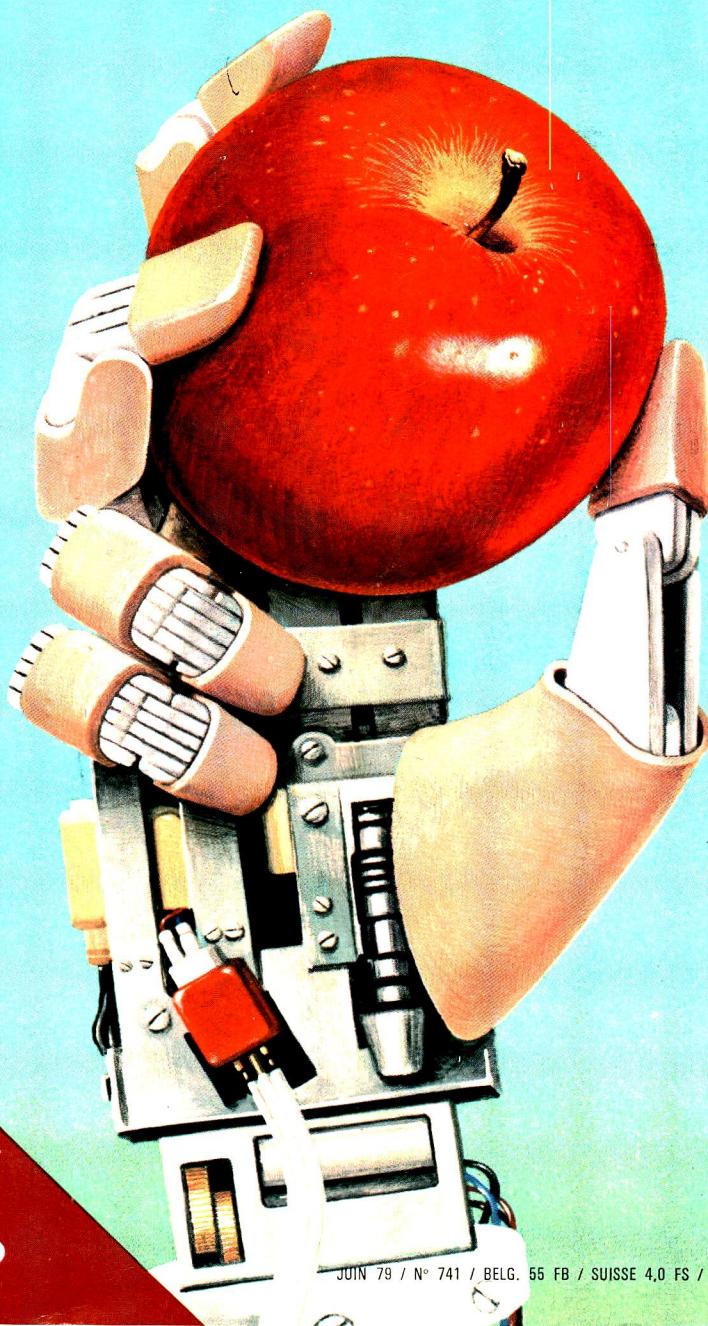
SCIENCE & VIE

Nucléaire :
la leçon de
Harrisburg

Pourrons-nous
dialoguer un jour
avec les animaux?

L'étoile mystérieuse
qui nargue
les astronomes

L'HOMME ARTIFICIEL



LE "BUSINESS"
DES MANIPULATIONS
GÉNÉTIQUES

Le fruit de l'expérience :



Nouvelle poignée de sécurité Toro : prenez votre tondeuse en main, marchez... votre tondeuse avance toute seule. Lâchez la poignée, la tondeuse s'arrête.



3 vitesses "traction arrière" : pour une tonte parfaite vous choisissez la vitesse d'avancement suivant la qualité de l'herbe et la nature du terrain.



Quand l'herbe est trop haute, cet "andalineur", livré avec la tondeuse, se fixe à la place du bac arrière permettant d'éjecter l'herbe sous la forme d'un rang facile à ramasser.



une tondeuse

"traction arrière 3 vitesses" pour tondre parfaitement sur tous les terrains.



Démarreur électrique : un tour de clef suffit pour mettre en route le moteur de votre tondeuse Toro (Modèle 20790).



De solides roues en acier, montées sur roulement à billes avec graisseur, pour une longévité accrue.

Qu'attendez-vous pour utiliser une Toro ?

CCRI

68-70 quai de Jemmappes 75010 Paris - Tél. : 200.81.00
Documentation gratuite sur demande.

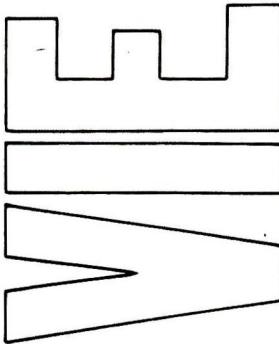
TORO®

65 ans d'expérience.

Monsieur, soignez votre beauté. En douceur.



Mousse à raser Gillette GII
Le produit de beauté pour homme.



SCIENCE VIE

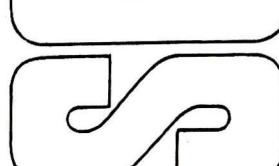
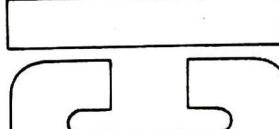
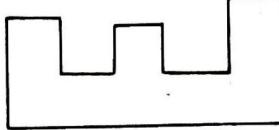
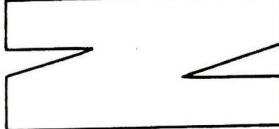
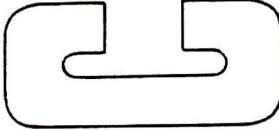
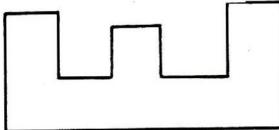
Nucléaire : Pourrons-nous dialoguer un jour avec les animaux ? Harrisburg

L'étoile mystérieuse qui narque les astronomes.



Sommaire
Juin 79
N° 741
Tome CXXIX

Dessin
Christian
Broutin



savoir

SCIENCE, ADN ET CONSCIENCE p. 26
par Gerald Messadié

L'INDUSTRIE DE L'ADN DÉJÀ EN PLEIN ESSOR p. 31
par Françoise Harrois-Monin

LA PHOTOSYNTHÈSE ARTIFICIELLE p. 38
par Pierre Rossion

L'ÉTOILE QUI MYSTIFIE LES ASTRONOMES p. 43
par Martine Castello

ÉNIGMES ET PARADOXES DE LA DÉMOGRAPHIE p. 46
par Alexandre Dorozynski

PARLER AVEC LES SINGES p. 53
par le Dr Jacqueline Renaud

LA FOLIE DES VITAMINES p. 64
par Jean Ferrara

UNE SOURIS NORMALE NÉE D'UNE CELLULE CANCÉREUSE p. 67
par Pierre Rossion

PARFOIS MIEUX QUE CELLE DU SANG L'ANALYSE DU CHEVEU p. 70
par Jean Ferrara

L'HOMME MÉCANIQUE : TOUTES LES PROTHÈSES p. 72
par Alexandre Dorozynski

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE p. 79
dirigée par Gerald Messadié



Le bus expérimental Mercedes-Benz utilise des accumulateurs d'hydrogène lui donnant une autonomie de 150 km.

pouvoir

utiliser

La leçon de l'accident de Harrisburg

p. 86

par Françoise Harrois-Monin

Ce que serait un accident atomique majeur

p. 90

par Jacqueline Denis

L'Islam veut la bombe

p. 96

par Jean-René Germain

Les projets américains d'énergies naturelles

p. 98

par Françoise Harrois-Monin

L'auto à hydrogène : théorie et possibilités

p. 104

par Luc Augier

Les deux grands satellites civils français

p. 107

par Martine Castello

Histoire de l'informatique.

III : Les premiers ordinateurs à programme enregistré

p. 114

par Jean Tricot

L'impression par jets d'encre

p. 120

par Renaud de la Taille

Chronique de l'industrie

p. 123

dirigée par Gérard Morice



Le Dr Hennes Schmidl dirige un institut, près de Bologne, où sont faites, sur mesure, des prothèses fonctionnelles.

CHOISIR SES PILES SANS PAYER LE PRIX FORT

p. 131

par Roger Bellone

UN DICTIONNAIRE ÉLECTRONIQUE DE POCHE

p. 136

par Michel de Pracontal

COMMENT SUIVRE LA TRAJECTOIRE FINALE DE «SKYLAB»

p. 140

par Pierre Kohler

LES JEUX

p. 142

par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, Luc Fellot, Alain Ledoux, Renaud de la Taille, J.-P. Penel, Olivier Gutron, Jean Tricot et Peter Watts

PEIGNEZ AVEC DES CRISTAUX LIQUIDES

p. 152

par Alain Jaubert

HI-FI :

p. 154

par Alain Belz

SCIENCE ET VIE A LU POUR VOUS

p. 161

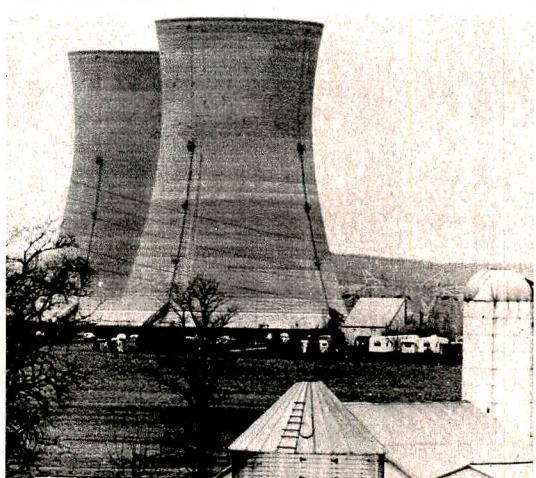
CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE

p. 165

par Luc Fellot

LA LIBRAIRIE DE SCIENCE ET VIE

p. 176

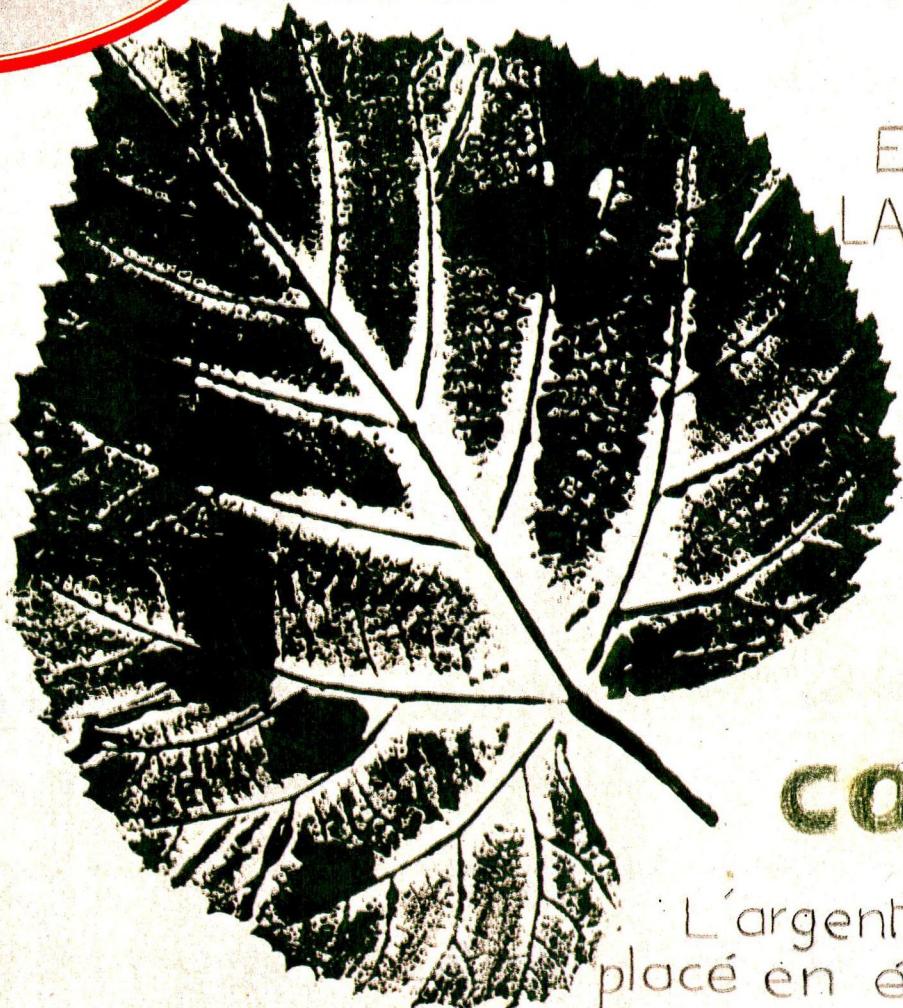


La centrale de Three Mile Island à Harrisburg où s'est produit le plus grave incident nucléaire connu.

LES CLIENTS DU FONT SA

P. ROUSSEL
38 ans
Professeur d'anglais

Emplacement



Les feuilles vertes en été prennent en automne des couleurs dorées. Les images les plus simples et les plus utilisées sont aussi les plus claires. Lorsque le Crédit Agricole demande à ses clients de faire sa publicité, ce n'est pas par hasard qu'ils utilisent des comparaisons avec la nature. C'est qu'elle

correspond bien à ses qualités profondes. Le CAT 20 est par exemple un placement qui convient parfaitement aux gens qui s'apprêtent à prendre leur retraite. Il leur permet de profiter de leur capital sans l'entamer. L'argent placé en une fois rapporte tout de suite et pendant 4 ans. Les intérêts

CREDIT AGRICOLE PUBLICITE.

réservé au client

TONS
URE

0

rapporte
à la retraite

sont versés chaque trimestre. Ils viennent ainsi éventuellement compléter une retraite ou simplement améliorer régulièrement un train de vie. Si nous avons demandé à nos clients de faire notre publicité, c'est bien parce que nous sommes sûrs de parler le même langage, celui du bon sens.

Le bon sens près de chez vous.



CRÉDIT
AGRICOLE



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 ranger 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.

Existe en 4 langues (français, anglais, allemand, portugais)

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

GRATUIT

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M 15 R

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 2 timbres à 1,20 F pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponses).

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 administratif et financier : J.-P. Beauvalet

Rédaction

Rédacteur en Chef : Philippe Cousin

Rédacteur en chef adjoint : Gérard Messadié

Secrétaire général de rédaction : Luc Fellat

Chef des Informations : Jean-René Germain

Rédaction Générale

Renaud de la Taille

Gérard Morice

Alexandre Dorozynski

Pierre Rossion

Jacques Marsault

Charles-Noël Martin

Alain Ledoux

Françoise Harrois-Monin

Sophie Seroussi

Service illustration

Stéphane Ilitch

Photographies : Milton Toscas, Jean-Pierre Bonnin

Service artistique

Mise en page : Natacha Sarrouhet

Assistante : Virginia Silva

Documentation : Anne-Françoise Montaron

Correspondants

New York : Paul Slade, 625 Main Street

Roosevelt Island

New York - 10044

Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent
London W 4, 1 HF

Promotion et diffusion

Directeur de la Promotion et des Abonnements :

Paul Cazenave assisté de Elisabeth Drouet

Directrice des Ventes : Ariane Carayon

Publicité

Excelsior Publicité - Interdeco

67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 359.09.89

Chef de publicité : Hervé Lacan

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS



Numeró de Commission paritaire: 57284

BVP

A nos abonnés

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 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 30 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 (8^e).

• 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 : Emises sur demande pour un montant supérieur à 30 F uniquement.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.
Copyright 1979 « Science et Vie ».

**POUR TOURNER
VOS FILMS
SANS FILM,
SANS DEVELOPPEMENT,
SANS PROJECTEUR,
SANS ECRAN:**

TOURNEZ LA PAGE.



CAMERA VIDEO, MAGNETOSCOPE

L'arrivée de la vidéo dans le cinéma d'amateur : une révolution.

Avec la caméra et le magnétoscope portables Continental Edison, la vidéo révolutionne le cinéma d'amateur. Le principe du film vidéo est désormais à la portée technique et financière du chasseur d'images éclairé. Il ajoute à tous les plaisirs de la prise de vue classique, les avantages et les immenses possibilités de la vidéo.

Le principe : le magnétoscope portable enregistre l'image et le son captés par la caméra vidéo, sur une bande magnétique contenue dans une cassette.

Ensuite, pour revoir ce que vous avez filmé en vidéo, il suffit de brancher le magnétoscope sur votre téléviseur, de rembobiner la cassette et de regarder.

C'est très simple. Pas de développement, pas de projecteur, pas d'écran, pas de manipulation, pas de rideaux à tirer pour qu'il fasse noir : le plaisir de l'image exclusivement.

Un exemple : dimanche après-midi vous filmez les enfants à la campagne.

Le soir même en rentrant, vous regardez en famille sur votre téléviseur, le film réalisé. Vous ne serez jamais déçu par la vidéo. En effet, si pendant le tournage :

- la prise de vue ne vous convient pas : retour arrière, on efface tout et on recommence.
- vous n'êtes pas sûr du plan que vous venez de filmer : vous pouvez le visionner immédiatement grâce au viseur de votre caméra, qui sert alors de mini-écran de télévision de contrôle.

Une révolution en deux éléments portables.

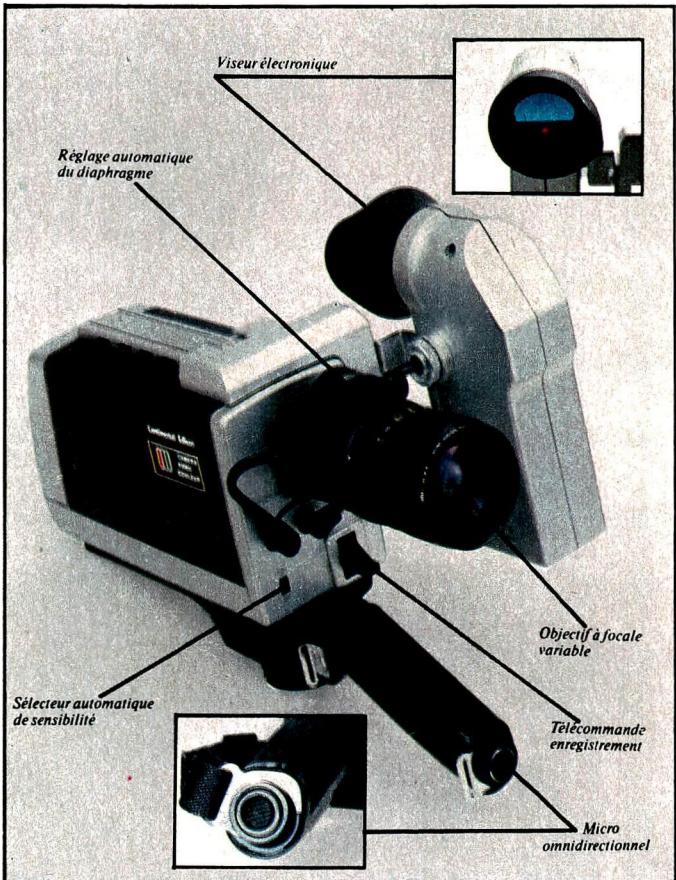
La caméra vidéo couleur Continental Edison (KC 2923).

Automatique, compacte, robuste, légère, elle peut être mise entre toutes les mains. Très sensible puisqu'elle permet une prise de vue avec éclairage à partir de 100 lux (l'éclairage moyen d'un intérieur). Prise de son par microphone incorporé, possibilité de mixage. Objectif à focale variable (zoom F: 2 de 17 - 102 mm) avec diaphragme asservi débrayable, viseur électronique avec tube noir et blanc 38 mm comportant 3 voyants de contrôle : enregistrement - charge batterie - sur ou sous exposition.

Excellent qualité des images, piquées, nettes, avec un très fidèle rendu des couleurs.

Viseur électronique pouvant pivoter sur 360°. Sélecteur de sensibilité.

La caméra portable Continental Edison est en fait un appareil très complet aux performances dignes des caméras vidéo professionnelles. Elle vous étonnera par ses possibilités, son équipement et son prix.



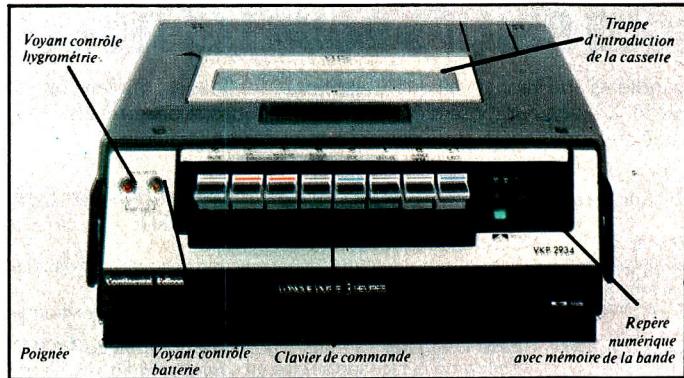
Le magnétoscope Portable couleur VHS (VKP 2934).

Le magnétoscope portable couleur VHS est le plus moderne du marché : c'est le plus petit (L: 338 mm - H: 137 mm - P: 328 mm), le plus léger (moins de 9,5 kg avec la cassette, le bloc accumulateur, le convertisseur HF), sa consommation est la plus réduite (10 watts). Et seul, le système VHS (représentant plus des 2/3 des magnétoscopes vendus dans le monde) permet actuellement la commercialisation d'une version portable.

Parmi ses caractéristiques : 3 heures d'enregistrement continu en prise de vue ou une heure en reproduction. Voyant indicateur d'excès d'humidité. Fonctionne dans toutes les positions. Branchement sur tous les téléviseurs noir et blanc ou couleur. Compteur digital. Commande de pause pour arrêt momentané du défilement de la bande.

On retrouve sur le magnétoscope portable toutes les possi-

POR TABLES CONTINENTAL EDISON.



bilités des modèles fixes, en l'associant à son bloc alimentation qui fait également fonction de chargeur, et au bloc tuner muni d'un programmeur.

Une révolution dans le coût réel du film d'amateur.

Si l'on compare le système vidéo portable VHS Continental Edison au système super 8, la révolution continue. En ce qui concerne la durée: une cassette vidéo permet d'effectuer jusqu'à 3 heures d'enregistrement, un film classique dure 3 minutes.

Le prix: une cassette vidéo de 3 heures (que l'on peut effacer et réutiliser à volonté) coûte environ 150 francs, une heure de film super 8 sonore (développé une fois pour toutes!) coûte environ 900 francs, soit un total de 2700 francs pour trois heures de film.

En vidéo, le contrôle des images suit immédiatement la prise de vue, et toutes les

Trappe d'introduction de la cassette

Voyant contrôle hygrométrie

Repère numérique

avec mémoire de la bande

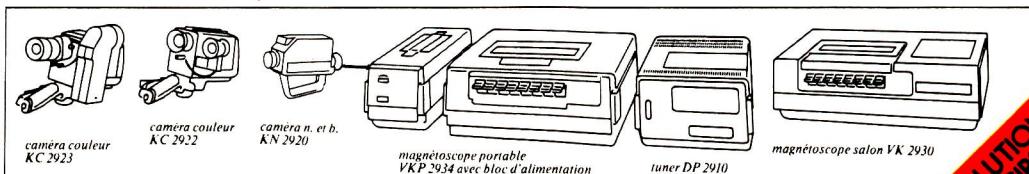
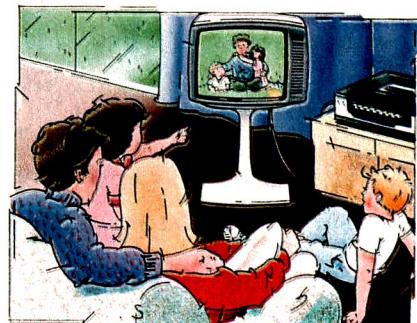
corrections sont possibles à tout instant: fini les films de vacances qu'on découvre bien plus tard... et parfois "loupés".

La caméra et le magnétoscope portables Continental Edison vous donnent en plus la possibilité, très pratique, de dupliquer tous vos films super 8 sur cassette vidéo, à raison de 3 heures de projection par cassette.

Une révolution dans les loisirs.

La vidéo Continental Edison c'est la révolution dans les loisirs filmés.

C'est le droit à l'erreur: on efface tout et on recommence. C'est la possibilité de prendre sur le vif ce qu'on aime, sans les contraintes habituelles des tournages classiques... c'est le plaisir de regarder et d'entendre tout de suite, sans attendre, la cassette qu'on vient d'enregistrer. Allez voir votre revendeur Continental Edison, c'est un spécialiste de la vidéo, il vous aidera à choisir dans la gamme des caméras, des magnétoscopes portables ou de salon; il vous conseillera suivant vos besoins et vous proposera même des possibilités de financement longue durée.



Continental Edison. Les loisirs, c'est sérieux.

Bazaine Publicité

CEST LA RÉVOLUTION
DANS LES LOISIRS
FILMÉS.

L'UN D'EUX A 15 ANS, LES AUTRES A PEINE 20 ANS:

VOICI LES LAUREATS DU PRIX SCIENTIFIQUE PHILIPS POUR LES JEUNES

Comme chaque année, les études des candidats au Prix Scientifique Philips pour les Jeunes, ont fait l'objet d'une exposition au Palais de la Découverte. Le jury, composé d'éminents scientifiques, a décerné les prix.

Ces hommes de science ont parlé en termes chaleureux des lauréats et de leurs travaux.

Jugez-en :

François GUILLOCHEAU - 19 ans - reçoit une dotation de 8 000 F

Sédimentologie du dévonien de la baie de Roscanvel.

"Nous avons été très surpris ! il y a peu de spécialistes dans le monde du dévonien". C'est un travail tout à fait exceptionnel : on pense que c'est grandement l'équivalent d'une thèse de 3^e cycle !

M. GUILLEMIN, Directeur du B.R.G.M., membre du jury

René PEOC'H - 20 ans - reçoit une dotation de 7 000 F

Nouvelles observations sur les abeilles.

"Vous avez réussi à étonner le jury et pourtant nous sommes ici quelques durs à cuire et qui en avons vu de toutes sortes, croyez-moi ! Ça nous fait plaisir de trouver chez un homme aussi jeune que vous le talent expérimental..."

M. CHAUVIN, Professeur à la Sorbonne, membre du jury

Jean-Marc FRIAUD - 15 ans

Sylvain BESSON - 16 ans - reçoivent une dotation de 6 000 F

Système conversationnel pour l'étude du langage d'enseignement.

"Ils ont fait là un travail quasiment professionnel" ont estimé des ingénieurs de l'I.R.I.A."

M. LIONS, de l'Institut, membre du Jury



Xavier HUGON - 19 ans - **Jean-Pierre MILLET** - 18 ans - reçoivent une dotation de 4 000 F

Synthétiseur de musique.

"Ils ont certainement devant eux une belle carrière dans la voie de la communication et de la reproduction."

M. AUGER, de l'Institut, membre du jury

Eric CANAVY - 17 ans - reçoit une dotation de 3 000 F

Action de la nicotine sur les protozoaires et les végétaux. "L'approche scientifique du problème, le raisonnement appliquée, la rigueur des expériences montrent qu'il a compris le mécanisme de la recherche..."

M. LEPINE, de l'Institut, membre du jury

Hervé BONNARD - 19 ans - reçoit une dotation de 2 000 F

Mollusques terrestres.

"Je tiens à dire ici toute la satisfaction que m'a procurée cette approche vraiment originale!"

M. DORST, de l'Institut, membre du jury

Emile LAGUNA - 19 ans - reçoit une dotation de 2 000 F

Le ruisseau aux castors.

"Voilà un jeune homme qui écoute ce qu'on lui dit... cette qualité lui vaudra de réussir dans ce qu'il entreprend!"

M. CHAUVIN, Professeur à la Sorbonne, membre du jury

MADISON-FRANCE

Qui examine les travaux et décerne les prix ?

Un jury composé de représentants éminents de la science française évalue la qualité des travaux présentés par les jeunes candidats, et attribue les prix. Voici la composition de ce jury :

Président du jury : Louis LEPRINCE-RINGUET, membre de l'Institut

Membres : Pierre AUGER, membre de l'Institut
Remy CHAUVIN, Professeur à la Sorbonne
Hubert CURIEN, Président du Conseil d'Administration du Centre National d'Etudes Spatiales
Jean-François DENISSE, membre de l'Institut
Jean DORST, membre de l'Institut

Jean FOURASTIE, membre de l'Institut
Pierre P. GRASSE, membre de l'Institut
Pierre LEPINE, membre de l'Institut
Jacques LIONS, membre de l'Institut
Louis NEEL, membre de l'Institut
Claude GUILLEMIN, Directeur du Service Géologique National au B.R.G.M.

Secrétaire : Marcel BOISOT

Comment en savoir davantage sur le Prix Scientifique Philips pour les Jeunes ?

En écrivant aujourd'hui à Yves EMERY - Prix Scientifique Philips pour les Jeunes - 50, avenue Montaigne - 75008 PARIS, vous recevrez par retour et gratuitement une documentation détaillée.

COMMUNIQUE

ENGAGEZ LES SERVICES D'UN PROFESSIONNEL DE LA CENTRALE D'ALARME

Le Réseau CALOR Sécurité est un réseau de spécialistes agréés par CALOR.

Ils vous conseilleront, étudieront votre problème de protection, établiront un devis gratuit, sans engagement de votre part. Puis, si vous le désirez, ils réaliseront l'installation adaptée à votre type d'habitation.

Je désire recevoir votre documentation complète sur les centrales d'alarme CALOR, ainsi que la liste des installateurs de ma région.

Nom _____

Adresse complète _____

Lieu de l'habitation concernée :
commune : _____

Dépt. : _____
Coupon à retourner à CALOR,
BP 332. 69215 LYON CEDEX 1

SV2

CALOR RESEAU SECURITE



SCIENCE & VIE
BULLETIN D'ABONNEMENT

Je désire m'abonner à SCIENCE ET VIE pour :

<input type="checkbox"/> 1 AN	<input type="checkbox"/> 1 AN + HORS-SÉRIE
<input type="checkbox"/> 2 ANS	<input type="checkbox"/> 2 ANS + HORS-SÉRIE

A COMPTER DU NUMÉRO DE

NOM

PRÉNOM

ADRESSE

.....

CODE POSTAL

VILLE

J'établis mon titre de paiement de F par

<input type="checkbox"/> chèque bancaire	<input type="checkbox"/> Mandat lettre
<input type="checkbox"/> C.C.P. 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)	

A l'ordre de SCIENCE ET VIE.

J'adresse le présent bulletin accompagné de son règlement à SCIENCE ET VIE, 5 rue de la Baume, 75008 PARIS

Signature :



SCIENCE & VIE

Pour vous abonner

NOS TARIFS

	France et ZF	Étranger
1 AN : 12 N°	80 F	110 F
1 AN : 12 N° + 4 H.S.	115 F	150 F
2 ANS : 24 N°	150 F	210 F
2 ANS : 24 N° + 8 H.S.	220 F	285 F

NOS CORRESPONDANTS ÉTRANGERS

BENELUX: S.A. Imprimerie et Journal LA MEUSE, 8-12, boulevard de la Sauvenière, 4000 LIÈGE. C.C.P. 000-0274890-89.

1 AN : 550 FB.
1 AN + 4 H.S. : 800 FB.

CANADA ET U.S.A.: PERIODICA inc. C.P. 220, ville Mont Royal, P.Q. CANADA H3P 3C4

1 AN : \$ 24.
1 AN + 4 H.S. : \$ 32.

SUISSE: NAVILLE et Cie — 5-7, rue Levrier 1211 GENÈVE 1 (Suisse)

1 AN : 50 FS
1 AN + 4 H.S. : 70 FS

• RECOMMANDÉS ET PAR AVION : Nous consulter

RÈGLEMENTS

A l'ordre de SCIENCE et VIE.

Étranger: mandat international ou chèque bancaire compensable à Paris.

Informations commerciales

LA NOUVELLE GAMME AGFA 1979 :

Avant d'apprécier le violoncelle de Pablo Casals ou le flûtehorn de Miles Davies, le mélomane d'aujourd'hui aura dû faire face à toute une terminologie spécialisée.

Après avoir évité des distorsions, s'être rassuré grâce à l'antiskating et avoir compris les finesses du Dolby®, l'amateur de musique, muni de sa chaîne, abordera, sans doute, le domaine des cassettes vierges.

Dans ce marché relativement nouveau et dont l'expansion moyenne en France se situe aux alentours de 20 % par an, AGFA, pionnier de la bande magnétique, n'a cessé de lancer de nouveaux produits, toujours plus performants mécaniquement et électro-acoustiquement.

1979 marquera certainement un tournant important pour un fabricant de cassettes, aussi performant sur le plan qualitatif et sur le plan quantitatif.

La nouvelle gamme, dont les améliorations ne se limitent pas simplement aux emballages, se présente sous une homogénéité parfaite. Même présentation (avec des couleurs différentes selon les types), nouvelles dénominations internationales de la Hi-Fi :

- I - Cassettes à utiliser en position Fe-120/us.
- II - Cassettes à utiliser en position Cr-70/us.
- III - Cassettes à utiliser en position FeCr-70/us.

De plus, et c'est un fait très important, AGFA révolutionne les durées d'enregistrement et

d'audition, en offrant 6 minutes de plus sur toutes les cassettes d'une durée de 60 et de 90 minutes.

De la « FERROCOLOR » qui existe en 60 + 6, 90 + 6 et 120, présentée en trois couleurs en passant par la fameuse « CARAT » double couche (oxyde de fer et dioxyde de chrome), proposée en 60 + 6 et 90 + 6, on trouve :
— la SUPERFERO (Super Ferro Dynamic I) en 60 + 6, 90 + 6 et 120.

La cassette certainement la plus vendue en France dans sa catégorie.

— la STEREOCHROM (chromdioxid II) en 60 + 6, 90 + 6 et 120.

— et la SUPERCHROM (chromdioxid II) en 60 + 6 et 90 + 6.

Cette cassette au dioxyde de chrome de la deuxième génération, à bande double couche, est le résultat de plusieurs années de recherches et de mise au point chez AGFA.

Accroissement du niveau d'enregistrement des aigus et des basses, accroissement de la dynamique, meilleure qualité « haute fidélité » au point de fonctionnement CrO_2 , sont les principales améliorations de la SUPERCHROM II.

Les cassettes AGFA étaient déjà bonnes, elles deviennent belles.

COGNAC

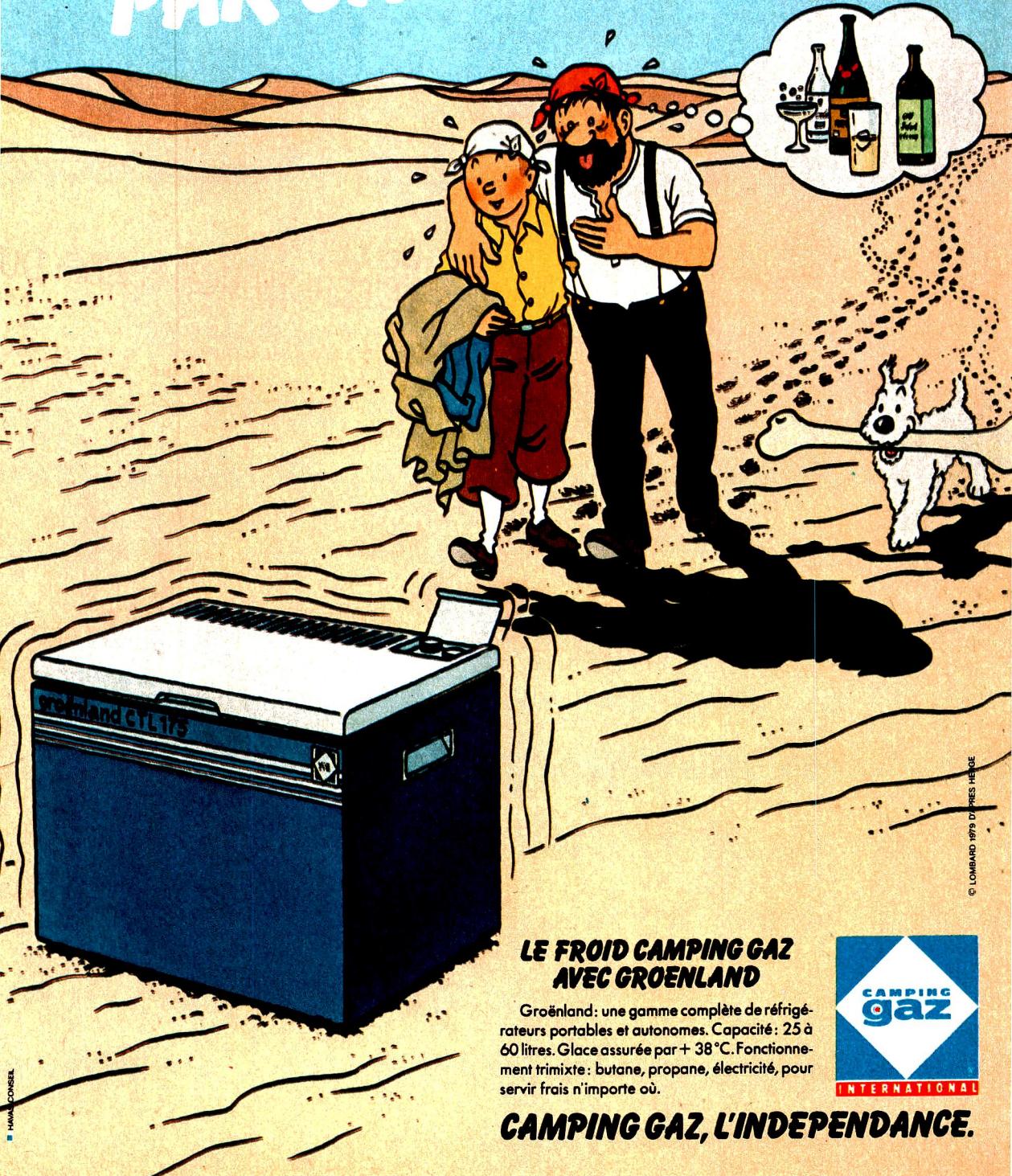
GRANDE FINE CHAMPAGNE, depuis 1619, la famille Gourry récolte au domaine. Qualité rare pour connaisseurs. S.A.R.L. GOURRY DE CHADEVILLE, 16130 SEGONZAC. Echantillon contre 5 timbres.

Robt.Burns



Les trois cigarillos de Robt. Burns.

GROENLAND PAR CAMPING GAZ

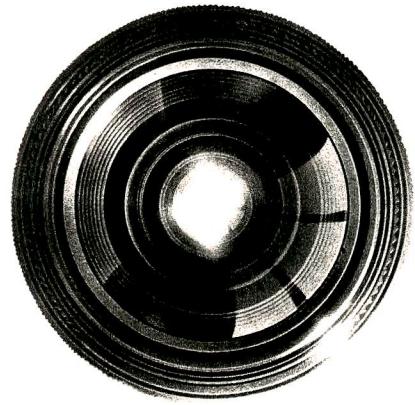


LE FROID CAMPING GAZ AVEC GROENLAND

Groenland: une gamme complète de réfrigérateurs portables et autonomes. Capacité: 25 à 60 litres. Glace assurée par + 38°C. Fonctionnement trimixte: butane, propane, électricité, pour servir frais n'importe où.



CAMPING GAZ, L'INDEPENDANCE.



33 YEUX INTERCHANGEABLES: DU

Focales fixes et zoom: même piqué, même rendu.

Les zoom ont parfois la réputation d'être moins performants que les focales fixes. C'était vrai. Ça ne l'est plus.

Tous les objectifs Olympus, y compris les trois zoom, montrent un piqué remarquable.

Et un rendu chromatique parfaitement équilibré et homogène d'un objectif à l'autre, ce qui est rare.

C'est important, car le parfait équilibre et la constance des couleurs est indispensable en projection et en audiovisuel.

Olympus, nouvelle référence professionnelle.

Par leurs qualités optiques, leur compacité et leur grande fiabilité, les objectifs Olympus sont devenus une nouvelle référence professionnelle.

Leurs lentilles sont évidemment traitées multicouche. 6 objectifs, dont un 3,5/50 mm macro (ce qui est unique) comportent des lentilles flottantes qui permettent de conserver la définition maximale, de l'infini à la mise au point la plus rapprochée.

Pouvoir changer votre vision à volonté est devenu relativement banal.

Avoir le choix entre 33 yeux, tous d'une qualité optique remarquable, l'est beaucoup moins.

Du 8 mm au 1000 mm.

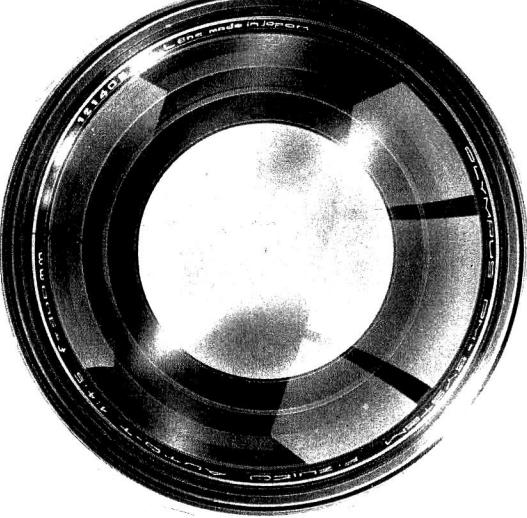
Tous les objectifs Olympus ont plusieurs points en commun.

Leur compacité d'abord, parce que cela saute aux yeux. Plus légers, moins encombrants, ils permettent de photographier à la main avec un 400 mm. Ou un zoom 85-250 mm.

Ils sont compatibles avec les différents boîtiers reflex Olympus: OM-1, OM-2 et le nouvel OM-10.

Ils possèdent une présélection automatique du diaphragme et un testeur de profondeur de champ.

En résumé, c'est sans doute la gamme la plus facile d'emploi existant actuellement, à ce niveau de performances.



BOUT DE VOTRE NEZ A L'INFINI.

Olympus a doublé certains de ses objectifs pour donner le choix entre 2 ouvertures par focale.

Par exemple, deux 24 mm ouvrant à 2 ou à 2.8 ou deux 135 mm ouvrant à 2.8 ou à 3.5.

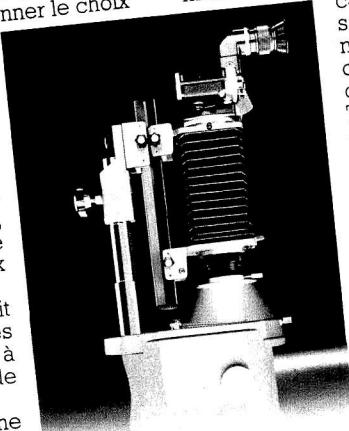
Seul le prix varie sensiblement, la qualité optique étant dans les deux cas semblable.

Olympus doit la qualité de ses objectifs Zuiko à son expérience de leader mondial dans le domaine de l'optique de très haute précision : microscopie, endoscopie médicale à fibres optiques souples, etc.

La macro : maintenant, une photo comme une autre.

Le système macro Olympus est à la fois le plus complet et le plus simple à utiliser.

4 objectifs spéciaux, de 20 mm à 80 mm, des verres de visées interchangeables et des accessoires tels que : illuminateurs co-axiaux, réflecteurs de Lieberkühn, par exemple, bousculent les limites d'un univers déjà extraordinaire.



Statif à réglage rapide et fin, soufflet auto, chariot de mise au point, ampli-viseur d'angle, etc.

Avec l'OM-2, mettez au point, appuyez, c'est tout.

Vous pouvez passer de l'un à l'autre, sans avoir à changer le matériel périphérique déjà en votre possession. Un détail qui peut économiser pas mal d'argent!



OLYMPUS OM SURDOUE

OLYMPUS

Autre avantage, de taille : 3 boîtiers, 2 moteurs et 5 objectifs Olympus sont moins encombrants et moins lourds que 2 boîtiers, 1 moteur et 3 objectifs classiques.

Quand on est photographe professionnel, on apprécie.

La réussite est automatique.

L'Olympus OM-2 comporte un système exclusif d'analyse de la lumière "la mesure en temps réel": 2 cellules à l'endroit, tournées vers l'objectif, et 2 cellules à l'envers, dirigées vers le film.

Ces dernières sont capables de commander automatiquement un changement d'exposition pendant la prise de vue quelle que soit la vitesse utilisée.

Elles lisent littéralement ce qui "s'écrit" sur le film.

Le même principe a été adopté pour le nouvel OM-10 automatique. A une différence près : il n'a qu'une cellule inversée au lieu de deux.

Avec Olympus, tout ce qui est photographiable peut être photographié. Objectivement.

* Sauf, pour l'OM-10 : moteur 5 images/s, dos 250 vues, et verres de visées.

Économisez de l'essence, pour faire régler votre carburateur.



Trouver un garage, c'est toujours un problème. Pourquoi vous déplacer, alors que vous avez chez vous l'Annuaire du téléphone ? Vous consultez les Pages Jaunes de votre Annuaire. Vous cherchez avec le doigt la rubrique

"garagistes", quand il s'agit de votre voiture, ou "cordonniers", quand il s'agit de vos chaussures, ou encore "plombiers", quand il s'agit de vos robinets. Vous décrochez votre téléphone, vousappelez. C'est tout. Ainsi, vous économisez votre temps et votre énergie.

Économisez de l'énergie, vous trouverez tout dans les pages jaunes de l'annuaire du téléphone.



GLOBE TROTTER PAR CAMPING GAZ



LA CUISSON CAMPING GAZ AVEC GLOBE-TROTTER

Globe-Trotter, un réchaud de poche qui se range dans 2 mini-casseroles. Fonctionne sur cartouches "GT".

Conçus pour le plein air comme pour la maison, les réchauds Camping Gaz s'emportent partout.

CAMPING GAZ, L'INDEPENDANCE.



BON DE COMMANDE à recopier

et à retourner à SCIENCE ET VIE

5, rue de la Baume - 75008 PARIS.

• Je désire recevoir RELIURES au prix de 32 F
les 2 exemplaires.

• Je vous joins la somme de F par
 chèque bancaire Mandat poste
 CCP 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)

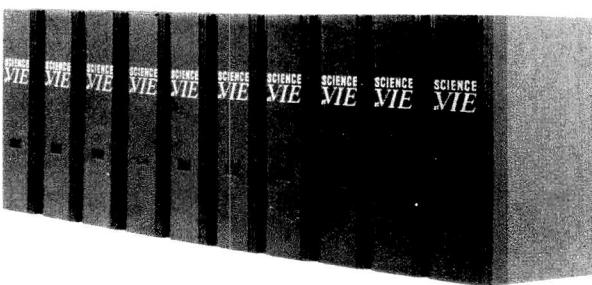
NOM _____

ADRESSE _____

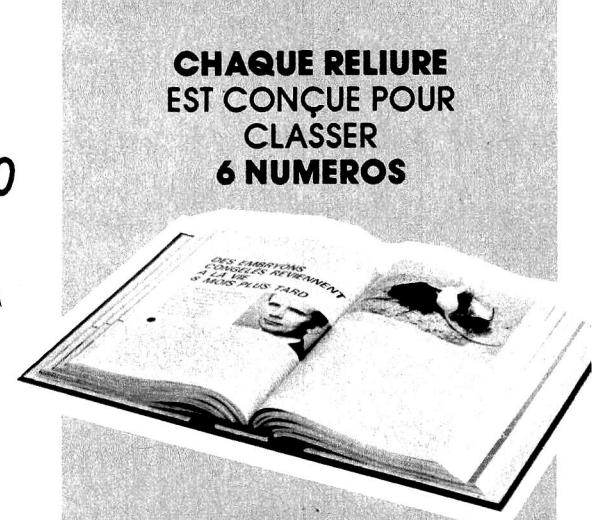
CODE _____ VILLE _____



LES RELIURES DE SCIENCE & VIE

**VOUS PERMETTRONT DE
CONSERVER :**

- VOS NUMEROS MENSUELS
- VOS NUMEROS HORS SERIE

PRATIQUES : vous réaliserez facilement le classement désiré.**ROBUSTES :** la qualité des matériaux utilisés vous assure une protection efficace.**ESTHETIQUES :** le rayonnage ainsi constitué sera digne de votre bibliothèque.**CHAQUE RELIURE
EST CONÇUE POUR
CLASSER
6 NUMÉROS****32 F**Franco
SEULEMENT

LES

2

RELIURES

Prix
coûtant
pour les lecteurs
de SCIENCE ET VIE

LA TIMIDITÉ

est-elle une maladie ?

Confession d'un ancien Timide

J'avais toujours éprouvé une secrète admiration pour W.R. Borg. Le sang-froid dont il faisait preuve aux examens de la Faculté, l'aisance naturelle qu'il savait garder lorsque nous allions dans le monde, étaient pour moi un perpétuel sujet d'étonnement.

Un soir de l'hiver dernier, je le rencontrais à Paris, à un banquet d'anciens camarades d'études, et le plaisir de nous revoir après une séparation de vingt ans nous poussant aux confidences, nous en vinmes naturellement à nous raconter nos vies. Je ne lui cachai pas que la mienne aurait pu être bien meilleure, si je n'avais toujours été un affreux timide.

Borg me dit : "J'ai souvent réfléchi à ce phénomène contradictoire. Les timides sont généralement des êtres supérieurs. Ils pourraient réaliser de grandes choses et s'en rendent parfaitement compte. Mais leur mal les condamne, d'une manière presque fatale, à végéter dans des situations médiocres et indignes de leur valeur."

Heureusement, la timidité peut être guérie. Il suffit de l'attaquer du bon côté. Il faut avant tout, la considérer avec sérieux, comme une maladie physique, et non plus seulement comme une maladie imaginaire."

Borg m'indiqua alors un procédé très simple, qui régularise la respiration, calme les battements du cœur, desserre la gorge, empêche de rougir, et permet de garder son sang-froid même dans les circonstances les plus embarrassantes. Je suivis son conseil et j'eus bientôt la joie de constater que je me trouvais enfin délivré complètement de ma timidité.

Plusieurs amis à qui j'ai révélé cette méthode en ont obtenu des résultats extraordinaires. Grâce à elle, des étudiants ont réussi à leurs examens, des représentants ont doublé leur chiffre d'affaires, des hommes se sont décidés à déclarer leur amour à la femme de leur choix... Un jeune avocat, qui bafouillait lamentablement au cours de ses plaidoiries, a même acquis un art de la riposte qui lui a valu des succès retentissants.

La place me manque pour donner ici plus de détails, mais si vous voulez acquérir cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi, qui sont nos meilleurs atouts pour réussir dans la vie, demandez à W.R. Borg son petit livre « Les Lois Eternelles du Succès ». Il l'envoie gratuitement à quiconque désire vaincre sa timidité. Voici son adresse : W.R. Borg, dpt. 410, chez AUBANEL, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon.

E. SORIAN

BON GRATUIT

à découper ou à recopier et à adresser à :

W.R. Borg, dpt. 410, chez AUBANEL, 6, place St-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.



2 tours du monde n'ont pu en venir à bout !

Aux longs discours, nous préférions la preuve des longs parcours. Nous aurions pu vous expliquer pourquoi, avec une carcasse radiale et une ceinture en acier non déformable, le Dunlop SP 4 est un pneu long kilométrage. Nous avons préféré lui faire faire deux fois le tour du monde. Dans les pires conditions, sur les routes les plus éprouvantes, le Dunlop SP 4 a tenu. Après ce test impitoyable, il restait encore plusieurs millimètres de gomme à user. Aussi, lorsque vous demanderez à être équipé de pneus longue durée, spécifiez bien Dunlop SP 4 - ce pneu là, à l'épreuve, a fait ses preuves.



DUNLOP SP 4
le pneu long kilométrage

SYMPHONY PAR CAMPING GAZ



L'ECLAIRAGE CAMPING GAZ AVEC SYMPHONY

Symphony: la plus perfectionnée des lampes à gaz. Un simple bouton à tourner et c'est l'allumage instantané.

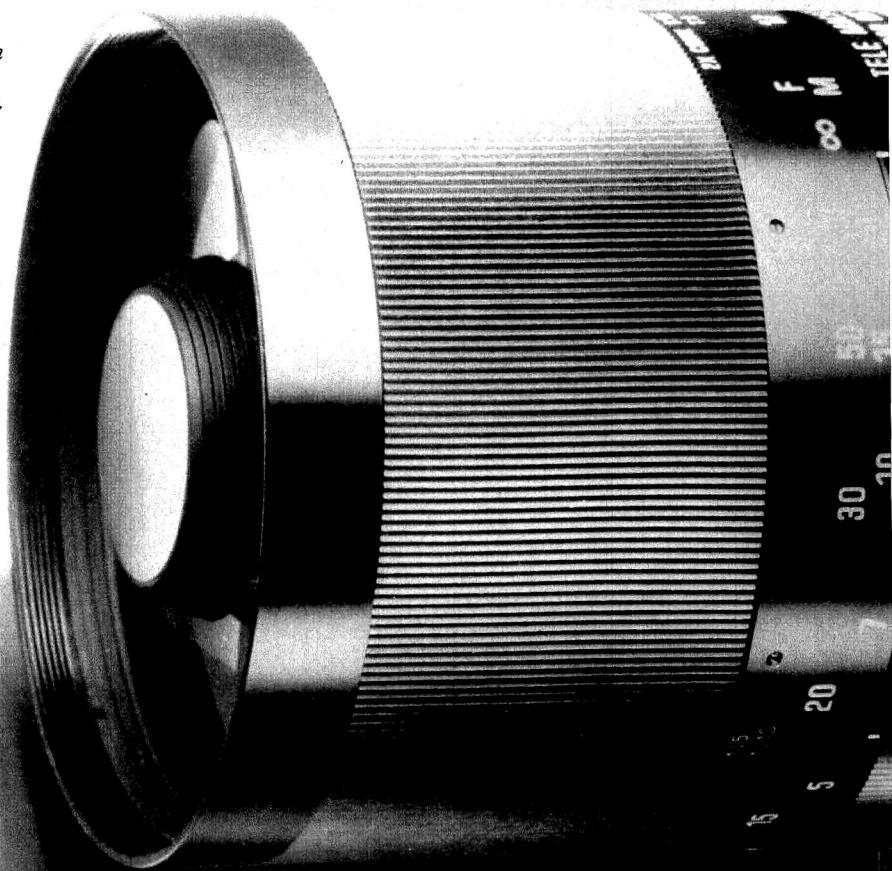
Toutes portatives, les lampes Camping Gaz vous suivent partout.



CAMPING GAZ, L'INDEPENDANCE.

L'HYPER

Cet objectif 500 mm à 1,70 m couvre le même champ qu'un 50 mm macro à 28 cm.



Fini le safari-photo pour gros bras, réservé aux athlètes capables de manier des appareils lourds et encombrants, destinés à la grosse photo.

Tous les spécialistes l'ont compris avec l'apparition de l'extraordinaire télé-macro à 500 mm de Tamron.

1075 grammes - Longueur: 87 millimètres, il est moins qu'un téléobjectif de 200 mm

et donc possible de l'emporter en toutes occasions, partout et dans un fourre-tout de poche.

Il est indispensable aux photographes qui doivent faire comme à ceux qui se débrouillent avec un paparazzi.

Ses performances inédites proviennent d'une construction optique originale dans laquelle les rayons lumineux traversent l'épaisseur des miroirs dotés d'une argenture, protégée par un film moléculaire, et non de l'aluminisation traditionnelle. De plus, son diaphragme reste parfaitement constant, quelle que soit la distance de mise au point, ce qui est capital pour opérer au flash. Un nouveau système de correction des aberrations permet d'obtenir des images aussi étonnantes à l'infini qu'à 1,70 m en réglage macro.

Vous pouvez passer en quelques secondes de la photo d'un lion à 200 mètres, à celle d'un

OBJECTIF.

Avec son doubleur, et toujours à 1,70 m,
il couvre le champ d'un 50 mm macro à 14 cm.

Les bagues interchangeables Tamron Adaptall
permettent d'équiper plus de 250 boîtiers reflex.



papillon à 2 mètres, en effectuant moins d'un tour de la bague des distances, le tirage ne s'allonge que de 7 mm.

L'apport technologique de Tamron ouvre de nouvelles perspectives à la chasse photo.

Le Tamron 500 mm macro à miroirs fait partie d'une gamme importante de focales fixes, et de zoom, qui retiendront également votre attention.

TAMRON

Navarre et Associés

Pour recevoir la documentation, envoyez ce coupon-réponse à SCOP 27/33 rue d'Antony 94533 Rungis Cedex.

Nom _____ Prénom _____

Ville _____

Rue _____

Code Postal _____

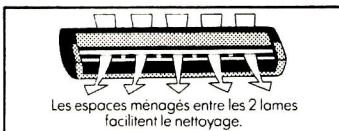
SCOP



Une nouvelle fois Gillette révolutionne la technique du rasage avec Gillette Contour, le 1^{er} rasoir à tête pivotante.

Un rasoir qui suit automatiquement les contours de votre visage pour mieux vous raser.

Son angle de coupe permet



aux 2 lames de rester en contact quasi permanent avec votre peau.

Sa cartouche, compacte et fine, favorise l'accès aux endroits les plus difficiles, sous le nez et sous le menton.

Enfin Gillette Contour allie ces innovations techniques à la qualité traditionnelle des lames Gillette.

Gillette Contour.
De loin le meilleur rasage de près.

Voilà Gillette Contour, le 1^{er} rasoir à tête pivotante.

**Gillette
Contour**



LE MEDICAL MODERNE

1^{er}
LIVRE
GRATUIT

S.O.S.
DOCTEUR

Dites oui à votre santé !
**POUR VOUS 52 F par livre,
par mois (T.V.A. comprise),**

soit pour toute la série
 $28 \times 52 F = 1.456 F$.

P.S.: Les livres de cette série
pourront aussi être achetés sépa-
rément au prix de 78 F par volume !

Tout, vraiment tout ce que vous devez savoir et connaître pour votre santé.
**L'hygiène, les naissances, la beauté, l'embonpoint, le stress, les rhumatismes,
les nerfs, l'insomnie, l'alimentation, les enfants, la cinquantaine, etc., etc.**

Mourir à 48 ans... cela arrive tous les jours ! Cela peut aussi vous arriver ! Vous l'évitez en prévenant les multiples accidents de santé qui vous guettent par la meilleure des informations scientifiques existant actuellement. Le Médical Moderne écrit en équipe par les spécialistes les plus compétents donne une réponse aux questions les plus diverses. Si vous voulez vivre mieux, en meilleure santé et surtout vivre plus longtemps, alors sans hésiter abonnez-vous aujourd'hui encore. Dans un langage clair, simple, direct, cette série de luxe a été écrite spécialement pour vous et toute votre famille.

LE MEDICAL MODERNE
en 28 volumes luxueusement illustrés de 1.500 photos
Grand format 21 x 17 cm



Je reçois par retour, GRATUITEMENT, le célèbre « S.O.S. DOCTEUR » ! En même temps, je m'abonne aux 28 volumes « LE MEDICAL MODERNE ». Je réglerai seulement 1 volume par mois, soit 52 F seulement par livre (+ frais de port), au lieu de 78 F hors-série. Règlement APRÈS BONNE RECEPTION.

N'ENVOYEZ PAS D'ARGENT ! UNIQUEMENT CE BON !
Remplir ici en caractères d'imprimerie S.V.P.

NOM _____

PRENOM _____

RUE & N° _____

CODE POSTAL LIEU

(+ Bureau distributeur TEL.)

SIGNATURE _____

SCV-790601

VENTE DIRECTE

A ENVOYER UNIQUEMENT AUX
Editions BECKERS s.a.
B-2180 KALMTHOUT - BELGIQUE

Il est bien entendu que vous restez libre de résilier votre adhésion avec un préavis d'un mois, en nous avisant par simple lettre !

ADN, SCIENCE ET

Le problème le plus aigu dont débat actuellement la communauté scientifique internationale est celui des manipulations génétiques. Peut-on impunément créer des hybrides de bactéries et de virus en recombinant leurs ADN ? Un rapport américain récent sur l'histoire de l'ingénierie génétique apporte des éléments de réponse nouveaux que nous avons résumés ici : ils devraient faire justice des interprétations souvent très subjectives du problème.

● Si, en cette époque de soif d'énergie, un savant annonçait qu'il a créé une bactérie capable de créer du pétrole en un an à partir de déchets végétaux, il deviendrait un héros international en quelques heures.

Mais dès qu'un savant annonce qu'il a créé une nouvelle bactérie en y introduisant une partie du capital génétique d'un virus, dans l'espoir d'améliorer, par exemple, le rendement de certaines plantes fourragères ou bien dans celui de créer un nouveau vaccin, l'opinion internationale, et avec elle un certain nombre de savants, froncent les sourcils. Et la légitimité de l'ingénierie génétique, sinon sa légalité, se trouve remise en cause par la crainte que l'on crée un Léviathan bactérien.

C'est dire la subjectivité des appréciations portées d'instinct sur cette manipulation de l'ADN, qui s'appelle ingénierie génétique. Un livre américain récent, « The recombinant DNA », de John Lear (non encore traduit en français) rappelle l'influence considérable de l'opinion internationale sur ce nouveau secteur de la science. Ce n'est pas un livre d'opinion, mais un récit et surtout un rapport ; il mérite d'être porté à la connaissance du public français, parce qu'il permet mieux qu'aucun autre, jusqu'à ce jour, de se faire une idée indépendante et claire de ces manipulations.

L'hypothèse de la production de pétrole par une bactérie bricolée n'est pas totalement gratuite : en 1977, le Dr A.M. Chakrabarty, du centre de recherches et de développement de la General Electric, à Schenectady, avait trouvé le moyen de fabriquer une bactérie hybride qui digérerait les fibres végétales. Mais des collègues lui firent observer que, si elle s'introduisait par accident dans le corps humain, elle en

dérangerait peut-être considérablement la flore intestinale et risquerait de provoquer une diarrhée fatale. Chakrabarty abandonna ses recherches.

C'est d'ailleurs l'un des deux seuls exemples de savants qui aient abandonné leurs recherches en ingénierie génétique pour des raisons morales. L'autre cas est beaucoup plus connu dans la communauté scientifique internationale ; c'est celui du Dr Paul Berg, professeur de biochimie à la Faculté de médecine de l'Université Stanford, en Californie. En 1971, fort du savoir de Crick et Watson sur la structure de l'ADN, Berg se proposa de créer le premier organisme hybride hors catalogue ; c'était un pas audacieux, du moins apparemment, car depuis que les archéobactéries ont commencé à évoluer, il y a 3 milliards d'années sur une terre pauvre en oxygène, pour donner naissance, il y a 600 millions d'années, aux premiers végétaux et animaux, personne n'était jamais intervenu volontairement dans le destin des êtres vivants. Contrairement à ce que l'on croit souvent, ce destin est plein de folie, de noces clandestines, de meurtres, de changements d'identité et d'échanges dangereux d'information génétique. Mais comme on ne le sait pas, on croit que les bactéries restent éternellement fidèles à leur sort.

Berg se proposa de changer tout simplement une *Escherichia coli*, l'un des êtres vivants les plus banals et les plus humbles. *E. coli*, qui porte le nom du pédiatre allemand Theodor Escherisch qui la découvrit en 1885, habite par milliards dans l'intestin des animaux à sang chaud ; elle mesure 1,2 micron de long pour 0,6 micron de large. Cette bactérie en forme de bâtonnet a pour particularité de vivre en ménage avec des virus, les bactériophages, qui

CONSCIENCE

s'y attachent par leurs queues. C'est cette particularité qui retint l'attention de Berg.

Comment, en effet, changer une *E. coli*? Berg songea à un bactériophage (ou, plus simplement, phage). Les phages, qui sont finalement des microbes de microbes, ne se comportent pas tous de la même manière ; il en est de virulents, qui détruisent leur proie en quelques minutes ; et il y en a qui, plus raisonnablement, ne tuent pas leur bactérie aux œufs d'or, mais la ménagent, vivent en symbiose avec elle, s'y introduisent et incorporent dans ses chromosomes une partie ou la totalité de leur propre ADN ; ils se reproduisent ainsi par procuration, comme s'ils étaient eux-mêmes des gènes de la bactérie. On les appelle des phages « transducteurs ». Comble de perfidie, il arrive parfois que ces intrus se comportent comme les jeunes coucous qui sont couvés par d'autres oiseaux (les coucous ne font jamais de nids et s'installent toujours dans ceux des autres) : ils peuvent tuer les jeunes cellules de la bactérie et prennent le large avec les gènes mêmes de celles-ci ! Puis ils recommencent leurs errances et leurs intrusions.

Delbrück, Herscher et Luria, qui s'étaient partagés en 1965 un prix Nobel pour leurs travaux de génétique, avaient déjà réussi une prouesse annonciatrice : ils avaient isolé le gène qui contrôle la fermentation du sucre dans *E. coli* et que l'on appelle l'opéron lactose ; pour cela, ils avaient utilisé justement des phages qui s'enfuent en entraînant ce gène. Il faut dire qu'on les avait sérieusement boudés pour une telle impudence. « Il n'y a pas de quoi être fiers », avait déclaré sombrement le Dr Jonathan Beckwith, de Harvard, évoquant à cet égard et pêle-mêle, la bombe atomique, la guerre du Vietnam et autres horreurs.

Mais l'on n'avait encore rien fait d'autre que d'isoler un tout petit bout de l'ADN d'*E. coli*, alors que, ce que Berg se proposait de réaliser, lui, c'était tout bonnement un autre *E. coli*, comme les horticulteurs réalisent une nouvelle variété de roses. Et comment projetait-il de le faire ? C'est là que l'affaire se corse : en utilisant le virus SV 40.

SV 40 a très mauvaise réputation parmi les virologistes. Ce virus, qui est classé quarantième parmi ceux qui sont susceptibles d'infecter les singes, d'où son nom « Simian Virus » et son numéro d'ordre, cause des cancers chez l'animal. Si on lui donne dix chances d'infecter un animal, il en prend huit, ce qui est énorme, en comparaison avec un autre virus, celui du polyome, qui ne prend, lui, qu'une seule chance sur dix. SV 40 est responsable, soit dit en passant, des hypothèses de l'origine virale du cancer. Mais il ne semble pas que SV 40 puisse provoquer le cancer chez l'homme⁽¹⁾.

L'utilité de SV 40, pour Berg, c'était sa docilité. Les phages sont souvent des agités et des rebelles ; il est difficile de leur faire faire ce qu'on veut. Mais SV 40, lui, reste stable et se réplique à l'intérieur des cellules de nombreux animaux. SV 40 ne parasite pas *E. coli*. Mais Berg avait trouvé une astuce pour l'y forcer : il transférera son ADN dans l'ADN d'un phage qui, lui, parasite *E. coli* : le « phage lambda ».

On ne le laissa jamais aller plus loin.

En effet, un microbiologiste qui n'était pourtant pas de son équipe, Robert Pollack, mais qui travaillait dans le même laboratoire, à Cold Spring Harbor, l'en empêcha ; il le « dénonça ».

Pollack avait entendu parler des recherches et des projets de Berg par une collaboratrice de celui-ci, Janet Mertz. Et il commença à devenir extrêmement nerveux, il fit le raisonnement suivant : *E. coli* vit en très grande familiarité avec l'homme ; infecté par SV 40, il resterait quand même familier ; il tromperait alors le système immunitaire humain. Etant donné qu'un *E. coli* infecté en infecterait d'autres, toute la population mondiale des *E. coli* risquerait d'être porteuse de ce redoutable parasite qu'est SV 40. Dans l'esprit de Pollack, et dans celui de l'époque, Berg avait perdu la tête.

Loyallement, Pollack commença par appeler Berg au téléphone.

— Vous comptez vraiment mettre SV 40 dans *E. coli* ? Vous ne pourriez pas le mettre plutôt

(1) SV 40 semble toutefois cancériser des cellules humaines en culture.

dans *B. subtilis* [une bactérie qui vit dans la terre et qui digère les substances organiques en putréfaction] ou dans quelque chose qui ne vive pas dans le côlon ?

— Ne vous inquiétez pas, répondit Berg, on s'en occupe.

— Comment vous en occupez-vous ? Quel contrôle pouvez-vous exercer ?

— Ecoutez, Bob, je peux fabriquer un *E. coli* qui ne vive que là où je le veux. Je peux le rendre sensible à la streptomycine, je peux le rendre sensible à la température, je peux même lui faire subir une série de mutations qui le rende incapable de survivre hors du labo.

La conversation se poursuivit sur ce ton, sans convaincre aucun des interlocuteurs. Pollack demanda à Berg de donner une conférence sur ce sujet ; Berg déclina. Pollack donna lui-même une conférence, alerta la presse, et finalement, parvint à créer une atmosphère tellement hostile au projet de modification d'un *E. coli* par SV 40 que Berg y renonça. Il faut dire que, lors d'une rencontre amicale avec Crick, Berg avait exposé son problème au célèbre savant, attendant que celui-ci encourageât ou, au contraire, décourageât le projet d'un hybride *E. coli* SV 40. Mais Crick ne desserra pas les dents et Berg en fut très décontenancé. Cette anecdote influenza peut-être la décision de Berg d'abandonner son projet. Toujours est-il que, très honnêtement, il informa Pollack de son changement d'attitude et admit qu'il n'avait peut-être pas, lui, Berg, envisagé tous les risques d'une telle mutation provoquée. Il lui demanda également de l'aider à convoquer une conférence internationale sur les virus susceptibles de provoquer des tumeurs.

Cette conférence eut lieu ; elle est actuellement considérée comme une date importante dans la longue histoire des rapports entre science et morale ; elle posa pour la première fois les problèmes éthiques de l'ingénierie génétique. Ce fut la conférence d'Asilomar, qui se tint à Pacific Grove, en Californie, en janvier 1973.

Avant d'aborder ce que fut cette conférence, il faut répondre à la question qui se pose évidemment : le Pr. Berg, l'un des biologistes les plus célèbres du monde (membre de l'Académie des Sciences des Etats-Unis, de surcroît) avait-il donc été si léger ? Et si le jeune Pollack n'avait pas été pris de scrupules, Berg se serait-il donc lancé dans une manipulation si dangereuse que la greffe d'un ADN de virus peut-être cancérogène dans une bactérie très répandue ? La réponse est : non. Berg avait des raisons sérieuses de prendre les risques apparents qu'il avait envisagé de prendre.

En fait, on ne l'a jamais dit : des millions de gens de par le monde avaient déjà été contaminés par le SV 40 ! A leur insu !

L'histoire commence pendant la guerre de Corée, en 1952. Un nombre très élevé des recrues américaines qui entraient dans les camps d'entraînement contractait une maladie mystérieuse, ressemblant beaucoup à la grippe, et surtout rebelle à toute forme de traitement. On

dépêcha de Washington des sommités médicales militaires pour diagnostiquer l'étrange maladie. En 1954, on en identifia le germe : un adénovirus, dont les 7 variétés n'avaient pas toutes les mêmes propriétés. On commença donc à préparer des vaccins.

Dans les années cinquante, on ne savait pas très bien faire des cultures de tissus humains nécessaires à la culture des virus ; les seules cultures humaines dont on disposait étaient celles de personnes cancéreuses ; pas question par conséquent de s'en servir pour préparer des vaccins contre l'adénovirus en question. On décida donc de cultiver ce virus sur des cultures de reins de singes rhésus. Tout comme on le faisait déjà, par exemple, pour les vaccins contre la polio.

Le vaccin, ou plutôt les vaccins correspondant aux 7 variétés d'adénovirus furent prêts vers 1956. On prépara leur commercialisation, mais auparavant, on les contrôla à l'aide d'un protocole plus raffiné que celui que l'on avait suivi pour le vaccin anti-polio : on injecta du fluide de cultures de reins de rhésus sains à des hamsters. Et l'on s'aperçut avec consternation que des tumeurs se développaient chez les hamsters ! A titre de contre-épreuve, on inocula le même fluide à des cultures de reins d'un autre singe, le singe vert, qui est originaire d'Afrique, alors que le rhésus est originaire de l'Inde. Les cellules du singe vert se désintégrèrent !

La panique gagna : on s'aperçut que les 7 vaccins contre les adénovirus contenaient un mystérieux virus qui n'était pas l'adénovirus et qu'on n'avait jamais détecté. Et c'était sur des cultures identiques de reins de singes rhésus que d'autres avaient préparé le vaccin anti-polio ! Et ce vaccin-là avait été administré à des dizaines de millions de gens ! Quand on injecta les vaccins anti-polio à des cultures de reins de singes verts, on constata les mêmes effrayants résultats qu'avec le fluide de culture de reins de singes rhésus.

Jusqu'alors on avait recensé 39 virus infectant les singes rhésus. On repartit à la chasse d'un autre virus, sans doute passé inaperçu et responsable des tumeurs de hamsters. On le trouva : ce fut le fameux SV 40. On ne pouvait évidemment pas courir après tous les gens qui avaient été vaccinés avec le vaccin anti-polio. Mais on décida qu'à l'avenir, toutes les nouvelles préparations de vaccin anti-polio, de même que de vaccin contre l'adénovirus, seraient traités avec un anti-sérum SV 40. Cet anti-sérum annulerait, en effet, les effets possibles du SV 40.

Il les annula bien pour le vaccin anti-polio, mais non pour 6 des 7 vaccins contre l'adénovirus, le septième seul ayant pu être purifié. On se serait bien contenté de ce septième-là, mais quand on l'injecta à des hamsters, patatras ! il déclencha encore des tumeurs ! L'anti-sérum était donc inefficace.

C'est alors que les biologistes américains se rappelèrent un travail de l'Anglais Fred Griffith.

Ce biologiste avait démontré que les virus se passent des informations génétiques sous forme de fragments d'ADN ; est-ce que ce ne serait pas le même phénomène qui se reproduirait ? Le seul moyen d'en avoir le cœur net était de traiter le vaccin adéno 7 avec de l'anti-sérum adéno 7. Injecté à des hamsters, ce nouveau vaccin purifié ne déclencha cette fois aucune tumeur.

Qu'est-ce que cela signifiait ? Que l'ADN de l'adénovirus s'était spontanément recombiné avec le SV 40, produisant un virus hybride. Et c'est dans cet épisode que Berg avait puisé deux idées : la première, c'est la possibilité de recombiner SV 40 avec le phage lambda pour l'introduire dans *E. coli*, la deuxième, c'est que SV 40 n'était sans doute pas si dangereux. Donc, Berg n'était pas si fou.

Tenir en échec les mutations naturelles

Il avait au moins une bonne raison de ne pas se laisser terroriser par le spectre de SV 40 : sur 6 764 personnes qui avaient reçu le premier vaccin anti-polio, celui qui avait été infecté avec du SV 40, une seule avait, en quinze ans de surveillance, paru exiger un contrôle anti-cancéreux.

Berg fit état de ces chiffres à la conférence d'Asilomar. L'entendit-on ? Asilomar fut une rencontre passablement chaotique. Néanmoins, son mérite fut de montrer au grand jour que l'ingénierie génétique peut poser des problèmes moraux. Certains savants rappelèrent, à juste titre, que quinze ou vingt ans ne constituent pas un délai suffisant pour que l'on puisse juger du bien-fondé de certaines découvertes mises en application. Et que, par exemple, nombreuses étaient les femmes qui commençaient à développer des cancers parce que, dans les années cinquante, on leur avait administré du stilbés-trol⁽²⁾ lors de leurs grossesses, comme c'en était la mode.

Pendant vingt ans environ, la communauté internationale des biologistes a vécu sous le signe d'Asilomar. Celui-ci aura fait au moins deux victimes, l'une morale et l'autre physique.

La victime morale fut Berg, dont la carrière, comme quelques autres, s'enfonça pendant de longs mois dans les dédales de débats académiques et de démarches administratives dont l'opinion publique, telle que la grande presse l'informa le plus souvent, ne retint que ceci : « on » (c'est-à-dire ces gens dangereux que sont les savants) envisageait de fabriquer des virus cancérogènes.

La victime physique fut le Dr Neil E. Gordon, l'un des plus brillants biochimistes américains, qui se jeta du haut d'un immeuble dans un accès de dépression. Gordon n'avait rien à se reprocher : il était désespéré parce qu'il trouvait que la science s'était trop et trop vite déve-

loppée et qu'elle était devenue incontrôlable.

Le fantôme d'Asilomar a considérablement pâli depuis lors. L'aspect moral de l'ingénierie génétique s'est affiné et précisé pour les deux raisons suivantes :

- les recombinations de l'ADN ne sont pas le seul fait de l'homme ; elles se produisent spontanément dans la nature et elles se produisent même probablement à une telle vitesse qu'il est plus risqué de les laisser faire « naturellement » que d'essayer de les contrôler éventuellement grâce à l'ingénierie génétique ;
- celle-ci est devenue une technique tellement précise, et ses spécialistes sont devenus si conscients de leurs risques qu'on peut raisonnablement la considérer comme aussi sûre que le pilotage d'un avion de ligne.

Le Pr. Roy Curtiss III, de l'Université de l'Alabama, est l'un de ceux qui ont le mieux mis en lumière les dangers des recombinations spontanées d'ADN. Nous empruntons les déclarations suivantes au livre de John Lear : « On prend souvent *E.coli* pour un habitant inoffensif du tube digestif des animaux... [Mais] *E.coli* est un agent pathogène dont la virulence varie selon les souches. En fait, ce sont probablement des variétés entéropathogéniques d'*E.coli* qui sont responsables de la grande majorité des maladies à diarrhées... Il est l'un des trois grands tueurs mis en cause dans les morts par septicémie qui représentent les complications secondaires de maladies ou d'états tels que le cancer, les déficiences immunitaires, les transplantations, les interventions chirurgicales, l'appendicite, la péritonite, etc. Il y a vingt ans, on rencontrait rarement des infections à *E.coli*, sauf dans des cas de diarrhée infantile. Parmi les variétés d'*E.coli* isolées il y a vingt ans, les plasmides étaient rares et, quand on en trouvait, ils étaient d'une seule sorte. Actuellement, de 30 à 50 % de toutes les variétés d'*E.coli* contiennent des plasmides... avec en moyenne trois types de plasmides par variété. »

Qu'est-ce que les plasmides ? Qu'est-ce qui a fait changer le banal *E.coli* ? Les plasmides sont des fragments d'ADN qui passent d'une bactérie à l'autre. Leur mode de passage est singulier : l'un des deux brins de la double hélice qui constitue l'ADN se détache de l'autre à l'intérieur de la bactérie mâle ; il passe par le conduit génital de la bactérie mâle lorsque celle-ci s'accouple à la bactérie femelle (car les bactéries et surtout *E.coli*, ont une vie sexuelle intense). Une fois dans le corps de la bactérie femelle, le brin d'ADN reconstitue l'équivalent du brin resté dans la bactérie mâle ; mais celle-ci ne se trouve pas pour autant diminuée, car le brin restant reconstitue lui aussi le brin donné à la femelle.

Il faut préciser que les plasmides ne sont pas génétiquement transmis aux jeunes bactéries, même s'ils finissent parfois par s'insérer dans les chromosomes des cellules-mères. Ils se reproduisent de manière indépendante de la bactérie et leurs rôles varient suivant l'espèce, c'est ainsi que certains plasmides apprennent à la bactérie,

(2) Hormone destinée à favoriser la grossesse.

mâle ou femelle, à fabriquer des enzymes qui détruisent les antibiotiques. A titre d'exemple, les bactéries porteuses de plasmides du type R résistent à l'ampicilline, au chloramphénicol, à la furazolidone, à la gentamycine, à la kanamycine, à la néomycine, à la spectinomycine, à la streptomycine, à la sulfamilamide... Les plasmides résistent aux métaux lourds et aux ultraviolets, ils se multiplient parfois plus vite que les bactéries qui les portent. Actuellement, les plasmides représentent le plus grand danger international ; d'une heure à l'autre, si l'on peut dire, ils peuvent « inventer » une maladie résistante à tous les traitements ce qui pourrait déclencher une formidable épidémie mondiale. On en découvre sans arrêt : en 1972, le taux des découvertes de plasmides était si grand qu'on décida d'établir un manuel pour les cataloguer.

Et qu'est-ce qui a fait changer *E.coli* ? L'environnement et sans doute en grande partie les antibiotiques. Les bactéries ont appris à se défendre. Les virus aussi : on ne sait pas combien de recombinaisons spontanées peuvent se produire parmi les virus. Mais on sait qu'il s'en produit. Témoin l'exemple suivant.

En 1977, à Plum Island, au large de New York, on a procédé à l'expérience que voici : on a infesté un groupe de dindons avec un virus, celui de la peste aviaire, et un autre groupe, avec un autre virus, celui de la grippe des dindons. Puis on a mis les deux groupes ensemble et on a trouvé que les individus des deux groupes s'étaient naturellement transmis leurs maladies et que les virus de la peste et de la grippe s'étaient recombinés pour en former un troisième, tout neuf. D'autres expériences de types différents prouvent sans conteste les recombinaisons spontanées d'ADN viral ou bactérien chez l'animal. On ne peut pas faire d'expériences sur l'homme, mais il n'y a aucune raison de penser que ces recombinaisons ne se produisent pas chez lui aussi.

En tout cas, il n'est plus guère de biologiste qui estime que la barrière entre les germes qui infectent les animaux et les germes qui infectent les humains est infranchissable, ni que les germes sont spécifiques d'une espèce ; la preuve la plus inquiétante a été obtenue en 1976 à la Southwest Foundation, à San Antonio, Texas. En recombinant un virus inoffensif du babouin et un virus inoffensif de la souris, des biologistes ont créé un hybride qui déclenche le cancer, non seulement chez les babouins et les souris, mais aussi chez les chiens, les chimpanzés et dans des cultures de cellules humaines. C'est peut-être le fait le plus sérieux qui redonne de l'actualité à la théorie d'une origine virale des cancers humains.

En résumé, on ne sait pas ce qui se passe dans le monde des bactéries et des virus ; on ne peut encore que s'en faire une idée. Toujours est-il que c'est un monde où les mutations vont très vite et peuvent être très dangereuses ; il devient de moins en moins sage de ne pas essayer de se servir de l'ingénierie génétique pour

tenir en échec certaines mutations naturelles qui intéressent directement l'espèce humaine. C'est d'ailleurs l'avis de l'un des deux « pères » de l'ingénierie, J.D. Watson, celui qui, avec Francis Crick, découvrit la structure de l'ADN. Dans une lettre publiée par « Nature » du 8 mars dernier, il déplore en termes énergiques les années perdues (depuis Asilomar) en conjectures interminables sur les dangers possibles des recombinaisons d'ADN. La possibilité de « créer des maladies » par manipulations génétiques volontaires lui paraît aussi valide que le mythe des sorcières ou des Martiens. En bref, Watson recommande de mettre fin rapidement au gaspillage de tonnes de papier, de milliers d'heures de travail et de sommes immenses d'argent, gaspillage causé par les prétentions des gouvernements à contrôler l'ingénierie génétique. Particulièrement visés dans sa diatribe : le sénateur Edward Kennedy et le représentant au Congrès Joseph Califano. Telle a été également l'opinion du prix Nobel David Baltimore, qui a dénoncé « le poing de fer de l'orthodoxie ».

Sans doute l'un et l'autre savants, comme tous les partisans de l'ingénierie génétique, estiment-ils que des laboratoires bien équipés, c'est-à-dire des P4, et la sélection de fait qui s'exerce dans la communauté scientifique constituent des protections suffisantes contre les risques de contamination accidentelle par des hybrides expérimentaux de bactéries ou de virus. Après tout, l'accident de Birmingham⁽³⁾ a été causé par le fait que le chercheur qui faisait de la manipulation génétique avait une installation défectueuse, faute de crédits suffisants.

Il existe plusieurs bonnes raisons de supposer que des hybrides expérimentaux peuvent être créés sans danger pour le public, à supposer même qu'ils s'échappent accidentellement des enceintes des P4 ; il suffirait que ces hybrides répondent aux descriptions suivantes :

- qu'ils soient incapables de synthétiser de la purine, substance chimique indispensable à la synthèse de certaines parties de l'ADN (en fait celles qui répondent à la définition A et G, c'est-à-dire adénine et guanine) ; dans ce cas-là, ces germes ne sont pas virulents ;
- qu'ils soient également incapables de fabriquer de l'acide diaminopimélique, indispensable à la constitution de leur « peau » : il s'agit d'un acide rare à l'état naturel et sans lequel des bactéries mourraient rapidement ;
- qu'ils ne puissent pas vivre à 37 °C, c'est-à-dire dans des corps d'animaux à sang chaud ;
- qu'ils ne puissent pas non plus vivre à des températures inférieures à 32 °C, ce qui les rendrait incapables de survivre dans l'eau, l'air ou le sol et empêcherait la formation de réservoirs naturels ;
- qu'ils ne puissent pas fermenter ou utiliser des hydrates de carbone, ce qui les exposerait

(suite du texte page 138)

(3) Voir notre précédent numéro.

L'INDUSTRIE DE L'ADN

Alors que les problèmes moraux de l'ingénierie génétique sont encore débattus, les premières multinationales de génétique appliquée viennent d'être fondées aux Etats-Unis et en Europe. Notre envoyée spéciale Françoise Harrois-Morin a été interroger en Californie le président de la plus « ancienne » de celles-ci. Elle en a retiré le sentiment que l'industrie génétique en est aujourd'hui là où se trouvait l'électronique il y a 15 ans...

Une industrie est en train de naître. Une industrie où les éprouvettes et les pipettes tiennent lieu de machines-outils, où la matière première est la matière vivante, où le moindre « ouvrier » est diplômé d'université. Cette nouvelle venue sur le marché industriel est encore très étroitement liée à la recherche fondamentale en biologie dont elle est issue, mais on dit déjà que quelques bonnes fées se sont penchées sur son berceau.

C'est sur la côte est des Etats-Unis, dans cette région de la Californie entre San Francisco et San Diego, où se trouvent quelques-uns des plus prestigieux centres de recherches du monde⁽¹⁾ que les deux premières sociétés d'industrie biologique ont vu le jour.

La première par l'ancienneté (elle fut créée en 1971) et la plus importante par le nombre de personnes qu'elle emploie (200), c'est Cetus. Ses bureaux flambant neuf et dont les murs sont parsemés de sculptures ou de tableaux de baleines — à cause du nom qu'a choisi la compagnie — sont situés juste de l'autre côté du Bay Bridge qui enjambe la baie et relie San Francisco à Oakland et Berkeley. Ses laboratoires sont éparpillés à travers toute la petite ville de Berkeley. Tout a commencé ici il y a 9 ans déjà. « Nous nous étonnions », m'explique Ronald A. Cape, 46 ans, président directeur général de Cetus⁽²⁾, « Peter Farley l'actuel pré-

sident et directeur scientifique⁽³⁾ et moi, que les immenses progrès qui avaient été faits ces dernières années en biologie moléculaire, n'aient aucune retombée commerciale. En l'espace de 20 ans, il y a bien eu deux ou trois douzaines de prix Nobel qui ont été attribués sur ce sujet et l'homme de la rue ne profitait pas des découvertes faites dans ce domaine, comme il profitait, par exemple, des recherches effectuées en physique du solide et qui avaient été le point de départ du fulgurant développement de l'électronique (mini-calculatrices, montres, mini-ordinateurs, etc...). Avec l'aide du Dr A. Glaser⁽⁴⁾, qui avait étudié les phénomènes rares en physique, nous avons donc décidé d'étudier les phénomènes rares en biologie, c'est-à-dire les mutations de microorganismes.

Y avait-il un marché pour cela ? Oui, dans l'industrie pharmaceutique. Si l'on voulait accroître la quantité d'antibiotiques produite par un laboratoire sans avoir à l agrandir, il fallait absolument améliorer la production de bactéries-mères, donc trouver de nouveaux microorganismes (les Américains les appellent les « bugs » — les bestioles) à meilleur rendement. Le processus était toujours le même, on essayait de créer une mutation, on séparait les mutants des autres, ou bien on les clonait avant d'examiner les quantités de produits qu'ils étaient capables de fabriquer. Nous nous sommes donc

(1) En biologie en particulier, l'Institut Salk, la City of Hope, l'Université de California San Francisco, le Caltech et l'Université de Stanford sont des centres de tout premier plan.

(2) Ronald A. Cape est docteur en biochimie diplômé de la Harvard Business School et a suivi 3 ans les cours de biologie moléculaire de l'Université de Berkeley.

(3) Peter J. Farley, a 38 ans, il est docteur en médecine (Université de Saint-Louis, Michigan) et diplômé de la Stanford University Business School.

(4) Ronald A. Glaser, 51 ans, est prix Nobel de physique, qu'il reçut pour l'invention de la chambre à bulles. Membre de l'Académie des Sciences Américaine, il s'est reconvertis à la biologie moléculaire. Il est actuellement professeur de physique et professeur de biologie moléculaire.

inspirés de la technique qu'utilisait le Dr Glaser en physique pour mettre au point une méthode rapide d'examen des micro-organismes (le screening) qui nous permettrait de découvrir les quelques perles rares capables d'améliorer la production d'antibiotiques ».

De cette méthode, le Dr Cape ne dira pas plus. Il la considère comme un secret industriel et le laboratoire d'examen des micro-organismes est le seul que nous n'aurons pas le droit de visiter. « C'est sur cette nouvelle technique », poursuit-il, « qu'a démarré notre société, et nous sommes encore probablement les meilleurs du monde dans ce domaine. »

Par les méthodes conventionnelles, un laboratoire bien équipé peut passer en revue environ 500 colonies de micro-organismes par semaine. Cetus, grâce à son système informatique peut, elle, faire des milliers de tests à la fois.

Avec un capital de 5 millions de francs et quelques universitaires, la compagnie a donc démarré avec pour principaux clients des industriels américains et européens du secteur de la pharmacie, industriels dont Cetus tait volontairement les noms « à leur demande même ». Petit à petit, l'argent commençait à rentrer, grâce peut-être à la structure même de la société. « Nous ne voulons surtout pas être considérés comme une entreprise à façon, à qui l'on commande un travail et que l'on paie, un point c'est tout, explique Ronald Cape. Nous voulons vraiment participer aux projets et continuer à toucher les bénéfices des recherches que nous effectuons pour nos clients. Nous leur faisons donc payer « un droit d'entrée » (qui n'est en général pas inférieur à 500 000 \$ soit environ 2 150 000 francs) pour les travaux que nous allons faire ; nous insistons pour que chaque organisme ou chaque procédé que nous développons reste notre propriété et nous demandons des « royalties » sur la commercialisation des résultats que nous avons obtenus ».

Puis, il y a trois environ, la société a cherché les autres marchés possibles où l'industrie de la biologie pouvait remplacer les procédés traditionnels ; trois ont été identifiés : l'industrie chimique, l'industrie alimentaire et le secteur de l'énergie.

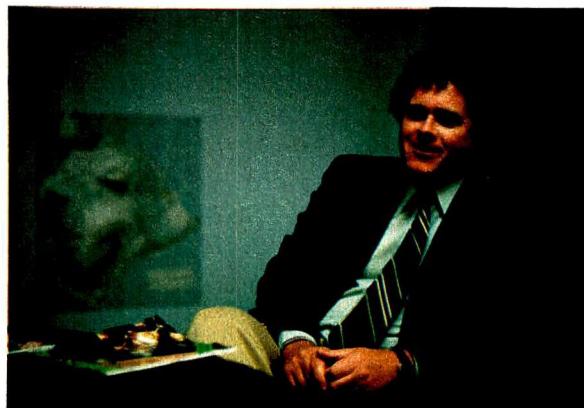
En chimie d'abord : des micro-organismes peuvent s'attaquer à pratiquement toutes les tâches qui sont aujourd'hui faites par synthèse organique. « Nous entrons dans l'ère de la biosynthèse », précise Peter Farley. Et il est persuadé qu'il sera demain beaucoup plus économique de produire des substances par la fermentation microbienne, que par la synthèse traditionnelle. « Nous avons déjà développé des procédés permettant la fabrication de glycol à partir de n'importe quel alkine, ou celle d'éthylène-glycol, qui sert d'antigel dans les voitures, à partir d'éthylène. » La méthode utilise probablement l'effet spécifique de catalyse de certaines enzymes.

L'avantage de la biosynthèse est triple : d'abord elle sera moins coûteuse (Peter Farley

avance le chiffre de 50 % de réduction sur les coûts de fabrication) ; ensuite, elle consommera peu d'énergie ; la biosynthèse s'effectue à température et pression ambiantes ; enfin, elle ne sera pas polluante. « Les enzymes » dit Ronald Cape, « ne laissent jamais comme déchets quelque chose de plus polluant que la matière première sur laquelle ils ont travaillé. Si l'on a un tas d'ordures en entrée, on aura à la sortie le produit, plus un tas d'ordures, mais il ne sera pas plus sale ».

L'industrie alimentaire est le deuxième secteur auquel s'attaque Cetus. Tout le monde sait que la variété la plus courante de pomme de

ILS SOURIENT



Peter J. Farley

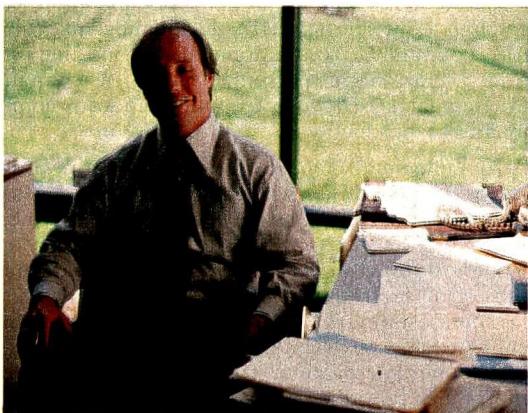
Ces deux hommes heureux sont Peter J. Farley et R. Swanson respectivement P.D.G. de C.E.T.U.S. et de Genentech, entreprises d'ingénierie génétique. Alors que ces techniques posent de nombreux problèmes aux chercheurs du monde entier (voir l'article de

terre, celle qui fournit les plus hauts rendements à l'hectare, a la fâcheuse tendance de s'effriter lors de la cuisson ; si l'on parvenait à insérer parmi les gènes de la tubercule, un gène capable d'éviter ce défaut sans pour autant réduire le niveau de la production, on ravirait bien des ménagères. On pourrait aussi créer de nouvelles espèces de céréales qui s'adapteraient à n'importe quel sol. Mais, à l'heure actuelle, l'intérêt de Cetus se porte surtout sur l'industrie du sucre ménager ou industriel. Il ne faut pas oublier qu'il y a quelques années, toute la production du sucre provenait de la canne à sucre ou des betteraves. Grâce à un enzyme, on est parvenu à transformer l'amidon du maïs en sucre et, pratiquement du jour au lendemain, 30 % de la production américaine de sucre a été tirée du maïs. « Et cela grâce à un seul petit enzyme », s'exclame Peter Farley. « Nous travaylons donc activement dans ce domaine. »

L'énergie, enfin, est un marché potentiel que les industriels de la biologie jugent fabuleux. D'abord, il y a la récupération du pétrole résiduel — près de 60 % — qui reste dans les champs pétrolifères déjà exploités ; il y a aussi

l'extraction de celui que contiennent les schistes bitumineux. Et cela fait partie du projet à long terme de Cetus. Mais pour l'instant, toute l'attention de la société dans ce domaine est concentrée sur une étude d'envergure effectuée par la National Distillers : « Nous travaillons », dit Peter Farley « à ce qui sera, nous le pensons, la méthode la plus efficace du monde pour convertir le glucose en éthanol et qui améliorera de façon considérable la fermentation traditionnelle de l'alcool, comme la pratique par exemple, le Brésil ». Les marchés potentiels de l'industrie biologique se chiffrent en milliards de dollars. Celui des antibiotiques, par exemple,

A LA FORTUNE !



Robert A. Swanson

Gérald Messadié), ils ont entrepris la conquête de cet Eldorado des temps modernes qu'est l'ingénierie génétique, dont on nous promet un âge d'or comparable à celui de l'électronique dans les années 50.

est évalué à près de 10 milliards de dollars par an, celui des produits chimiques de 2 à 5 milliards et celui de l'énergie, à plus de 25 milliards. Cette année, l'industrie des antibiotiques ne représente plus la première source de revenus de Cetus : les programmes de chimie organique et d'énergie sont plus importants. Lorsque les premières grandes sociétés — Standard Oil of Indiana (Amoco) a pris 22 % du capital en septembre 1977, National Distillers 16 % en septembre 1978 et Standard Oil of California (chevron) 25 % en novembre 1978⁽⁵⁾ — ont commencé à s'intéresser à la toute petite compagnie californienne, celle-ci n'a plus eu besoin de se plier aux désirs de ses clients de l'industrie pharmaceutique, elle possédait désormais ses propres capitaux apportés par les géants de l'industrie pétrolière et pouvait entreprendre des études pour son compte propre. Celles-ci représentent aujourd'hui 40 % de son volume de recherche et un investissement de 7 millions de dollars environ.

(5) Le reste du capital est détenu par les fondateurs de Cetus.

Cetus se considère-t-elle comme une société d'ingénierie génétique ? Certainement pas. Et là réside toute la différence entre elle et les autres compagnies qui se sont créées depuis. L'ingénierie génétique, ou comme on l'appelle ici la technique de l'ADN recombiné⁽⁶⁾ n'est, comme le fait remarquer Ronald Cape « qu'un simple outil, efficace, performant certes, mais nous avons créé notre compagnie autour d'une science, la biologie moléculaire, non autour d'une technique ». Bien qu'aujourd'hui les recherches pharmaceutiques ne soient plus le secteur le plus important chez Cetus, les études vont tout de même bon train dans ce domaine. Parce que c'est celui qui touche le plus directement le public. Les projets ? Cetus en a plusieurs en chantier, mais elle ne les révèlera pas tous.

« Oui, nous travaillons sur l'insuline, dit-on ici, oui, nous étudions l'interféron⁽⁷⁾, non, nous n'avons rien entrepris sur la somatostatine ». L'insuline humaine, on le sait, pourrait résoudre les problèmes des diabétiques graves et l'interféron est une substance fabriquée par les cellules infectées par un virus et qui donne l'ordre et les moyens aux cellules saines de fabriquer les protéines anti-virales qui bloqueront la reproduction des virus ; il sert donc à immuniser les cellules saines. On comprend aisément l'intérêt que représente ces deux substances.

Les autres projets, il faut les deviner ; la protéine vaccinante de l'hépès, peut-être celle de l'hépatite ? Dans ce dernier cas, les chercheurs de Cetus vont se pencher de très près sur les résultats que viennent d'annoncer conjointement une équipe française de l'Institut Pasteur dirigée par le Pr. Pierre Tiollais, et une équipe britannique de l'Université d'Edimbourg, à la tête de laquelle se trouve le Pr. Murray. Les deux équipes sont en effet parvenues à insérer dans l'ADN d'un colibacille la séquence génétique qui permet la fabrication de la protéine vaccinante de l'hépatite B. Mais dans cette industrie du médicament, même si Cetus fait part de résultats importants prochainement, il faudra attendre au moins 5 à 10 ans avant que ces produits ne soient testés et acceptés par l'administration américaine (Food and Drug Administration), donc disponibles pour le malade. « Nous sommes une entreprise commerciale », ajoute Peter Farley, « et il serait naïf de notre part d'ignorer les délais très importants dans le domaine pharmaceutique ; nous espérons bien annoncer des résultats importants dans d'autres secteurs, résultats qui nous permettront des bénéfices à plus court terme ».

A l'heure actuelle, la petite entreprise de Berkeley s'agrandit. On met actuellement la dernière touche à un laboratoire P 3, où l'on peut effectuer des expériences génétiques à risques de contaminations élevés. « Nous avons

(6) Voir *S. et V.* n° 715, avril 1977, n° 717, juin 1977 et n° 728, mai 1978.

(7) Voir *Science et Vie* n° 713, février 1977 et n° 728, mai 1978.

construit ce laboratoire par simple prudence, au cas où les réglementations sur les manipulations génétiques se teraient plus strictes. Nous n'avons pas l'intention de conduire des expériences de ce niveau », affirme-t-on ici. Avec le soutien financier de très importantes compagnies, avec la taille des marchés potentiels auxquels elle s'attaque, avec la diversification de ses projets et sa politique commerciale originale, les dirigeants de Cetus semblent très confiants en l'avenir.

De l'autre côté de la baie, au sud de San Francisco, dans une zone industrielle toute récente, Genentech, l'une des compagnies concurrentes de Cetus, a établi son quartier général et ses laboratoires. Contrairement à Cetus, Genentech a bâti toute son activité autour de la technique de « l'ADN recombiné ». Il y a trois ans exactement que la petite société, qui compte aujourd'hui 30 personnes, a été créée par Robert A. Swanson, 31 ans, diplômé de biochimie du MIT (Massachusetts Institut of Technology) et de la Sloan Business School, et par Herbert Boyer, l'un des plus brillants chercheurs de l'Ecole de Médecine de l'Université de San Francisco, voici un peu plus de trois ans. Convaincu de la rentabilité commerciale de l'ingénierie génétique, Robert Swanson s'arrange pour trouver des capitaux. Des sociétés financières de « Venture Capital » lui viennent en aide. C'est Monsanto, International Nickel et Mayfield Fund qui apportent les premiers fonds. Ensuite, la toute nouvelle société passe des contrats avec les universités les plus réputées en biologie moléculaire : l'Ecole de Médecine de San Francisco, à laquelle appartient Herbert Boyer, la City of Hope de Duarte près de Los Angeles, et le California Institute of Technology. Dès le mois 1977, Genentech, l'Université de San Francisco et City of Hope annoncent la première production de somatostatine par une colonie de bactéries *E. Coli* sur l'ADN desquelles a été greffé le gène correspondant à la fabrication de la somatostatine. La somatostatine, rappelons-le, est une hormone du cerveau qui agit sur le système glandulaire. Elle contrôle la sécrétion de l'hormone de croissance ainsi que la production d'insuline qui abaisse le taux de sucre dans le sang, et celle du glucagon qui, au contraire, l'augmente. Un an plus tard exactement, c'est l'annonce par la même équipe de la production de 1 mg d'insuline humaine, grâce à la greffe sur un ADN de bactérie *E. Coli* d'un gène synthétique correspondant à la fabrication de l'insuline. C'est à ce moment que la puissante société pharmaceutique Eli-Lilly, qui contrôle 80 % des 137 millions de dollars que représente le marché de l'insuline, passe un contrat de plusieurs millions de dollars avec Genentech, afin de s'assurer l'exclusivité des études entreprises par la petite compagnie pour fabriquer industriellement l'insuline. Mais en biologie génétique, les étapes sont bien longues entre le laboratoire et la production en grande quantité, car après avoir fait fabriquer la substance dési-

rée par la bactérie, il faut s'assurer qu'elle est bien là, au centre de *E. Coli*, puis il faut l'en extraire, la purifier et en obtenir suffisamment pour pouvoir tester son activité biologique. Or, Genentech n'a encore publié aucun résultat de tests. Certains pensent même qu'ils en sont loin. Parallèlement, l'équipe de Genentech travaille, tout comme Cetus, sur l'interféron. « Mais, selon Robert Byrnes, vice-président de la société, il faudra bien attendre au moins un ou deux ans avant qu'une de compagnies ou un des laboratoires qui « planchent » sur ce sujet soit en mesure d'annoncer des résultats probants. En tenant compte, poursuit-il, des délais imposés par l'administration, des tests indispensables, il faut bien compter cinq ans avant que l'interféron ne soit disponible pour les malades, et encore. L'interféron est une longue molécule très compliquée, contrairement à l'insuline et à la somatostatine, personne encore ne connaît exactement la séquence d'amino-acide qui commande sa production. »

Actuellement, Genentech poursuit quatre projets pour quatre clients de l'industrie pharmaceutique. Eli-Lilly finance les études sur l'insuline. Pour le reste, c'est un jeu de devinette, car ni Robert Byrnes, ni Robert Swanson n'en diront plus. Qui se trouve derrière les recherches sur la somatostatine et sur l'interféron ? En quoi consiste le quatrième projet ? Concerne-t-il l'hormone de croissance ? Les endorphines, cette morphine fabriquée par le cerveau humain ? Les vaccins de la malaria ou de l'hépatite ? C'est possible. On sait en revanche que l'Institut Mérieux a passé un contrat avec Genentech ; que Robert Swanson a rencontré, lors de son dernier voyage en France, Pierre Aigrain, le ministre de la Recherche ; et que la Sofinova, cette société d'investissement de « venture-capital » française, détient une part du capital de la petite compagnie américaine. D'autre part, Robert Swanson a affirmé qu'il allait annoncer avant la fin de l'année deux produits nouveaux majeurs, aussi importants que l'insuline. Tout comme Cetus, la société démarre des recherches pour son propre compte : « nous avons en chantier quatre ou cinq projets dont nous étudions la fiabilité » ; tout comme Cetus, elle s'agrandit ; tout comme Cetus encore, elle a bien l'intention de s'attaquer à d'autres marchés : l'agriculture, la nourriture des animaux, les enzymes et les hormones industrielles, mais toujours avec la même arme : la manipulation génétique. Enfin, tout comme son concurrent le plus direct, Genentech voit l'avenir en rose. Depuis que ces deux pionnières ont pris racine sur le sol californien, d'autres entreprises ayant des buts identiques ou presque, se sont créées aux Etats-Unis. Les Bethesda Research Laboratories Inc. ont été fondés il y a trois ans à Rockville, dans le Maryland. Dirigés par le Dr Patricia Berg, ils se sont jusqu'à présent spécialisés dans la fabrication d'enzymes de restriction, ceux qui permettent de couper l'ADN, mais ils vont sans doute, eux aussi, diversifier leurs activités.

Genex, ensuite, a ouvert ses portes en 1977, et à sa tête le Dr David Jackson de l'Université du Michigan. Genex, qui met la dernière touche à ses laboratoires à Rockville également, vient d'annoncer « un contrat avec une très importante firme », sans préciser laquelle. Elle entend concentrer ses activités sur les marchés industriels (la chimie) et alimentaires. En Europe, la société Biogen a déposé ses statuts au Luxembourg et termine actuellement la construction de laboratoires en Suisse.

Ce marché de l'ingénierie génétique qui semble avoir un si bel avenir, est-il totalement ignoré des grandes entreprises pharmaceutiques ? Certainement pas. Mais tout comme Cetus et Genentech, les grosses compagnies sont assez discrètes sur leurs recherches. Hoffmann-La Roche par exemple, possède un laboratoire de biologie moléculaire modèle à Nutley, dans le New Jersey, qui emploie 110 chercheurs. On y travaille d'arrache-pied sur l'interféron. Petit à petit, d'autres « grands » viennent grossir la liste des industriels de la génétique : General Electric, Glaxo, Hoechst, ICI, G.D. Searle, Unilever, Uppohu, Merckx et Eli-Lilly bien sûr.

Un « boom » comparable à celui de l'électronique ?

D'un point de vue strictement scientifique, certains considèrent que ce « boom » de l'industrie de la microbiologie est parfois totalement injustifié. Deux chercheurs (CNRS et Université) analysent ainsi, dans le Monde du 11 avril 1979, le cas de l'insuline : « La majorité des diabétiques n'ont pas besoin d'insuline » et « s'il est vrai que l'insuline animale a des inconvénients, c'est parce qu'elle n'est pas suffisamment pure et non pas parce qu'elle présente une différence de structure avec l'insuline humaine : or, ce problème de la pureté risque aussi de se poser pour l'insuline bactérienne-humaine ». De plus, comme il est très difficile de savoir où en sont les recherches, et où en est l'industrialisation des techniques de clonage, de purification et de synthèses de gènes, il est probable que Genentech et tous ses confrères soient plus proches de la recherche appliquée que de l'étape industrielle. De plus, toutes ces sociétés ont besoin des recherches fondamentales qui sont effectuées à l'Université pour avancer. C'est là que sont restés les cerveaux les plus brillants et des problèmes de brevets et de royalties ne vont pas manquer de se poser.

En définitive, même si l'avenir de ces « compagnies » d'ingénierie génétique n'est pas aussi souriant que veulent bien le laisser entendre les responsables, même si elles ne parviennent pas à produire en masse des substances nouvelles ou anciennes, mais à un coût plus faible, même si elles ne font pas fortune en trois ou quatre ans comme l'ont fait certaines entreprises d'électronique, elles abattent les obstacles et débroussaillement le chemin qui un jour ou l'autre mènera

aux médicaments, à l'essence, ou à la nourriture de demain.

Et l'Europe, est-elle en reste dans cette course à l'ingénierie génétique ? Non, elle est bien placée, pour plusieurs raisons :

- Elle compte des chercheurs dont le niveau est à peu près équivalent à celui de leurs collègues d'outre-Atlantique.
- Les règlements de sécurité concernant les « manipulations » génétiques sont moins rigides que ceux qui ont été imposés aux Etats-Unis.
- L'existence de fiscalités différentes (dont certaines sont encore des « paradis ») doit permettre à des gestionnaires compétents de diriger les éventuels bénéfices (qui peuvent, comme on le verra plus loin, être énormes) dans les labyrinthes tout à fait légaux de la finance internationale.
- Enfin, les industries pharmaceutique et chimique en Europe ne peuvent pas se permettre de rester en marge d'une technologie nouvelle dont les débouchés semblent extraordinaires.

C'est ainsi que le comité scientifique de Biogen comportera plusieurs Européens, dont certains noms ont déjà été cités : Heinz Schaller, de l'Université de Heidelberg, et Peter Hofsneider, de Munich, pour l'Allemagne ; Brian Hartley, de l'Imperial College de Londres, et Kenneth Murray d'Edimbourg, pour le Royaume-Uni ; Bernard Mach, de l'Université de Genève, et Charles Weissman, de l'Université de Zurich.

Il y aura sans doute, un « participant » français, mais il y a, en ce qui concerne l'Hexagone, un problème particulier. En France, comme le disait un chercheur de l'Institut Pasteur, il n'est pas courant qu'un universitaire, ou un chercheur salarié d'un organisme national, soit partie prenante dans une entreprise privée à but lucratif. Ce n'est pas défendu, mais ce n'est pas, non plus, bien vu. En outre, selon le Dr Gilbert, le gouvernement français voudrait sans doute être partie prenante. Or, les scientifiques de Biogen veulent garder les mains libres...

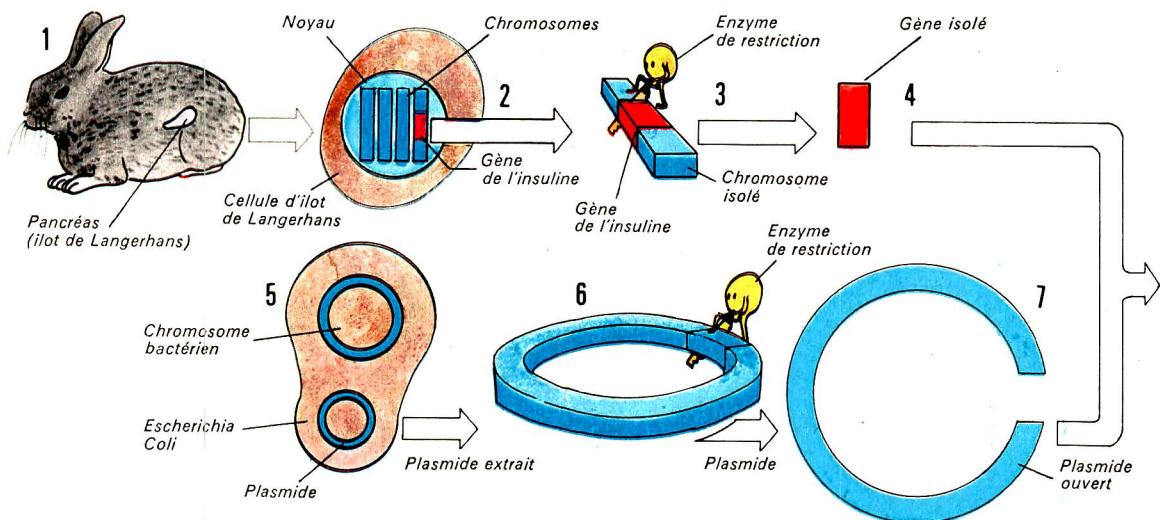
Le potentiel commercial de l'ingénierie génétique est tel que l'on puisse être tenté d'établir un parallèle entre cette discipline aujourd'hui, et l'électronique il y a une dizaine d'années. Comme l'électronique, l'ingénierie génétique est née dans les laboratoires universitaires et les grands centres de recherche, et son potentiel a rapidement attiré les entrepreneurs et le capital en quête de placement. Si International Nickel a véritablement investi une dizaine de millions de dollars dans Biogen (chiffre cité, mais non confirmé) c'est que cette société, qui n'a aucune expérience particulière en biologie, attend des résultats. En voici quelques exemples, cités par le Dr Gilbert et d'autres chercheurs de l'Université de Harvard et du fameux Massachusetts Institute of Technology, à Boston.

La production de l'insuline humaine à bon marché : on sait que rien que pour les Etats-Unis, le marché de l'insuline, contrôlé à 80 % environ par Eli-Lilly, représente environ 150

C'EST DANS CETTE « RAFFINERIE » EN MINIATURE QU'A ÉTÉ PRODUITE LA PREMIÈRE MARCHANDISE DU GÉNIE GÉNÉTIQUE : L'INSULINE

Notre schéma explique le processus employé par Genentech pour produire de l'insuline à l'échelle préindustrielle. **Dessin 1** : chez le lapin l'insuline est sécrétée par des cellules spécifiques des îlots de Langerhans logés dans le pancréas. **Dessin 2** : on isole une de ces cellules. Dans le noyau de celle-ci on trouve les chromosomes constitués d'acide désoxyribonucléique (ADN), dont l'un contient le gène de l'insuline. **Dessin 3** : le gène est détaché du chromosome à l'aide d'une enzyme appelée enzyme de restriction. **Dessin 4** : le gène isolé est prêt à être greffé, dans une bactérie *Escherichia coli*. **Dessin 5** : la bactérie *E. coli* contient un chromosome et une structure fermée également en anneau et constituée, elle aussi, d'ADN : le plasmide. C'est lui qui va recevoir le greffon. **Dessin 6** : avec une enzyme de restriction on coupe le plasmide en un point donné. **Dessin 7** : on ouvre ensuite l'anneau. **Dessin 8** : dans l'ouverture ménagée, on greffe le gène de l'insuline isolé en le scellant avec une colle biologique, appelée ligase. **Dessin 9** : le plasmide modifié est enfin réintroduit dans la bactérie. **Dessin 10** : la bactérie se divise en deux, puis, **dessin 11**, en quatre cellules filles, etc., toutes porteuses du gène de l'insuline, laquelle sera produite en très grande quantité par les bactéries.

De tels procédés qui consistent à modifier les êtres vivants, bactéries, ferment, etc., pour les faire travailler au mieux de nos intérêts, feront sans doute réaliser des fortunes fantastiques aux industriels des années 80.



millions de dollars par an. Si un généticien réussissait à faire fabriquer cette insuline par des bactéries « manipulées », le prix de revient pourrait être abaissé par un facteur variant de 10 à 100.

Pour le moment, il semble que les capitaux de Biogen soient bloqués, en attendant que soit formé le comité scientifique, et surtout que la société ait à sa disposition un ou plusieurs laboratoires pour ses expériences. Déjà, des premiers essais ont été réalisés au Royaume-Uni, à l'établissement de Recherche Microbiologique à Porton Down, qui dispose d'un laboratoire P4 (sécurité maximale). Le laboratoire de l'Institut de Biologie Moléculaire de l'Université de Zurich est un autre candidat fréquemment mentionné. Selon la revue « Nature », des recherches financées par la société Eli-Lilly auraient même été réalisées en France l'année dernière.

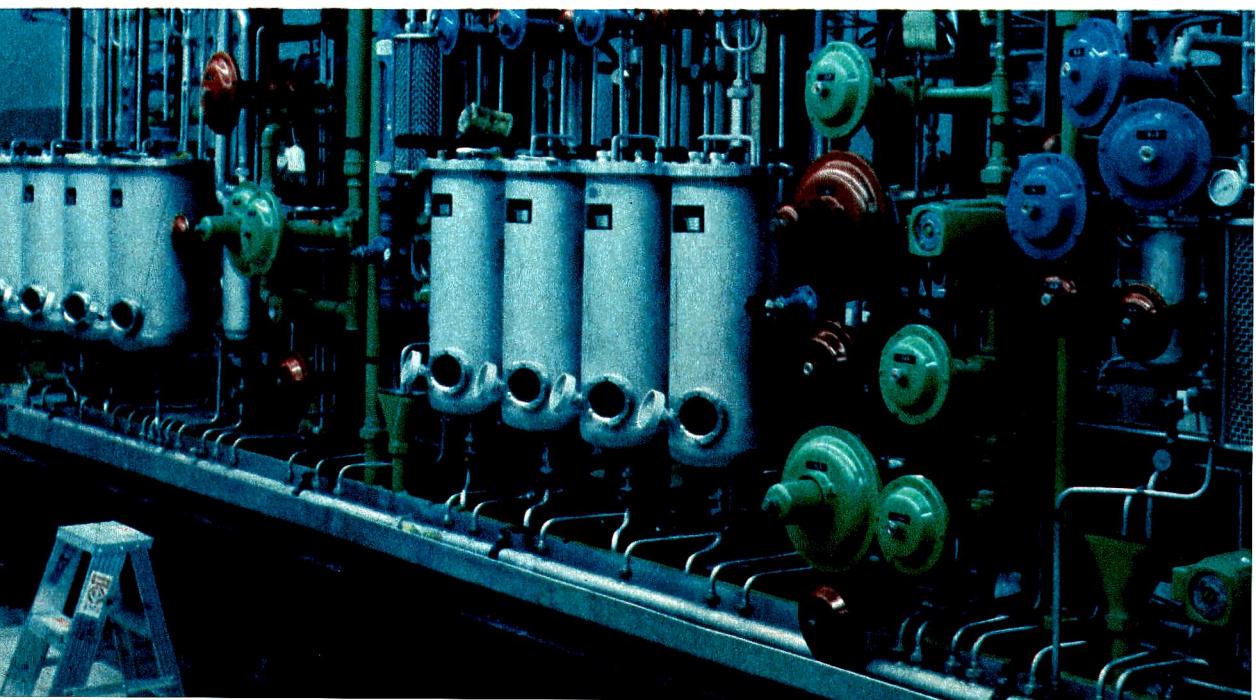
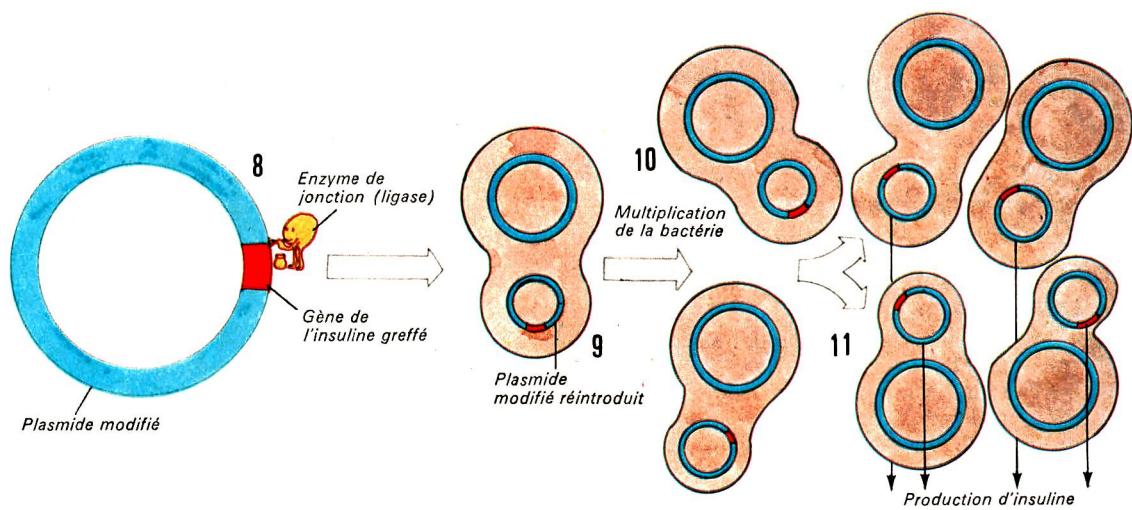
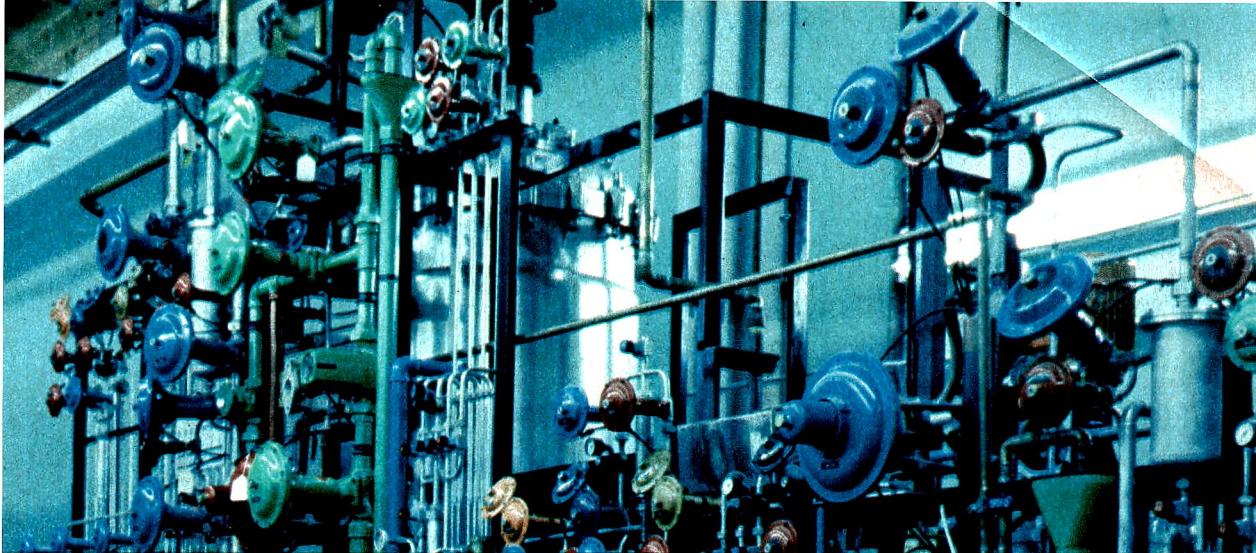
Mais rien n'empêche la création d'un laboratoire exclusivement réservé aux recherches commerciales, dont on ne veut pas trop parler pour ne pas éveiller l'intérêt des concurrents. Compte tenu des investissements engagés, le coût n'en

est pas exorbitant (on paye surtout pour la matière grise) et le Dr Gilbert a évoqué la possibilité de la création d'un laboratoire P3 à Genève, dans quelques mois.

On se demandait bien, il y a quelque temps, s'il serait possible de breveter des bactéries manipulées, qui sont, en fin de compte, des êtres vivants. Il y a un an, le Bureau des Patentes aux Etats-Unis avait refusé un tel brevet, arguant qu'il s'agissait d'un « produit de la nature », mais depuis lors, la Cour d'appel a renversé ce jugement. La Cour Suprême des Etats-Unis va sans doute être amenée à trancher.

Tout le monde n'est pas d'accord : pour certains chercheurs, tel le Dr John King du MIT, de telles affaires commerciales « représentent un vol au niveau du domaine public ». Car la plupart des recherches ont été réalisées grâce au financement des Instituts Nationaux de la Santé, de l'Académie Nationale des Sciences, et des Universités.

Françoise HARROIS-MONIN ■
Enquête Odile Dish



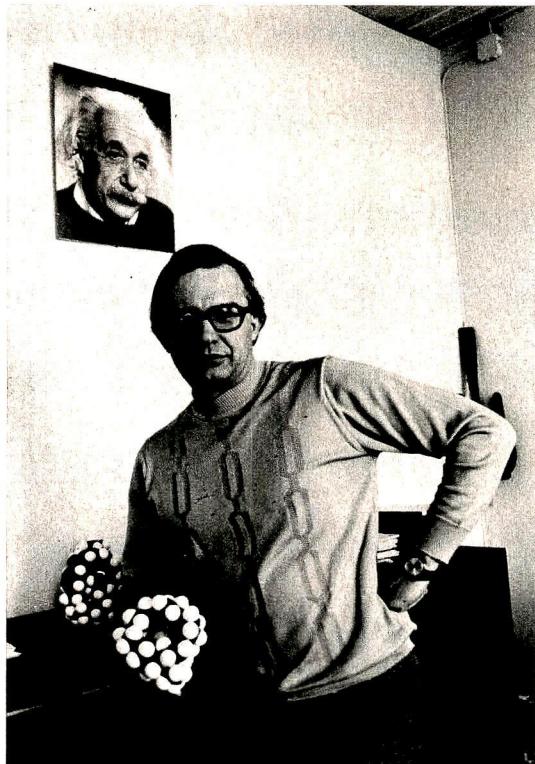
LA PHOTOSYNTHÈSE ARTIFICIELLE: LA RÉPONSE AUX BESOINS D'ÉNERGIE?

On peut avancer, sans exagérer, que la plus grande découverte du siècle depuis la fission de l'atome est sur le point d'aboutir : l'extraction de l'hydrogène de l'eau. Parmi les chercheurs en tête : un Français, à Strasbourg, que nous avons été interroger sur sa méthode de photosynthèse artificielle, clef de sa technique.

● C'est le grand rêve de tous les savants, de tous les pays : si l'on arrivait à extraire l'hydrogène de l'eau, on disposeraient enfin de cette source d'énergie infinie indispensable aux besoins de la civilisation technologique. En effet, dans chaque molécule d'eau, H_2O , il y a pour deux tiers d'hydrogène, puisqu'à chaque atome d'oxygène en sont accolés deux d'hydrogène. Toutefois, pour extraire l'hydrogène de l'eau, il faut de l'énergie ; et, jusqu'ici, plus d'énergie qu'on n'en obtiendrait de cet hydrogène.

Pour rentabiliser l'extraction, il faudrait dissocier, « cracker », l'eau avec une énergie à très bon marché. La seule qui soit à notre disposition est l'énergie solaire. C'est à elle qu'ont pensé de nombreux savants, dont en premier lieu le Professeur Jean-Marie Lehn⁽¹⁾, à l'Université Louis-Pasteur, à Strasbourg, puis d'autres aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, en Israël et au Japon.

Une fois de plus, les savants s'inspirent de la nature et, plus précisément, des mécanismes utilisés par les plantes vertes et par les algues, pour convertir l'énergie lumineuse du Soleil en énergie chimique, c'est-à-dire en sucres ou hydrates de carbone nécessaires à l'entretien et à la survie de la plante. Brièvement, l'énergie lumineuse « casse » les molécules d'eau conte-



Jean-Marie Lehn, Professeur de Chimie Organique à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

⁽¹⁾ Son équipe est constituée de Michèle Kirch et de Jean-Pierre Sauvage.

nues dans les végétaux en oxygène O₂, en protons H⁺ et en électrons e⁻, selon la réaction :



Précisons qu'un proton est le noyau de l'atome d'hydrogène chargé d'électricité positive, alors qu'un électron est un corpuscule constitutif des atomes chargé normalement d'électricité négative.

L'oxygène libéré se dégage dans l'atmosphère tandis que protons et électrons se combinent au gaz carbonique absorbé par les feuilles pour donner des hydrates de carbone, c'est-à-dire de la matière organique.

Ce résumé de la photosynthèse cache en fait des mécanismes extrêmement complexes dont beaucoup d'ailleurs sont loin d'être élucidés. Entrons un peu dans leurs détails. Les unités productrices de l'usine sont les chloroplastes : un gramme de feuille d'épinard en contient un demi-milliard. Ce sont des petits sacs fermés inclus dans les feuilles et qui contiennent de petites vésicules aplatis ou thylakoïdes riches en chlorophylle. Pour fonctionner, l'usine végétale doit emprunter à l'environnement trois matières premières indéfiniment renouvelables : le gaz carbonique (CO₂), l'eau (H₂O) et la lumière.

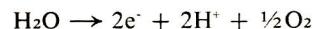
Le CO₂ est un facteur limitant naturel car l'atmosphère n'en contient que 0,03 %. Quand on augmente artificiellement ce taux de 1 à 5 %, on augmente le rendement de la photosynthèse. Mais en revanche, lorsqu'on descend au-dessous de 0,01 % le CO₂ n'est pratiquement plus fixé par la plante. L'eau, par contre, ne constitue pas un facteur limitant, sauf pour certaines plantes qui en exigent d'énormes quantités. Par exemple, le maïs en exige 60 tonnes par hectare toutes les 24 heures. Quant à la lumière reçue par la plante, 1 % est seulement utilisé.

Aucune entreprise humaine n'atteindra jamais au gigantisme de l'usine végétale qui est capable d'extraire de l'atmosphère 100 milliards de tonnes de carbone par an et de les faire passer du minéral à l'organique.

La photosynthèse, dit le Pr. D.O. Hall, université du King's College de Londres, fournit pratiquement toute notre nourriture et tous nos combustibles ; seule échappe une petite frange d'électricité nucléaire et hydro-électrique. Hélas, les combustibles fossiles, le pétrole et le charbon, qui ne sont rien d'autre qu'une mise en conserve de l'énergie solaire déversée depuis l'ère primaire, s'épuisent de jour en jour. Quant aux forêts dont le bois sert de combustible, elles ne sont pas inépuisables non plus et demandent du temps pour se reconstituer. Ces combustibles dégagent bien sûr de l'énergie parce qu'il entre dans leur composition de l'hydrogène et du carbone.

Le terme de chlorophylle désigne couramment un ensemble de pigments à structure tétrapyrrolique centrée sur un atome de magnésium, et qui porte un alcool à très longue chaîne, le

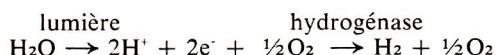
phytol. Grâce à un système à double liaison, le noyau tétrapyrrolique de la chlorophylle absorbe les photons des rayons lumineux du Soleil, ce qui provoque l'excitation de la molécule de chlorophylle et la libération d'électron e. Cette perte est alors compensée par la perte d'électrons provenant de l'oxydation de l'eau contenue dans la cellule végétale. Autrement dit, l'eau devient le pourvoyeur en électrons de la chlorophylle. Cela se traduit par la réaction :



Les électrons libérés par la chlorophylle peuvent alors se combiner aux protons H⁺ provenant de l'oxydation de l'eau pour donner de l'hydrogène (réaction : 2H⁺ + 2e⁻ = H₂). Mais encore faut-il la présence d'une enzyme, l'hydrogénase, nécessaire à la catalyse de la réaction. Seule l'algue bleue *Anabaena* effectue l'opération et dégage de ce fait de l'hydrogène. Alors que les plantes vertes et les autres algues utilisent directement protons et électrons pour fabriquer la matière organique, c'est-à-dire les sucs ou hydrates de carbone.

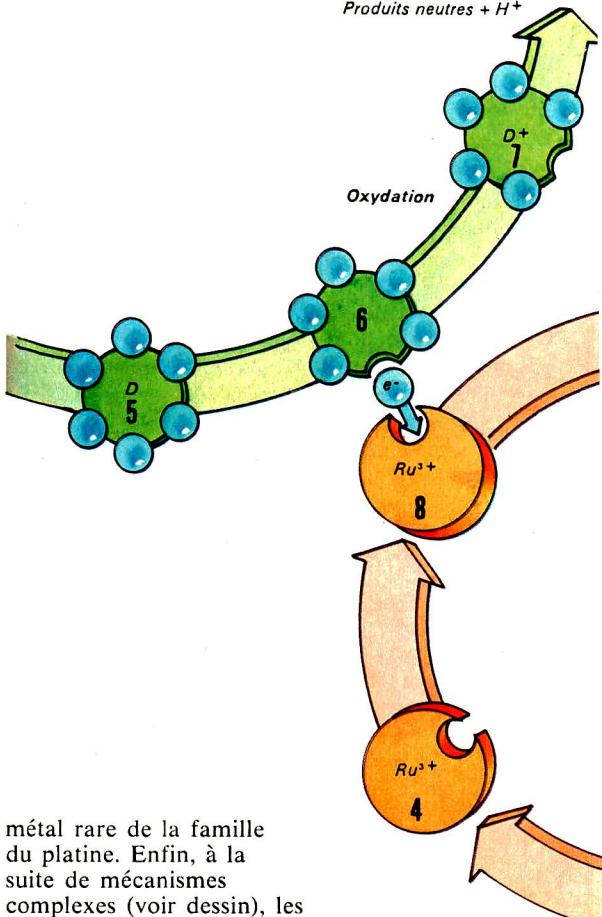
Il serait vain de s'inspirer des mécanismes de la photosynthèse pour fabriquer de la matière organique. La nature fait tout aussi bien. Comme il serait vain de s'en inspirer pour fabriquer de l'oxygène puisque grâce à la photosynthèse, il existe en abondance dans l'atmosphère. Par contre, s'inspirer de la photosynthèse pour produire de l'hydrogène est très intéressant, puisqu'il s'agit là d'un combustible à très haut pouvoir énergétique. De plus, la combustion de l'hydrogène n'est pas polluante, puisque son produit est l'eau, contrairement à celle des hydrocarbures qui dégagent du gaz carbonique.

Les premières tentatives faites en laboratoire ont consisté à recopier tout bonnement les mécanismes de la photosynthèse. Comment ? On broie des feuilles vertes afin de briser l'enveloppe des chloroplastes : les thylakoïdes libérés sont alors recueillis par centrifugation. Ces thylakoïdes incapables désormais (parce que ces diverses opérations les ont modifiés) d'absorber le gaz carbonique, sont étalés en présence d'eau sur un film en plastique, afin qu'ils captent au maximum la lumière. On les asperge enfin avec de l'hydrogénase extraite d'algues et on assiste à un dégagement d'hydrogène. Tout se passe comme dans la réaction :



Le principe de cette manipulation a été repris en le sophistiquant mais en utilisant toujours de la chlorophylle naturelle, par le Pr. Katz, attaché au laboratoire Argonne aux Etats-Unis. Il ne semble pas que les résultats obtenus aient été très satisfaisants.

De toute façon les expériences qui utilisent de la chlorophylle naturelle ne sont pas promises à un grand avenir, car la chlorophylle s'altère rapidement dans les conditions expérimentales



métal rare de la famille du platine. Enfin, à la suite de mécanismes complexes (voir dessin), les électrons se détachent du rhodium et se fixent sur les protons H⁺ pour donner des molécules d'hydrogène. Mais d'où viennent ces protons H⁺? Tout bonnement de l'eau. En effet, tout milieu aqueux est constitué bien sûr de molécules d'eau de formule H₂O, mais aussi d'ions H⁺ et OH⁻ qui proviennent de la dissociation naturelle de certaines de ces molécules. Autrement dit, l'état d'équilibre de l'eau est pour partie constitué de molécules d'eau, et pour autre partie de particules ionisées.

Comme on l'a déjà dit, cette expérience ne peut tourner que si on lui adjoint un donneur d'électrons, c'est-à-dire la triéthanolamine. Cette substance ayant pour but d'approvisionner en électrons le ruthénium au fur et à mesure que celui-ci les libère sous l'action des photons solaires. Evidemment, les chercheurs de Strasbourg espèrent dans l'avenir se passer de ce donneur, mais cela implique qu'ils obtiennent le cracking complet de l'eau.

D'ores et déjà, les chercheurs ont pu, avec 1 mg de ruthénium et 5 mg de rhodium, obtenir 32 millilitres d'hydrogène en 32 heures, mais ils espèrent pouvoir faire mieux lorsque, au lieu d'utiliser les seuls rayonnements bleus, ils utiliseront l'ensemble des rayonnements solaires pour les convertir en hydrogène.

et doit être constamment renouvelée, ce qui nécessite des opérations longues et coûteuses.

Plus prometteuses sont les tentatives faites grâce à des substituts de la chlorophylle et qui ne sont rien d'autre que des produits chimiques. De toutes les expériences menées de par le monde, celle de l'équipe de Strasbourg semble promise au plus grand avenir. Elle s'inspire bien sûr des mécanismes de la photosynthèse mais sans les copier, ce qui est d'ailleurs impossible vu leur complexité et notre grande ignorance encore en ce domaine. L'expérience n'est encore qu'au stade expérimental mais des résultats prometteurs ont déjà été obtenus.

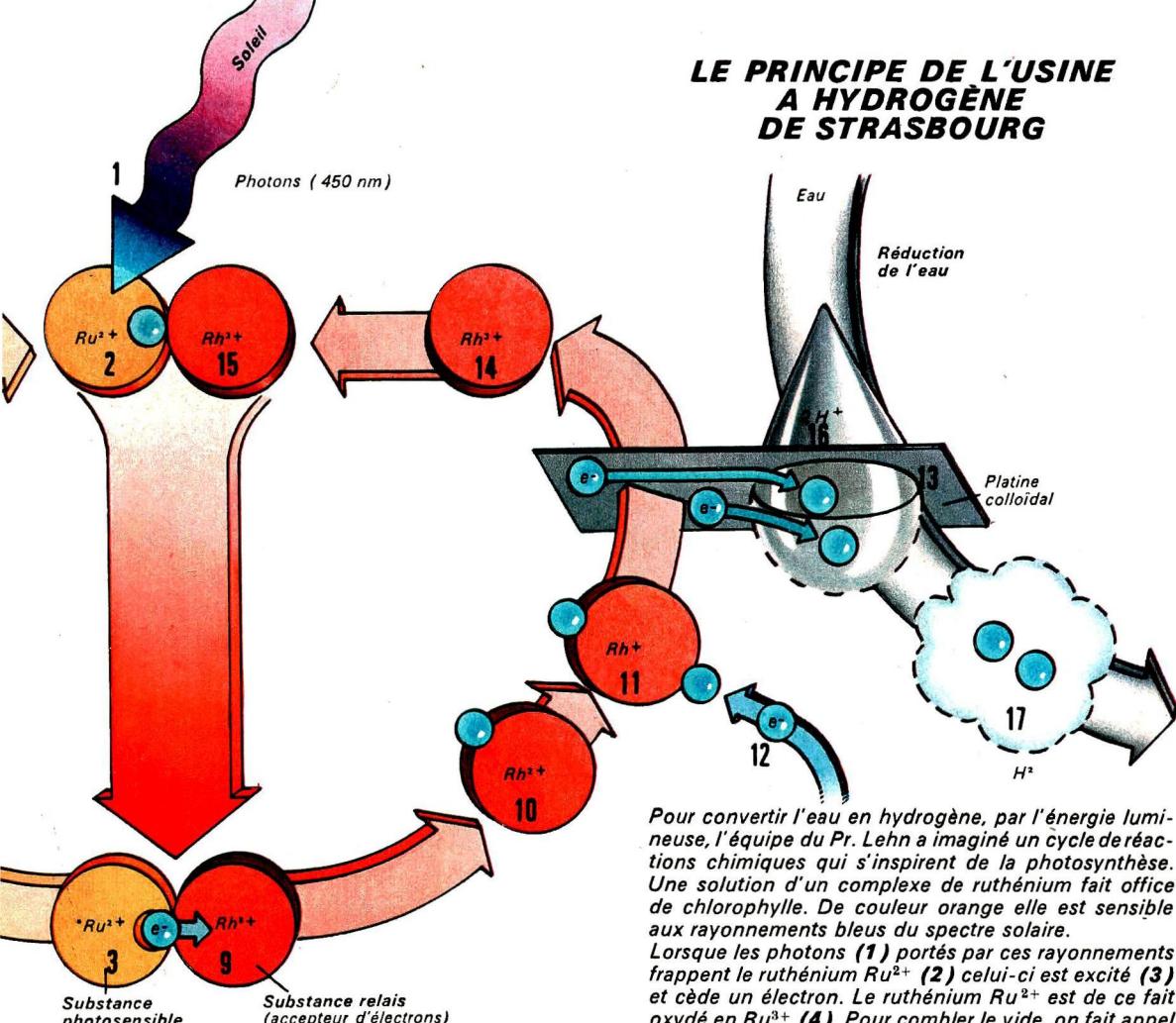
Les recherches ont porté sur la mise au point d'une sorte de « pile » photochimique formée de deux compartiments dont l'un oxyderait l'eau fournit de l'oxygène et des électrons, et dont l'autre réduirait l'eau à l'aide de ces électrons, produisant ainsi de l'hydrogène. Les deux compartiments seraient séparés par une membrane perméable aux électrons et aux protons afin de permettre leur échange du premier compartiment vers le second. La possibilité de production simultanée d'oxygène et d'hydrogène dans un compartiment unique sans membrane peut être aussi envisagée, mais les risques de « court-circuit » entre espèces oxydées et espèces réduites sont plus élevés avec pour conséquence l'arrêt de l'expérience.

L'équipe strasbourgeoise n'a réussi pour l'instant qu'à produire de l'hydrogène, mais a échoué dans la production de l'oxygène. Cela semble incompréhensible puisque la production de l'un est liée à la production de l'autre. En effet, rappelons-le, l'oxydation de l'eau fournit l'oxygène et les électrons. Ce sont ces derniers qui sont nécessaires à la production de l'hydrogène. Autrement dit, puisque les chercheurs n'ont pu obtenir d'oxygène, ils n'ont pu, de ce fait, obtenir d'électrons. Alors d'où venaient les électrons nécessaires à l'obtention de l'hydrogène ? D'un donneur d'électrons, c'est-à-dire d'une substance chimique bon marché, que l'on trouve dans le commerce : la triéthanolamine.

Dans la manipulation, c'est une substance chimique qui fait office de chlorophylle. Il s'agit d'un complexe de ruthénium tris-bipyridine (le ruthénium est un métal rare du groupe du platine) que l'on dilue dans de l'eau. Comme le complexe de ruthénium tris-bipyridine est une poudre de couleur orangée, la solution prend évidemment aussi cette couleur.

Lorsqu'on présente à la lumière solaire cette solution orange, les rayons complémentaires du spectre visible, c'est-à-dire les rayonnements bleus, sont absorbés. Mais aussi, et c'est là l'important, le complexe de ruthénium est photosensible, c'est-à-dire qu'il est excité par les photons transportés par ces rayonnements bleus. De ce fait, il libère des électrons qui sont capturés par une substance relais en solution : le rhodium trisbipyridine. Là encore, il s'agit d'un

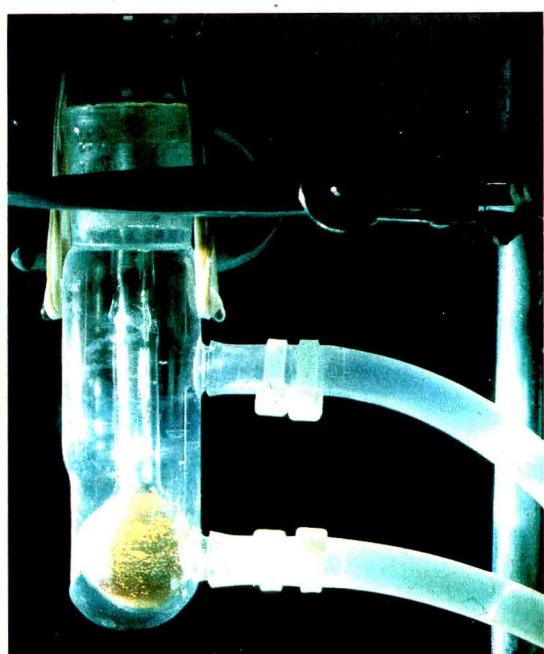
LE PRINCIPE DE L'USINE A HYDROGÈNE DE STRASBOURG



Pour convertir l'eau en hydrogène, par l'énergie lumineuse, l'équipe du Pr. Lehn a imaginé un cycle de réactions chimiques qui s'inspirent de la photosynthèse. Une solution d'un complexe de ruthénium fait office de chlorophylle. De couleur orange elle est sensible aux rayonnements bleus du spectre solaire.

Lorsque les photons (1) portés par ces rayonnements frappent le ruthénium Ru^{2+} (2) celui-ci est excité (3) et cède un électron. Le ruthénium Ru^{2+} est de ce fait oxydé en Ru^{3+} (4). Pour combler le vide, on fait appel à un donneur d'électrons, la triéthanolamine que l'on a représentée sur le dessin par la lettre D (5). Ce donneur cède un électron (6) et, par conséquent, est oxydé en D^+ (7). Quant à l'électron libéré il est capturé par le Ru^{3+} (8) qui est réduit en Ru^{2+} (2). Nous voilà revenus au point de départ et le cycle du rhuthénium peut recommencer. Frappé par les photons (1), le Ru^{2+} excité (3) cède un électron dont nous allons suivre la destinée. Cet électron est capturé par un accepteur : le rhodium Rh^{3+} (9) qui est réduit en Rh^{2+} (10), puis en Rh^+ (11), grâce à l'apport d'un nouvel électron (12) pouvant provenir du donneur oxydé D^+ (7).

Le Rh⁺ diffuse ensuite dans du platine à l'état colloïdal (13) où il est oxydé en Rh³⁺ (14). Le cycle du rhodium est, lui aussi, bouclé (15). Enfin, les deux électrons provenant du Rh⁺ sont capturés par deux protons H⁺ (16) présents naturellement dans l'eau, ce qui donne de l'hydrogène H₂ (17). Notons que ruthénium, rhodium et platine servent uniquement de catalyseurs et ne sont pas consommés par les réactions chimiques. Seule la triéthanolamine s'épuise et doit être renouvelée. Évidemment, on espère que dans l'avenir les électrons fournis par la triéthanolamine seront apportés par l'oxydation complète de l'eau, comme cela se produit dans la photosynthèse naturelle. L'hydrogène sera alors obtenu gratuitement. La photo montre la naissance des bulles d'hydrogène se fixant sur les parois internes du ballon contenant la solution orangée de ruthénium et rhodium.



Pierre ROSSION ■

LA TRIPLE GARANTIE

Tokina



ZOOM 70-150 mm - F 3,5
12 lentilles
SYSTEME "A POMPE"
114 mm - 470 g.



ZOOM 28-85 mm - F 4
16 lentilles
FOCALE VARIABLE EN CONTINU
92 mm - 580 g.



ZOOM 80-200 mm - F 4
12 lentilles
SYSTEME "A POMPE"
133 mm - 580 g.

Avec l'un des 3 nouveaux ZOOMS
28-85 F 4 • 70-150 F 3,5 • 80-200 F 4,
ou avec n'importe quel objectif TOKINA SL,
vous avez l'assurance d'une triple garantie.

GARANTIE DE TECHNOLOGIE DE POINTE

TOKINA est le plus important producteur
indépendant d'objectifs complémentaires.
Les perfectionnements incorporés dans
les nouveaux ZOOMS et, en particulier,
le système optique révolutionnaire du
ZOOM 28-85 F 4 le placent au niveau
des plus "grands" de l'optique.

GARANTIE DE CONSTANCE DANS LA QUALITE

Le contrôle TOKINA s'exerce à tous les
stades de la fabrication grâce à des
techniques très modernes, en particulier
le contrôle en continu du traitement
par ordinateur.

GARANTIE DE QUALITE DANS LE TEMPS

TOKINA, sûr de sa force, n'est pas pressé.
Le ZOOM 28-85 F 4, construit en petites
séries dès 1976, n'a été mis entre les
mains des utilisateurs que fin 1978,
après des milliers d'heures d'essais
théoriques et pratiques.

Il sort dans sa version définitive et
fait la preuve qu'il est non
seulement excellent mais fiable

La mécanique TOKINA est
à la hauteur de l'optique :
elle supporte l'épreuve
du temps.

**TOKINA : UNE VALEUR SURE
5 ANS DE GARANTIE**

Importateur exclusif
idées photo ciné
26, rue Courat, 75020 PARIS



A DECOUPER ET ADRESSER A VOTRE NEGOCIANT HABITUEL OU A IDEES PHOTO-CINE, 26, RUE COURAT, 75020 PARIS

JE DESIRE RECEVOIR :

LES TESTS TOKINA

LE NOUVEAU PROGRAMME TOKINA

NOM

ADRESSE

.....

.....

UNE MYSTÉRIEUSE ÉTOILE DÉCOUVERTE DANS LA GALAXIE

Les premiers résultats de l'étude de l'étoile SS-433 montrent qu'elle ne rentre dans aucune catégorie connue. Les astronomes mobilisés se demandent s'ils ne sont pas à la veille d'une remise en cause de ce qu'ils savent des étoiles.

En astronomie, il arrive qu'une observation remette en question toutes les théories laborieusement admises, longuement échafaudées par des années d'expérience. C'est ce qui se passe aujourd'hui avec la fantastique découverte que vient de faire un groupe de chercheurs de l'UCLA (University of California at Los Angeles), qui a observé une étoile unique en son genre et au comportement tout à fait bizarre. L'« objet » (comme disent les astronomes) est pourtant bien connu. Il y a dix ans, on l'avait déjà catalogué comme étoile « particulière », c'est-à-dire « étrange » et on l'avait baptisé « SS 433 », aux initiales des deux chercheurs américains, Stephenson et Sansduleak, auteurs du catalogue d'étoiles à raies d'émission en hydrogène.

Elle se trouve dans notre Voie Lactée, dans la grande banlieue de notre système solaire, à 10 000 années lumière exactement ! Elle brille assez pour être observable avec une petite lunette d'amateur (magnitude 14).

Le seul moyen dont les astronomes disposent pour connaître la véritable nature des étoiles, consiste à en décomposer la lumière au moyen d'un prisme. Chaque élément constitutif de la structure des couches extérieures de l'étoile émet un rayonnement qui se traduit par la présence de raies brillantes placées à des longueurs d'ondes bien précises du spectre. En analysant la disposition des raies les astronomes peuvent connaître précisément l'élément qui les émet, et les conditions physiques dans lesquelles il se trouve.

Dans le spectre de SS 433, les astronomes observèrent les raies brillantes de l'Hydrogène et de l'Helium. Jusqu'à présent, rien de très surprenant : il pourrait s'agir d'une étoile parmi les milliards qui peuplent notre Voie Lactée, peut-être même d'une étoile double. Cependant, elle est assez intrigante pour que deux cher-

cheurs anglais, en juin dernier, demandent à une équipe de radioastronomes autrichiens du NRAO 1 (National Radio Astronomy Observatory) de pointer leurs récepteurs sur elle. Et c'est ici que commence l'étonnement ; les appareils détectent des rayonnements radio d'une très grande intensité, proche de celle des quasars, sans commune mesure avec le rayonnement émis par une étoile ordinaire.

L'astronome américain Bruce Margon et son équipe de chercheurs Hollands Ford, Jonathan Katz, Roger Ulrich et Karen Kwitter de l'UCLA intrigués et déjà passionnés par cette énigme observent l'objet avec le grand télescope de 3 mètres, de l'observatoire de Lick en Californie.

L'étude du spectre leur apporte alors de nouveaux sujets d'étonnement, car ils détectent deux très fortes raies brillantes dites d'émission, non identifiées aujourd'hui, dans deux longueurs d'ondes correspondant à des éléments chimiques inconnus sur Terre. A moins qu'il ne s'agisse de raies d'éléments connus, mais déplacées dans le spectre à la suite des mouvements de la source d'émission. L'étonnement va croissant lorsqu'ils s'aperçoivent qu'une des raies d'émission, qui sont en fait émises par des gaz, se déplacent vers le bord infrarouge du spectre, ce qui dans la théorie classique de l'expansion de l'univers signifie que l'objet s'éloigne de la Terre à grande vitesse. Mais une autre ligne d'émission observée dans le même spectre, vient démontrer le contraire, car elle se décale vers l'ultra-violet, ce qui semblerait dire que ce mystérieux objet se rapproche de nous.

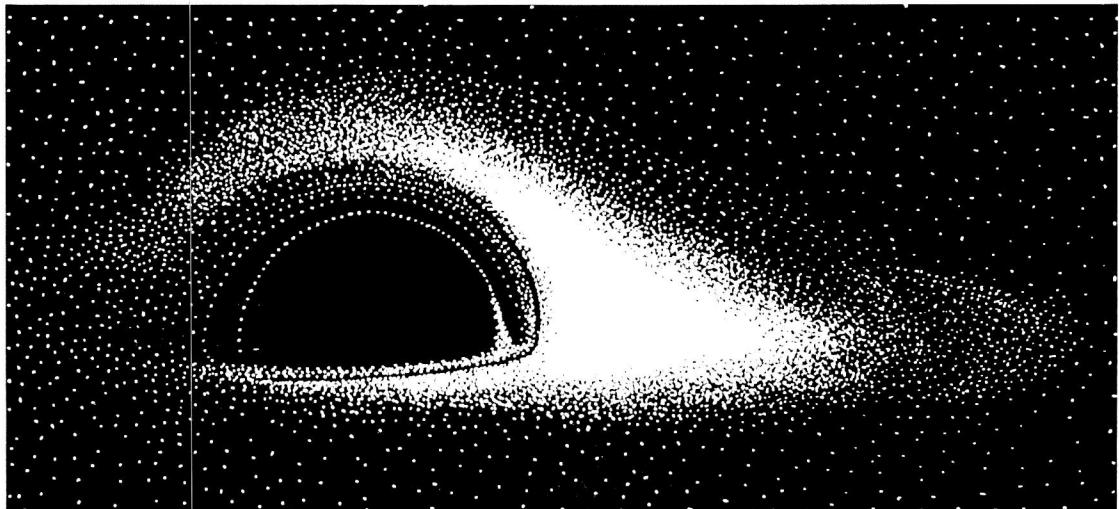
Voici donc les astronomes en présence d'une étoile étrange qui se rapproche tout en s'éloignant !

Plus surprenant encore, les vitesses de déplacement de l'objet sont vertigineuses : plus de

50 000 km/s. On ne connaît jusqu'à ce jour aucune étoile qui puisse se déplacer aussi vite dans notre Galaxie sans risquer d'être éjectée vers l'extérieur. Les vitesses maximum observées d'après le spectre des étoiles, plafonnent à quelques centaines de km par seconde. Ces caractéristiques anormales étaient suffisantes pour intriguer de nombreux astronomes dans le monde. En effet, tous se souviennent que c'est en observant une étoile aussi bizarre que SS 433 que l'astronome Hollands Schmidt, il y a 10 ans, découvrit le premier quasar 3C 273, objet superpuissant situé à 1 milliard d'années lumière dans

selon la vitesse et la trajectoire, par rapport à nous, de l'étoile considérée ; ce décalage correspond habituellement, d'ailleurs, à des vitesses qui n'excèdent pas quelques centaines de kilomètres par seconde. Or là, les raies d'émission de SS 433 se déplacent alternativement vers les extrémités infrarouges et bleues du spectre, puis reviennent vers le centre d'une manière particulièrement régulière selon un cycle de 160 jours.

Ces faits d'observation ne correspondent à aucun objet stellaire catalogué par les astronomes jusqu'à ce jour. Par contre, dans le domaine des galaxies, on observe des vitesses d'éloigne-



L'HYPOTHÈSE DU TROU NOIR. Parmi les hypothèses pour expliquer le comportement anormal de l'objet SS 433, deux astronomes de l'observatoire de Cambridge en Grande-Bretagne font appel à un trou noir qui traverserait le disque gazeux de notre galaxie. Ces particules de gaz, piégées par le trou noir, dont la masse est 100 000 fois supérieure à celle du Soleil, formeraient une sorte d'anneau (notre dessin). Les raies spectrales observées dans le spectre de l'objet SS 433 proviendraient de ce nuage de gaz en train d'être capturé par le trou noir. Le raisonnement s'appuie sur un modèle mathématique mis au point par un astronome français de l'Observatoire de Meudon, M. Luminet.

les profondeurs extra-galactiques.

Ainsi, forts des expériences passées, sentant bien que SS 433 ouvre la voie vers une grande découverte, au moins aussi importante que celle des quasars, Bruce Margon et son équipe de chercheurs étudient de nouveaux spectres durant tout l'été 1978 puis sont obligés d'interrompre leurs observations à la fin de l'année.

A partir du mois de décembre, en effet, SS 433 ne pouvait plus être observable, car une étoile que nous connaissons bien celle-là, le Soleil, passait devant l'objet et illuminait donc l'atmosphère terrestre, les mesures à partir d'un télescope devinrent impossibles. Il fallut attendre février pour que le Soleil se déplace et que SS 433 réapparaisse pour prendre de nouveaux spectres. Margon s'aperçoit alors que les étranges lignes d'émission avaient encore changé de longueurs d'ondes. Elles se déplaçaient vers le centre du spectre. Puis de nouveau, il constate un déplacement vers le rouge et le bleu. Normalement, lorsque les raies sont décalées, elles le sont en bloc soit vers le rouge, soit vers le bleu,

ment considérables jusqu'à 200 000 km et pour certaines galaxies explosives, des éjections de matière à partir de leur noyau peuvent atteindre la dizaine de milliers de km/s.

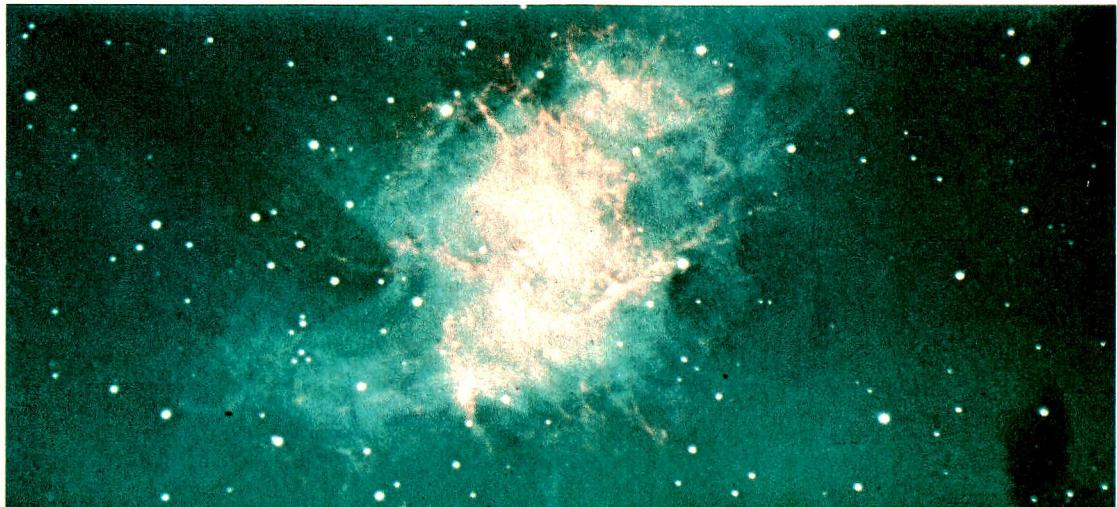
On s'est demandé si SS 433 pouvait être une supernova. Une supernova n'est autre que les derniers instants d'une étoile qui va mourir. Dans sa vie normale, une étoile brille par l'énergie qu'elle tire des réactions nucléaires qui s'accompagnent régulièrement dans son sein. Mais lorsque le fuel nucléaire vient à s'épuiser, la chaleur du centre diminue et n'exerce plus une pression suffisante pour supporter les couches extérieures du gaz de l'étoile. Ces couches s'affondrent alors vers le centre en une gigantesque implosion qui, par contre-coup, éjecte de la matière stellaire dans l'espace environnant. Cette catastrophe s'accompagne d'un brusque changement d'éclat. C'est ainsi que les Chinois ont observé avec effroi en 1054, l'explosion d'une supernova dont les restes forment la magnifique nébuleuse du Crabe.

Ainsi, pour démontrer que SS 433 était une

supernova, il a fallu fouiller dans les collections de clichés correspondant à cette étoile dans tous les observatoires du monde, pour voir si elle avait changé d'éclat. Et cette hypothèse séduisante s'avéra rapidement une erreur car SS 433 n'a pas changé depuis 50 ans, alors qu'une super-nova évolue rapidement en un mois.

Il est tentant aussi de la classer dans la vaste catégorie des étoiles dites « éruptives », qui éjectent à la fois deux immenses jets de gaz chauds, dans deux directions opposées. Un des jets se rapprocherait de nous, l'autre s'en éloigne-

mobiliser les chercheurs. Deux nouveaux astronomes de l'Université américaine de Santa Clara en Californie ainsi qu'un physicien de l'Institut d'Etudes Avancées de Princeton viennent de se joindre à l'équipe internationale. Fin avril, le satellite HEAO-2 d'étude des rayons X a été orienté pendant trois heures vers l'étoile mystérieuse. La NASA et la National Science Foundation américaine vont pousser plus loin les études. Chacun sent que l'on est à la veille de découvertes nouvelles et importantes, car les réponses que l'on pourra apporter pour expliquer l'étrangeté des phénomènes observés pour-



L'HYPOTHÈSE DE LA SUPERNOVA. Il est encore trop tôt pour dire si SS 433 est un reste d'explosion de supernova, comme la Nébuleuse du Crabe que l'on voit ici. Si tel est le cas, on aurait observé une modification importante de son éclat, comme l'ont observé les astronomes chinois en 1054, lors de l'explosion de l'étoile qui a donné naissance à cette Nébuleuse du Crabe. On distingue très bien sur notre photo les filaments correspondant aux lignes d'éjection. Au centre, se trouve un pulsar, où sont concentrées dans un volume de 10 km de diamètre, les restes de l'étoile tassés avec la densité extraordinaire de plus d'un milliard de tonnes par centimètre cube.

gnerait, ce qui expliquerait très bien le décalage vers le rouge et le bleu observé simultanément dans le spectre. Mais dans ce cas là, les gaz émis devraient avoir une très forte température, ce qui n'est pas le cas pour SS 433. Car ses raies d'émission sont toujours révélatrices de gaz tièdes.

Il ne peut non plus s'agir d'un pulsar, puisque la période de déplacement des raies spectrales est de 160 jours, ce qui est bien trop trop faible pour un pulsar qui tourne sur lui-même en quelques heures.

Dans la récente communication qu'il vient de faire sur l'état de ses recherches à l'American Physical Society de Washington, Bruce Margon s'est demandé s'il pouvait s'agir d'une étoile à neutrons, émettant des jets de gaz à grande vitesse. C'est peu probable : si tel était le cas, on s'expliquerait mal le mécanisme d'éjection des gaz, ainsi que l'absence (observée) de champ magnétique typique des étoiles à neutrons.

En tout état de cause, SS 433 commence à

raient bouleverser quelque peu les données traditionnelles de l'astrophysique et de la physique. Il se pourrait en effet que le décalage des raies observées ne soit pas dû au traditionnel effet de déplacement par rapport à nous (effet Doppler-Fizeau) mais aux étranges décalages spectraux anormaux observés dans certains cas bizarres par les astronomes Arp, Pecker et Vigier. Ces derniers pensent que dans certains cas, les photons provenant des étoiles ne se décaleraient pas vers le rouge à la suite de l'éloignement de l'objet par rapport à la Terre, mais plus simplement à la suite d'une « fatigue » résultant de son interaction avec les particules du milieu interstellaire. S'il en était ainsi, les anomalies du spectre de SS 433 montreraient qu'il existe des conditions tout à fait particulières aux abords de cet objet, dont l'étude pourrait bouleverser les données de la physique contemporaine.

Martine CASTELLO ■

Enquête

Françoise HARROIS-MONIN

COMBIEN D'HOMMES ONT VÉCU SUR TERRE

Les démographes nous ont davantage habitués à prévoir les populations futures qu'à tenter d'estimer celles du passé. Ce n'est qu'au début des années 60 que des Américains ont fourni une évaluation raisonnable du nombre total d'hommes ayant vécu sur Terre. Aujourd'hui, un chercheur français de l'INED détaille région par région, époque par époque, l'évolution de la population mondiale.

Malgré la difficulté qu'il y a à obtenir des données précises pour les époques éloignées, des courbes de l'évolution démographique ont pu être esquissées, qui permettent de mieux imaginer la conquête par l'Homme de la planète où il est né.

Ainsi, il y aurait eu sur le territoire actuel de la France 10 000 ans avant notre ère, une cinquantaine de milliers d'habitants, alors que la population mondiale devait être de l'ordre de 5 millions. Au début de notre ère, ces chiffres passaient respectivement à 5 ou 6 millions pour notre territoire et à 250 millions pour l'ensemble du globe.

L'Asie, à l'époque de Jésus-Christ, était déjà le continent le plus peuplé, avec 170 millions d'habitants, dont 70 pour la Chine, 46 pour l'Inde, 2 pour le Japon. L'Afrique en avait 26 millions, dont plus de la moitié en Afrique du Nord.

L'Amérique du Nord, avec ses 3 millions d'habitants, était presque un désert à côté de l'Amérique Centrale et du Sud, qui en avait 10 fois plus.

Si sonnait aujourd'hui l'heure du Jugement Dernier, quelque 80 milliards d'âmes, celles de tous les hommes et femmes ayant vécu depuis le début de l'humanité, seraient appelées à s'y présenter. Ce chiffre peut sembler faible, car il est à peine 20 fois plus élevé que la population mondiale d'aujourd'hui, qui dépasse 4 milliards. Mais c'est que depuis le début de notre ère, la population mondiale s'est multipliée par un facteur de 16 environ.

Cette croissance de l'humanité ne s'est pas faite sans à-coups, ni dépeuplements soudains, et brusques poussées démographiques, que l'on

tente de situer dans le temps. Changements climatiques, migrations et invasions, innovations culturelles et inventions techniques, conquêtes de nouveaux territoires et, bien sûr, guerres innombrables, ont marqué les hauts et les bas de la courbe d'évolution du nombre des hommes.

Un Français, Jean-Noël Biraben, directeur de recherches à l'Institut National d'Etudes Démographiques, vient de publier un essai qui résume la patiente reconstitution de ce nombre d'après les données, souvent floues et imprécises, de l'histoire et de la préhistoire.

Nos chiffres, souligne M. Biraben, ne sont que des estimations provisoires. Plus on s'éloigne dans le passé, plus les risques d'erreur sont, en général, élevés (ce n'est pas toujours vrai, d'ailleurs : les recensements faits en Chine pendant la période impériale, entre l'an 2 de notre ère et l'an 1911 procurent des données plus précises que celles obtenues pour des périodes récentes. Il en est de même, concernant les recensements de l'Empire Romain plus précis que les vagues données dont on dispose pour le Moyen Age). En France, le premier recensement général des feux (ou foyers) que l'on connaît a été ordonné en 1328 par Philippe VI de Valois ; il indiquait que le territoire actuel de la France comptait alors quelque 20 millions d'habitants, chiffre généralement accepté aujourd'hui. En Europe, les premiers recensements, faits à intervalles réguliers (de 10 ans) ont commencé en Suède en 1750, et dans les autres pays occidentaux, au début du XIX^e siècle. En Russie, le premier recensement de la population de l'empire remonte à 1897, il y a à peine plus de 80 ans. Mais à part ces recensements (dont les traces ont souvent disparu), de quelles données disposent l'historien,

et le préhistorien, de la démographie pour remonter dans le passé ?

Il y en a de nombreuses, plus ou moins précises, parfois se recoupant entre elles. Par exemple des statistiques sur des segments de la population d'un pays ou d'une région, des compatibilités fiscales (dont on connaît certaines pour l'Egypte de l'antiquité) et militaires.

Des données non-démographiques, telles que la dimension de cités, ou la surface des terres cultivées, permettent d'autres extrapolations.

On peut, en outre, faire des estimations de populations d'après le genre d'économie, d'organisation politique, de techniques agricoles, de disponibilités alimentaires, de telle ou telle civilisation. Ainsi, l'observation de groupes ethniques primitifs, qui vivent aujourd'hui de chasse et de cueillette, comme le faisaient nos ancêtres il y a 10 000 ans, permet d'évaluer le nombre de personnes sur un territoire donné.

Le « passé alimentaire » de l'homme peut être approximativement retracé d'après les données climatiques, géologiques et archéologiques. Ainsi, M. Biraben avait retracé, lors d'une étude réalisée avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique, ce passé en Europe, et notamment en France, depuis 10 000 ans avant J.C., alors que le nord du continent est glacé, et que la toundra, ou une maigre taïga couvrent le territoire de la France d'aujourd'hui.

« Les techniques culinaires font une timide apparition, le feu connu depuis plusieurs centaines de millénaires, voit les premiers aménagements pratiques d'un foyer : d'abord simple creux tapissé et couvert de pierre (à la Garenne — 13 500) puis véritable four (à la Vache — 10 000) et même les premiers tirages par les chenêts (à Vicdessos — 9 500) ou par cheminée (à Malta en Sibérie — 9 500). Enfin, une technique nouvelle permet d'avoir de l'eau bouillante en plongeant dans l'autre qui la contient un galet rougi au feu. »

« Brusquement, au début du dixième millénaire, en trois ou quatre siècles, le réchauffement du climat bouleverse cet équilibre. Les glaciers se retirent, ne subsistant plus qu'en Scandinavie et en Ecosse, la toundra fait place à une forêt de conifères, de bouleaux et de noisetiers, successivement disparaissent les rhinocéros, les mammouths, puis les rennes, les chevaux et les aurochs. Au neuvième millénaire, les cerfs, qui ont remplacé les rennes, restent le seul gros gibier abondant et la chute culturelle qu'on observe montre que les hommes supportent mal ces changements. Au huitième millénaire la forêt s'épaissit, faite maintenant de chênes, d'ormes et de hêtres, et sa richesse en viande diminue encore, même les cerfs régressent. La crise alimentaire chasse les populations qui se réfugient sur les côtes pour ramasser les coquillages, ou aux pieds des montagnes et le long des grands cours d'eau pour vivre d'escargots et de bouillies de châtaignes, de glands et de faines de hêtre. »

« Le mésolithique (— 8 800 à — 4 400) qui

suit est pour nous une période capitale, où l'homme, pendant 4 000 ou 5 000 ans, va au cours d'innombrables essais, reconquérir par l'expérience la faune, et surtout la flore nouvelles auxquelles il est contraint de s'adapter. C'est à cette époque que sont acquises les connaissances sur les vertus alimentaires, toxiques, ou médicinales, des animaux et des plantes au milieu desquels nous vivons encore. »

Ensuite, suivent le développement de l'agriculture et celui de l'élevage, dont les démographes et historiens soulignent la signification, car ils ont permis une « explosion démographique » considérable : les surplus agricoles permettent l'établissement d'une économie de marché, la création de centres urbains, et d'activités annexes. De nombreux démographes comparent cette « explosion » à celle qui a été favorisée par une autre révolution, la révolution industrielle du XVIII^e siècle.

Avec la révolution agricole, l'alimentation devient meilleure, la mortalité infantile s'abaisse, le pourcentage de filles atteignant l'âge de la reproduction augmente. Au troisième millénaire avant J.C., les grands courants culturels venant du Moyen-Orient atteignent l'Europe centrale. Les cultures, l'élevage et le commerce connaissent une expansion considérable, et entre 3 000 et 1 500 avant J.C., la démographie « française » explose et la population passe de quelque 500 000 à 3 millions d'habitants.

Ensuite, on peut commencer à introduire dans « l'équation démographique » les données historiques mieux connues. Les « sept plaies de l'Egypte » vers 1 500 avant J.C., l'éruption volcanique de l'île de Santorin, dans les Cyclades (éruption à laquelle certains attribuent la disparition de la civilisation minoenne de la Crète), la conquête de la Gaule par Jules César, sont des étapes importantes. Déjà, on a des « statistiques » ; Jules César nous apprend qu'après la défaite des Helvètes, il a découvert dans leurs archives abandonnées, un dénombrement comprenant deux listes séparées : les guerriers d'une part, les femmes, les enfants et les vieillards de l'autre. Les Helvètes et les tribus qui les suivaient comptaient ainsi 378 000 personnes dont 92 000 guerriers. Par recouplements, on estime la population de l'hexagone à l'époque de la conquête romaine à 5 500 000. En 300 ans de paix, elle atteint 12 millions environ.

Puis, viennent les grandes invasions qui désorganisent le commerce, la vie urbaine, l'administration.

Au tournant du premier millénaire de notre ère, la population se serait abaissée jusqu'à 8 millions environ avant que le nouvel ordre féodal ne relance un nouvel essor démographique dont témoignent le défrichement des campagnes, les nouvelles cités et les « villes franches ».

Au recensement de 1328 (Philippe VI de Valois) il y a en France une vingtaine de millions d'habitants. Puis vient, en 1348, la grande épidémie de « Peste Noire », suivie de la guerre de

100 ans.

La population décroît, le « creux » pendant la guerre de 100 ans se situant à quelque 16 millions d'âmes. Ce n'est que vers la moitié du XVI^e siècle que la population rejoint de nouveau le niveau de 20 millions. A partir de là, le démographe dispose d'archives plus nombreuses, grâce à l'ordonnance de François I^{er} selon laquelle les curés doivent tenir registre des baptêmes et sépultures de leur paroisse. Certes, beaucoup de ces archives ont été détruites, mais d'autres permettent, après un travail parfois

(comprenant les actuels Pakistan et Bangladesh) les données sont moins précises, car si des recensements auraient été faits dans les centres urbains établis dans la vallée de l'Indus dès 2 000 avant J.C., il semblerait, selon le démographe Indien Das Gupta, récemment décédé, que la coutume en ait été abandonnée au début de notre ère. Néanmoins, les Grecs sous Alexandre le Grand avaient reconnu l'Inde comme une des régions les plus peuplées du monde.

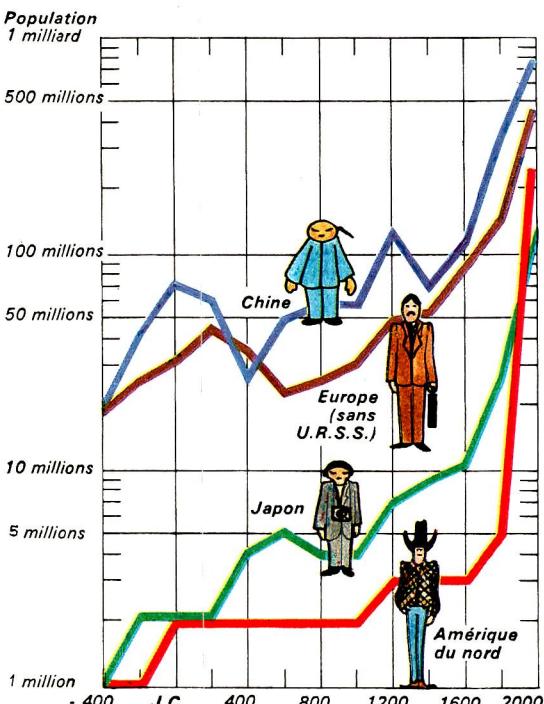
Les estimations pour cette époque oscillent autour d'une cinquantaine de millions, mais la marge d'incertitude est très grande, le cheminement nécessaire pour parvenir à des « résultats » est souvent acrobatique. Ainsi, un démographe indien, Jatindra Mohan Datta, se livrait au calcul suivant :

L'armée de Chandragupta Maurya (320 avant J.C.) était dite composée de 700 000 hommes, et le budget impérial prévoyait 1/20^e du « pnb » pour son entretien, alors que 16/20^e étaient destinés à la population civile, et 3/20^e à d'autres dépenses impériales. En supposant que chaque soldat eut une famille et aussi un serviteur qui avait lui aussi une famille, en supposant aussi que le revenu moyen d'une famille de soldat et d'une famille de serviteur était le même (c'est-à-dire qu'il y aurait 16 familles de civils pour une famille de militaires), en supposant en outre que la dimension moyenne d'une famille était de six personnes, Datta arrivait à une « estimation » de 1,4 millions de familles militaires et 22,4 millions de familles civiles, soit un total de 143 millions d'habitants dans l'empire de Chandragupta. En ajoutant à cette population celle qui contiendrait le reste de l'Inde, en supposant une population de la même densité que celle de l'empire de Chandragupta, Datta en arrivait à un total de 181 millions, chiffre qui, selon la plupart des démographes, représente une forte surestimation.

D'autres « calculs » empruntent des cheminements différents, mais tout aussi « acrobatiques ». Ainsi, on a tenté d'évaluer la population de l'Inde à partir des notes d'un pèlerin chinois bouddhiste, Hiven Hiven Tsang, qui a parcouru l'Inde dans la première moitié du VII^e siècle de notre ère, en mesurant la longueur des murs entourant les grandes villes : plus les murs sont longs, plus la population est nombreuse ; ou encore, d'après le montant des impôts fonciers, permettant de calculer la surface des terres cultivées.

Les découvertes archéologiques permettent elles aussi de faire des estimations approximatives. Ainsi, si les estimations pour l'Amérique du Nord au temps de J.C., donnent un chiffre faible, entre 1 et 2 millions, ce chiffre est bien plus élevé pour l'Amérique Centrale et du Sud où des civilisations élaborées avaient existé bien avant l'arrivée de Christophe Colomb.

Le nombre d'hommes ayant peuplé ces régions reste encore controversé, mais de nouvelles fouilles archéologiques pourraient apporter des précisions, notamment pour l'année 1 500 de



ÉVOLUTION DE LA POPULATION du Japon, de la Chine, de l'Europe et des États Unis estimée à diverses dates (nombres en millions)

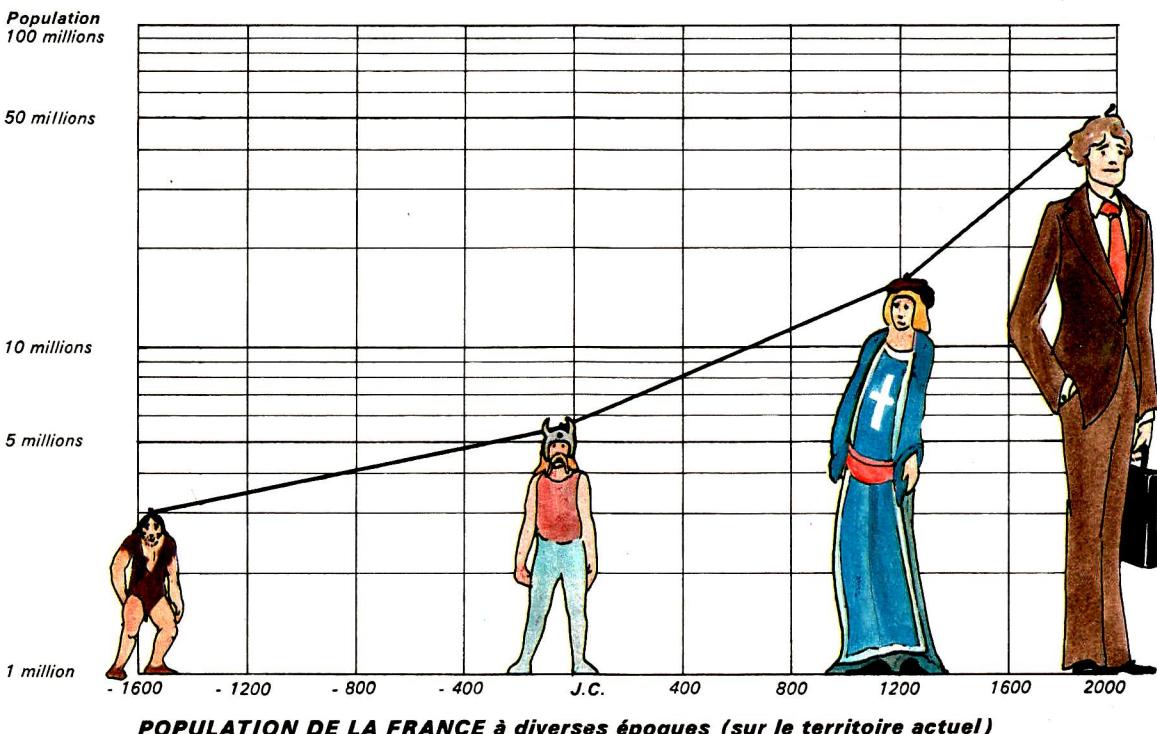
byzantin, de reconstituer avec une grande précision l'évolution de la population de villes ou de régions. Pour d'autres continents, les données sont souvent moins précises. Un cas très particulier est celui de la Chine, dont le « poids » de population a toujours été important, et dont le passé démographique, note John D. Durand, de l'Université de Pennsylvanie à Philadelphie, est parmi les mieux connus, alors que le présent ne l'est pas.

Entre l'an 2 de notre ère, et 1911, des centaines de recensements ou comptes de « feux » ont été faits pratiquement sous toutes les dynasties qui se sont succédé pendant cette longue période impériale. Un chercheur français, le Pr. Michel Cartier, de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, a fait une analyse des recensements de l'époque impériale dont le Dr Biraben a utilisé les résultats dans son essai ; la Chine aurait compté une population de 70 millions au début de notre ère. Pour l'Inde

notre ère. Les « fourchettes » pour cette époque ont varié entre 10 et 100 millions, la fourchette de 30 à 60 étant aujourd'hui retenue comme plus vraisemblable par Durand. La remontée dans le temps s'est avérée très difficile, par « interpolation », à partir d'une population donnée, en considérant qu'elle est le résultat d'une croissance démographique ; on avait ainsi avancé le chiffre de 3 millions pour les civilisations Inca et Maya au début de notre ère, mais des fouilles notamment au Mexique, ont permis une comptabilité plus précise du nombre d'habitations et un

qu'avec les dévastations des arabes Hilaliens à la fin du II^e siècle.

Quant à l'Afrique tropicale, elle pose un problème difficile à résoudre, car, sauf quelques rares données ponctuelles, sa population n'est connue qu'au XX^e siècle. Les démographes tentent donc de rythmer son peuplement d'après les connaissances de l'histoire : dépeuplement vraisemblable aux VII^e et VIII^e siècles à la suite de la déchéance des royaumes nubiens et éthiopiens et la cessation du commerce avec l'Egypte ; essor aux IX^e et X^e siècles avec la re-



POPULATION DE LA FRANCE à diverses époques (sur le territoire actuel)

élargissement de la fourchette pour cette époque. Elle se situerait, selon Durand, entre 6 et 15 millions et Biraben retient le chiffre moyen de 10 millions.

Quant à cette population au moment de la conquête espagnole, elle a donné lieu à d'après controverses. Pour Biraben, elle devait se situer aux alentours d'une quarantaine de millions.

L'arrivée des conquistadors a été suivie d'une dépopulation dramatique par les effets combinés de massacres, épidémies, et écroulement des systèmes économique et social.

L'Afrique du Nord, dont l'histoire a longtemps été liée à celle du Moyen-Orient, a certainement connu des périodes de prospérité dans l'antiquité, tant en Egypte qu'au Maghreb.

Les données pour l'Egypte semblent indiquer une dépopulation au début de notre ère, jusqu'aux X^e et XI^e siècles, puis une croissance, avec des hauts et des bas. Au Maghreb, Biraben souligne un repeuplement rapide qui commence sous la dynastie Ziride en 946 après une victoire des sédentaires sur les nomades, et ne s'achève

prise des échanges commerciaux avec les pays musulmans et l'apogée de l'empire de Ghana, recul lors de l'effondrement de cet empire à la fin du XI^e, reprise de nouveau avec la prospérité de l'Empire du Mali et de l'Ethiopie au XIII^e siècle, etc.

L'impact européen, remarque Durand, s'est fait sentir de façon positive aussi bien que négative. L'aspect positif le plus important a sans doute pris la forme d'un progrès alimentaire résultant de l'importation et de l'extension de la culture du maïs et du manioc. Le manioc s'est rapidement répandu aux XVI^e et XVII^e siècles pour devenir, à partir du XVIII^e la ressource alimentaire principale de nombreuses régions africaines.

Mais l'on pense aussi que les premiers contacts avec les Européens auraient provoqué une importante mortalité par des maladies auxquelles la population n'avait pas été exposée auparavant. La traite des esclaves, vers l'Amérique mais aussi les pays musulmans, a été un facteur important. Philip Curtin, un démographe améri-

cain, avait estimé à 9,5 millions le nombre d'esclaves importés, surtout en Amérique, entre 1451 et 1870 et 6 millions entre 1701 et 1810. Si l'on ajoute à ces chiffres la mortalité durant le transit, la mortalité et le déficit des naissances provoqués par les raids, aussi bien que la destruction des structures économiques et socia-

LES HOMMES DE 1979 REPRÉSENTENT 5 % DU TOTAL DE LEURS ANCÈTRES

Le Bureau de Référence de la population américaine, en 1962, avait estimé le nombre total des hommes des débuts à nos jours à 77 milliards. L'estimation, faite par Fletcher Wellemeyer, Frank Lorimer et Annabelle Desmond, part, pour simplifier le calcul, de l'hypothèse que des groupes d'hommes existaient il y a 600 000 ans, et que la croissance démographique jusqu'à 6000 avant J.-C. était très faible, de l'ordre de 0,02 pour 1000.

Pendant la première année de la période entre 600 000 et 6000 avant J.-C., il y aurait eu une naissance hypothétique, et à la fin de cette période, le nombre de naissances se situerait à 250 000 par an. En faisant l'hypothèse d'une croissance régulière, on obtient le total approximatif de 12 milliards de naissances pour la période en question.

A la fin de la seconde période considérée, de 6000 avant J.-C. à 1650 de notre ère, la population était de 500 millions, et le nombre annuel de naissance de l'ordre de 25 millions par an. La troisième période considérée pour le calcul commence en 1650 et finit en 1962, alors que la population mondiale est de 3,05 milliards. On obtient le tableau suivant.

Période	Nombre de naissances par année au début de la période	Nombre de naissances par année à la fin de la période	Nombre de naissances total pendant cette période
600 000 à 6000 av. J.-C. (soit 594 000 années)	« 1 »	250 000	12 milliards
6000 av. J.-C. à 1 650 A.D. (7 650 ans)	250 000	25 millions	42 milliards
1650 à 1962 (312 ans)	25 millions	110 millions total : 77 milliards	23 milliards

À ce chiffre de 77 milliards, on pourrait ajouter environ 2 milliards de personnes, nées entre 1963 et 1979. Cette estimation est fondée sur la moyenne du nombre mondial des naissances par an (le chiffre avancé par l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'année 1978 est de 135 millions de naissances).

On peut, sans trop risquer d'agrandir une marge d'erreur sans doute considérable, arrondir à 80 milliards, et remarquer que le nombre d'hommes et de femmes vivant actuellement (plus de 4 milliards) représente un pourcentage non-négligeable (5 %) de toutes les âmes ainsi recensées depuis la nuit des temps... □

les, on doit constater que l'impact de l'esclavage n'a pas été négligeable.

Les démographes soulignent également l'importance, dans l'antiquité, du « croissant fertile » de la Mésopotamie, qui était sans doute une des régions les plus peuplées avant le début de notre ère. Si l'on y ajoute les régions voisines (actuel-

lement l'Iran, Afghanistan et Péninsule Arabe) on atteint sans doute une population d'une vingtaine de millions au temps de J.C., pour le sud-ouest asiatique ne faisant pas partie de l'Empire Romain. On admet une dépopulation considérable aux XIII^e et XIV^e siècles, après les invasions mongoles, la destruction des systèmes d'irrigation, et la peste, et un total se situant au-dessous de 10 millions au XVII^e siècle.

Selon certains spécialistes agricoles, une irrigation trop intensive, provoquant la salinisation des terres cultivables, aurait pu entamer le processus de dépopulation avant même ces invasions. (Salinisation et dégradation des sols par excès d'eau restent des risques très actuels des systèmes d'irrigation. Ils ont été observés sur des centaines d'hectares à l'ouest du Delta du Nil, irrigués depuis la construction du Barrage d'Assouan.)

Le grand intérêt de l'essai de Biraben, c'est qu'il fait ressortir les oscillations très importantes qui ont marqué la courbe ascendante de la population mondiale.

Par exemple, un examen du tableau permet de constater qu'entre l'époque de J.C. et l'an 1 000, les populations de la Chine, du groupe Inde, et de l'Europe ont toutes connu une dépopulation et que toutes dans le demi-millénaire qui a suivi, ont vu leur population à peu près doubler.

Si nous remontons plus loin dans le temps, il semble bien que des oscillations plus ou moins régulières se soient également manifestées, même dans les périodes préhistoriques.

Ainsi l'un des graphiques fait ressortir l'évolution de la population mondiale depuis 40 000 avant J.C. On y voit exprimée, pour une période située il y a 35 000 ans environ, l'hypothèse d'une « explosion démographique préhistorique » qui aurait pu correspondre à l'éclosion des cultures du paléolithique supérieur après la déchéance des conditions de vie depuis l'avancée glacière de la période moustérienne (paléolithique moyen) lors de laquelle avait vécu l'homme de Néanderthal.

Le chercheur de l'INED fait remarquer, d'autre part, le risque qu'il y aurait à extrapoler, à partir des données d'une période, pour faire des prévisions sur l'avenir de l'évolution démographique. Par exemple, la population mondiale, si elle est calculée à partir des données et tendances des IV^e et III^e siècles avant J.C., donnerait un chiffre de plus de 20 milliards pour l'an 2000 ; à partir des données du II^e et III^e siècle de notre ère, elle ferait prévoir une baisse jusqu'à 35 millions seulement à la fin du 2^e millénaire.

On pourrait ajouter que même les prévisions à court terme, faites depuis quelques dizaines d'années, se sont, pour la plupart, déjà avérées fausses. Alors que la démographie devient un sujet d'actualité, il ne faudrait pas oublier que le passé, malgré les incertitudes qu'il comporte, est néanmoins mieux connu que l'avenir.

Alexandre DOROZYNSKI ■

KILOS/CM : DES FAITS

*Un Huissier et un Médecin constatent :
après 5 semaines sur 10 personnes,
perte de poids, perte de cm,
(2 à 8 aux hanches)
raffermissement notable,
amélioration du tonus.*

Jimbody

Un test concluant vient d'être réalisé en France sur 10 personnes à l'aide de la méthode Jimbody.

Son but. Démontrer qu'il est possible, pour des bien-portants, de perdre des kilos et des cm, de manière durable, tout en les aidant à améliorer tonus et bien-être.

Les moyens. Ils sont basés sur le bon sens et l'équilibre et se résument en 3 points :

- 1) Exercice musculaire passif engendré par l'appareil Jimbody.
- 2) Hygiène d'alimentation du Dr Lhermann.
- 3) Suivi pendant un an de la progression des résultats.

Cette méthode s'utilise chez soi.

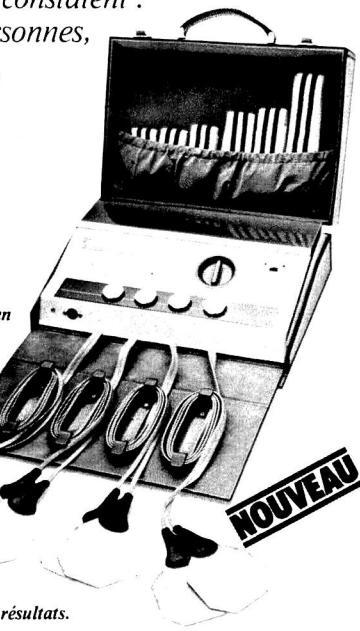


Explications de la manipulation du Jimbody.

Le test.

A qui s'adresse la méthode ? A tous les bien-portants qui ont l'un des trois problèmes suivants (ou les 3 à la fois) :

- a) Quelques kilos en trop dans une région précise ou non.
- b) Etat d'apathie, de tristesse, manque d'entrain en raison de la silhouette.
- c) Manque de tonicité, de fermeté de certaines régions musculaires du corps. Les dix personnes choisies par le Dr Lhermann entraient toutes dans l'une ou l'autre de ces catégories.



Qu'est-ce que l'exercice musculaire passif Jimbody ?

Le Jimbody est un appareil électronique, générateur de messages auxquels les muscles du corps humain répondent en se contractant.

Le Jimbody déclenche sur les régions du corps que vous souhaitez mincir et affermir, des contractions musculaires d'abord lentes puis plus rapides, toujours en harmonie avec la fréquence cardiaque. Il réalise en un minimum de temps, mais en accord avec les nécessités physiologiques du corps humain, des centaines de contractions musculaires. Le Jimbody a été conçu et mis au point par trois Français qui totalisent plus de 50 ans d'expérience dans l'électronique médicale.



Mensurations et pesée devant Maître Fron, huissier de justice à Paris.

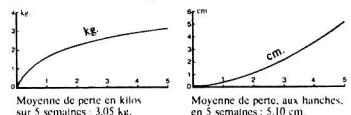
L'hygiène d'alimentation du Dr Lhermann.

Elle fait l'objet d'un ouvrage dont voici quelques extraits : "Vous n'êtes pas des malades mais des fatigués... Apprendre à être bien dans sa peau, et devant votre miroir, et devant votre assiette... Repas du soir maintenant. Ah ! ce repas du soir ! Docteur, c'est le seul de la journée où je suis avec mon mari, où j'ai le temps de cuisiner, alors vous n'allez pas me dire que... ? Hélas, chère Madame, je vais vous le dire, oui, mais avec de grosses nuances qui vous permettront de profiter de ce moment privilégié avec votre mari... Diminuez les quantités de sucre mais, je vous en supplie, pas de maochisme. Salez, faites mitonner, assaisonnez, agrémentez, variez vos menus, que vous vous mettiez à table avec plaisir... Je vais vous donner un exemple de menus pour une semaine et des catégories d'aliments. Si vous n'y arrivez pas, écrivez-moi ou téléphonez-moi..."

Les résultats.

Cette méthode donne des résultats remarquables ; pour preuve voici la moyenne de ceux relevés par Maître Fron, huissier, après 5 semaines.

(Détail des résultats joint à la documentation).



Le suivi d'une année.

Les acquéreurs de la méthode Jimbody (Appareil + Hygiène d'alimentation) bénéficient, pendant une année, de l'assistance gratuite du service médical dirigé par le Dr Lhermann ; ce qui leur permet d'obtenir toute précision ou complément d'information par écrit, téléphone ou rendez-vous.

La Société Jesse-Jimbody s'est engagée à adresser le détail du test devant Huissier et les renseignements complets* sur la méthode (appareil + hygiène d'alimentation) à tous les lecteurs de ce journal qui en feront la demande, soit en téléphonant au 325.93.44 soit en écrivant à

Jesse Jimbody

47, rue St-André des Arts 75006 Paris.

Renseignements techniques.

Heures d'ouverture : lundi : 14 h à 18 h 30 - mardi au vendredi : 9 h 30 à 13 h et 14 à 18 h 30 - samedi : 9 h 30 à 13 h 30.

Métros : place St-Michel ; Odéon.

Autobus : 21 - 24 - 27 - 38 - 58 - 63 - 70 - 81

- 86 - 96. Parking : Mazarine.

Marseille 13002 : Médica-Technique 96, quai du Port. Tél. (91) 91.00.72.

Limoges 87000 : Orthopédie moderne 43, rue de la Conque. Tél. (55) 01.25.25.

Agents : Allemagne, Autriche, Bénélux, Grande-Bretagne.

* Conditions d'essai gratuit à domicile : prix, conditions de crédit.

COUPON REPONSE

Pour vous faciliter la tâche, découpez et retournez ce coupon à **Jesse Jimbody** 47, rue St-André des Arts, 75006 Paris.

Vous recevez la documentation complète sv6, 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).

DIESEL SANS POK POK



Chez Opel, le diesel bruyant est révolu. La nouvelle Opel Rekord Diesel en est la preuve.

Elle réussit à allier les grandes qualités du diesel, économie et robustesse, à la nervosité, au confort et surtout au silence.

L'Opel Rekord Diesel est le type même de la grande routière.

Son nouveau moteur de 2,3 litres de cylindrée lui permet des performances plus qu'honorables. 0 à 100 km/h en 25 sec. et cela pour une 9 cv fiscaux qui développe 65

ch DIN (48 kW). Etonnant pour un diesel.

Un équipement complet, un habitacle spacieux, une ligne élégante et moderne sont ses autres atouts.

Elle existe aussi en version essence à moteur 2 litres, carburetor ou injection. Rekord Essence et Rekord Diesel : 2 grandes routières signées Opel.

OPEL REKORD DIESEL

LES MOTS ET LES SINGES

Les singes ne possèdent pas de cordes vocales et c'est la raison pour laquelle ils ne peuvent pas s'exprimer par des mots. Toutefois, leur capacité à se servir d'un système rudimentaire de signes a fini par imposer à l'esprit du public et des savants aussi bien la question suivante : si on leur greffait des cordes vocales, que diraient-ils ? Et que nous apprennent-ils déjà sur notre propre langage et sur l'intelligence en général ?

Dans une époque où la communication est reine, l'« incommunicabilité » à la mode et le langage assimilé par la machine, des primates « savants » ont amené en quelques années à ré-examiner et le langage et la communication. Les chimpanzés Lana et Washoe et le gorille Koko, enrichis d'un « vocabulaire » de quelques centaines de mots, semblent poser aux savants et encore plus au public une énigme. Ne pourraient-ils pas, se demande-t-on, acquérir encore plus de mots ? Et, si on leur greffait les cordes vocales qu'ils n'ont pas, entretiendraient-ils une communication parlée avec nous humains, fût-elle très simple ?

Le piment de la nouveauté apparente et les arômes des sentiments que nous entretenons pour nos frères à quatre pattes ont un peu, dans ce domaine, estompé les faits.

L'intérêt pour les primates n'est pas neuf. On supposait, au début du XX^e siècle, que ces grands singes, nos « cousins », n'avaient pas acquis la parole parce que leurs sociétés n'avaient pas suivi l'évolution des sociétés humaines. Et l'on supposa, tout de même, que si on les éduquait convenablement, on sortirait des primates de leur arriération. Jules Verne avait, dans cet esprit, ouvert la voie de l'imaginaire en créant le personnage de l'orang-outan mué en femme de ménage, qui lavait la vaisselle dans « L'Île mystérieuse ».

De 1913 à 1916, Nadezhda Kohts (qui travaillait au Musée Darwin de Moscou) adopta un jeune chimpanzé baptisé Ioni et l'éduqua avec tendresse. En 1935, elle publia le compte rendu de l'expérience, comparant le développement de son fils et de Ioni. Pendant les premiers stades de leurs croissances respectives, l'enfant et le singe rivalisèrent du point de vue de l'intelligence ;

ce ; quant au langage, non. Ioni n'apprit pas un mot de russe.

Plus tard, les Kellogg, couple américain, élevèrent ensemble leur fils et un jeune chimpanzé femelle, Gua. L'expérience commença alors que Gua avait 7 mois et demi, le garçon, 10 mois et demi. Enfant et chimpanzé jouaient ensemble, communiquant entre eux avec un système de signes qui leur était propre. Il s'ensuivit un léger retard dans l'acquisition du langage humain par l'enfant. Gua ne prononça jamais un mot d'anglais.

Plus tard encore, les Hayes, couple américain dont la femme était journaliste et le mari psychologue, adoptèrent une toute jeune guenon, Vicki, et l'entourèrent jour et nuit de soins et de tendresse. Vicki apprit un peu à compter, mais son vocabulaire se limita à « papa », « mama », « cup » (« tasse ») et « up » (« debout »). Encore fallait-il deviner le mot, rarement prononcé à bon escient. Déçue, Mrs. Hayes se sépara de Vicki après quelques années.

Quelques négatives qu'elles fussent, ces expériences comportaient leurs enseignements. Le plus important d'entre ceux-ci est que les primates ne peuvent pas prononcer de mots parce qu'ils ne possèdent pas l'appareil bucco-laryngé indispensable à la prononciation de la parole. Une fois que l'on eut pris conscience de cette vérité première, on put reprendre sur de nouvelles bases la recherche sur la communication avec les primates.

Trois méthodes sont actuellement utilisées :

- les formes
- l'ordinateur
- et le langage américain des sourds-muets (l'Ameslan).

Une jeune guenon inaugura chacune de ces

méthodes et devint la vedette du monde scientifique. Mais, pour apprécier la recherche, il est utile de préciser les conditions générales dans lesquelles elle s'est déroulée.

Le chimpanzé vit en moyenne une bonne cinquantaine d'années ; la femelle, sujet des expériences, est pubère vers sept ans. Dès lors, non seulement elle devient ombrageuse, agressive, inattentive, mais surtout elle atteint une très grande force musculaire ; elle pèse quarante à cinquante kilos, et ses tapes affectueuses, ses bagarres pour jouer, peuvent assommer même son « père adoptif » bien-aimé !

L'éducation commence très tôt, vers un ou deux ans, et on doit se séparer du singe au moment de sa puberté : il retourne dans un parc de primates, où il vit avec ses congénères. Bien que, dans les expériences, l'accent ne soit plus mis sur le caractère « familial » de l'éducation, qui ne suffit donc pas à faire parler l'animal, il faut tout de même tenir un très grand compte de l'aspect affectif de toute relation avec lui. Le jeune chimpanzé s'attache très vite et très chaleureusement à ses « entraîneurs » ; il se comporte avec eux comme un enfant avec des parents aimés. Il a continuellement besoin de contacts physiques : embrasser, chatouiller, serrer dans ses bras, ou être serré, etc. Il travaillera bien s'il se sent aimé ; une personne étrangère, un changement dans l'environnement peuvent l'angoisser, perturber son comportement : non seulement il ne progresse plus, mais il est « insupportable », agité, bruyant, destructeur, désobéissant ; il « oublie » tout ce qu'il a appris ! Notons au passage que l'observation du jeune singe ne fait pas que renseigner sur le langage : elle nous offre une véritable « dissection » des mécanismes selon lesquels un enfant se dissipe, devient inattentif ou opposant.

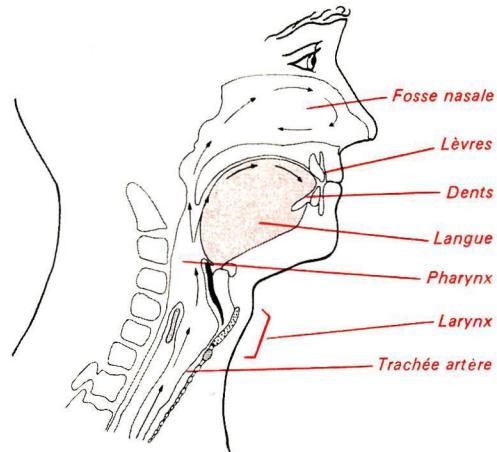
La guenon vit en semi-liberté, très proche de ceux qui s'occupent de son éducation, parfois dans une roulotte où elle dispose de sa chambre, de sa salle de bains, de son réfrigérateur... et de ses boîtes à jouets ! La roulotte est placée dans un parc où elle peut sortir, grimper aux arbres. On emmène la guenon en fréquentes promenades, mais le plus souvent avec une laisse (qu'elle abhorre), car, prise d'une fantaisie soudaine, elle pourrait se lancer dans le trafic des voitures, pour s'amuser ! Chaque jour elle a sa ou ses séances de travail, comme une écolière.

Il faut, par ailleurs, savoir que :

- Les chimpanzés ont, à l'état sauvage, une vie sociale très organisée ; donc ils communiquent entre eux. On a pu observer par exemple que, lorsqu'ils se rencontrent dans la forêt, ils se saluent, et de manières différentes selon les liens qui les unissent : ils s'effleurent légèrement la main, signe de relations plutôt froides — bien que cordiales — ou ils se serrent énergiquement dans les bras, signe d'affection, ou encore ils se tapotent affectueusement les organes génitaux, signe de profond attachement.
- Ils savent choisir leurs aliments selon des préférences très précises (ils aiment environ trente variétés de fruits, vingt de feuilles, six de fleurs,

COMMENT NOUS PARLONS

1. La parole est possible grâce aux modulations vibratoires de l'air expiré. L'air revenant des poumons pendant l'expiration traverse un tube semi-rigide dans le cou : la trachée-artère. La partie supérieure de la trachée-artère se continue en haut (au niveau de la pomme d'Adam) par plusieurs cartilages qui en s'emboîtant forment un tube. La lumière de ce tube est rétrécie par des ligaments vibrants lorsque l'air traverse le tube : ce sont les cordes vocales. L'ensemble de ces cartilages et des cordes vocales forment le larynx.



Le larynx s'ouvre derrière la langue, juste en avant du tube digestif (l'œsophage). Cette région où débouchent le tube respiratoire et le tube digestif, dans le fond de la gorge s'appelle le pharynx.

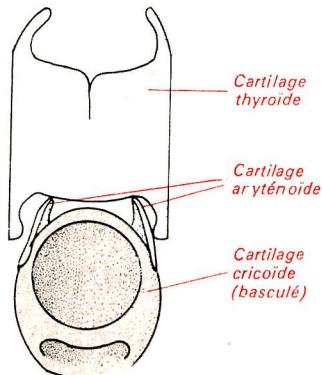
L'air qui arrive dans le pharynx en état de vibration, quand les cordes vocales sont tendues, est dirigé par les mouvements de la langue vers les lèvres. Ces mouvements impriment à la colonne vibrante d'air certaines qualités sonores. Le jeu de la langue et des dents permettant certaines variantes encore ainsi que le jeu des lèvres au moment où l'air sort. Les voyelles (a, å, e, é, ê, è, etc.) sont formées par la tension relative et l'écart relatif des cordes vocales, ainsi que le caractère grave ou aigu de son vocal. Les consonnes sont formées par le jeu de la langue, des dents et des lèvres, agissant plus ou moins ensemble (les dentales : d, t, action de la langue et des dents, les labiales : p, b : action des lèvres seules, les soufflées : f, v : action des lèvres et des dents, le « the » anglais : action de la langue, des lèvres et des dents...). Avant de sortir par la bouche avec la sonorité choisie, l'air peut passer par le pharynx dans les fosses nasales, où il trouve une caisse de résonance, ce qui accroît la vibration et modifie le timbre de la voix.

et cela à un degré de maturité bien déterminé, un certain nombre de graines, quelques proies animales). Le matin, certains membres du groupe partent en éclaireurs, et signalent aux autres les sources de nourriture — ainsi d'ailleurs que l'éventuelle proximité de prédateurs, serpents ou grands fauves.

- Ils se transmettent un enseignement : l'art (ou le sport) de la pêche aux termites et aux grosses fourmis. Pour cela, ils taillent un bâton, le lissent

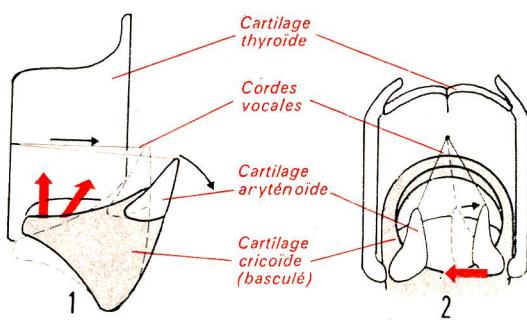
Cette manipulation de la colonne d'air est possible parce que la bouche se trouve juste au-dessus du larynx chez le singe, le prognathisme important fait que la colonne d'air est déviée en avant et la vibration éventuellement produite au niveau du larynx ne peut plus être modifiée par la cavité buccale, elle est « inutile » . Le cri qui sort du larynx du singe est à peine modifiable par sa bouche.

2. Il y a 4 cartilages essentiels dans le larynx : juste au-dessus de la trachée-artère, un cartilage en forme de bague : le cartilage cricoïde. Au-dessus de lui un cartilage en demi-tube : le cartilage thyroïde. En arrière de lui (là où il y aurait l'autre moitié du tube), 2 cartilages en forme de pyramides : les cartilages arytenoïdes, articulés avec le bord supérieur du cricoïde sur un des sommets de chaque arytenoïde est fixé un ligament qui va se fixer en avant au milieu du semi-cylindre du cartilage thyroïde : c'est une corde vocale.



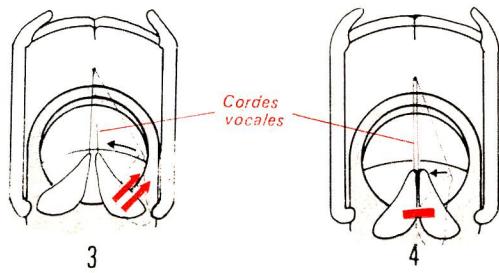
Or, il y a a) un muscle qui fait basculer vers le haut l'avant du cricoïde. Cela bascule en arrière les pointes des arytenoïdes qui tendent ainsi les cordes vocales. Plus forte est la bascule, plus les cordes sont tendues. Il y a donc toute une gradation possible de tension des cordes vocales (1).

b) Un système de muscles qui font pivoter les arytenoïdes vers le devant. Cela écarte les sommets, où



en arrachant les feuilles et en rongeant l'écorce. Ils connaissent les moments de l'année où les termites sont prêts à sortir de leur termitière : ils y plongent leur bâton, attendent un petit moment, puis le retirent délicatement ; les termites se sont précipités en bon nombre pour grimper le long du bâton, le singe n'a plus qu'à lécher l'extrémité couverte d'insectes croustillants ! Pour la chasse à la fourmi, il faut avec un bâton plus fort et plus long frapper le sol au-dessus de

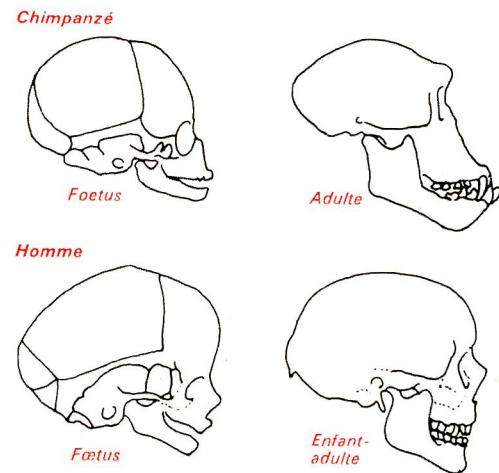
sont fixés les cordes vocales, et cela élargit donc la fente entre elles et modifie le son (2).



c) Un double système musculaire à l'action inverse sur les arytenoïdes, ce qui rapproche les cordes vocales (3) et (4).

Tous ces muscles reçoivent de très nombreuses fibres musculaires, ce qui permet une commande de contraction extrêmement graduelle et précise alors que chez le singe il y a beaucoup moins de fibres nerveuses, si bien que les muscles se contractent d'un bloc ou non, ce qui empêche toute possibilité de modulations : le singe n'a que quelques cris.

3. Quand on regarde le développement du crâne de l'homme et du singe, on voit que juste avant la naissance, le singe a un crâne relativement gros. Mais en maturant, le crâne reste petit par rapport à l'ensemble de la tête. (Alors que chez l'homme le crâne, dont le

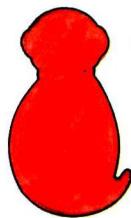


cerveau, grossit proportionnellement au reste.) Et c'est là l'essentiel de la différence. Même s'il pouvait articuler, le singe n'a pas le cerveau qui lui permettrait d'avoir les pensées complexes d'un humain normal. □

la fourmilière, et attendre que les fourmis inquiètes sortent de leurs trous et grimpent sur le bâton. Ce sont des prouesses que le singe ne connaît pas à la naissance : le jeune les apprend de ses ainés.

Donc, les singes possèdent à l'état naturel trois « fonctions » essentielles à l'apprentissage d'un langage : 1) possibilité de communication inter-individuelle ; 2) possibilité de discrimination entre les objets ; 3) possibilité d'apprentissage.

Noms



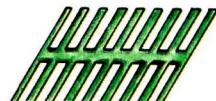
Sarah



Mary



Seau



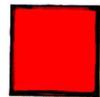
Assiette



Chocolat



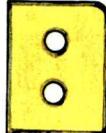
Pomme



Banane

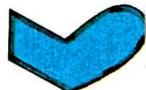


Abricot



Raisin

Verbes



Est



Donne



Prend



Pose



Lave

Concepts



Le même



Different



Non (ou ne pas)



Noms de



Couleurs



?

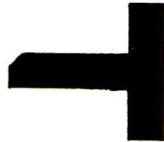


Si-alors

Adjectifs (couleurs)



Rouge



Jaune



Brun



Vert

**25 MOTS POUR FAIRE
UNE LANGUE PRIMITIVE**

Grâce à un vocabulaire de 25 mots, Sarah est capable de reconstituer des phrases simples en alignant des symboles, tous abstraits, qui visualisent des noms, des verbes, des adjectifs ou des concepts de base. Ainsi,

COMMENT LES MOTS PEUVENT VENIR AUX SINGES

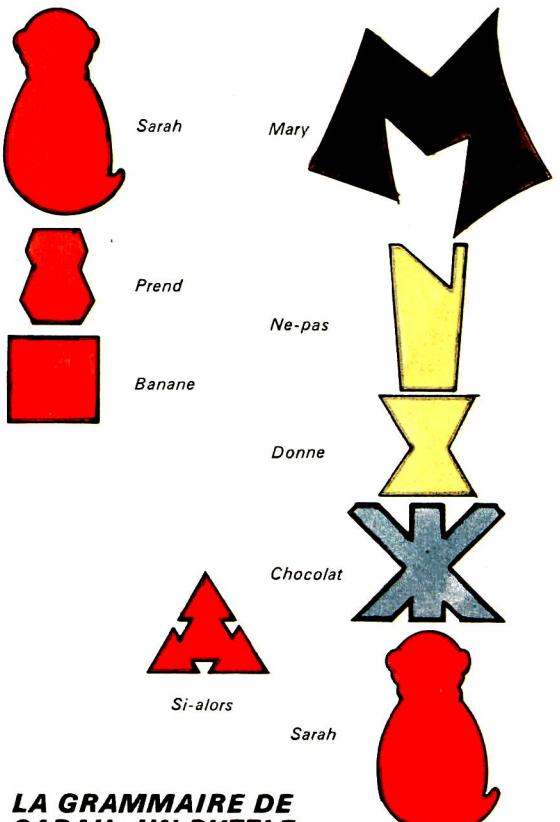
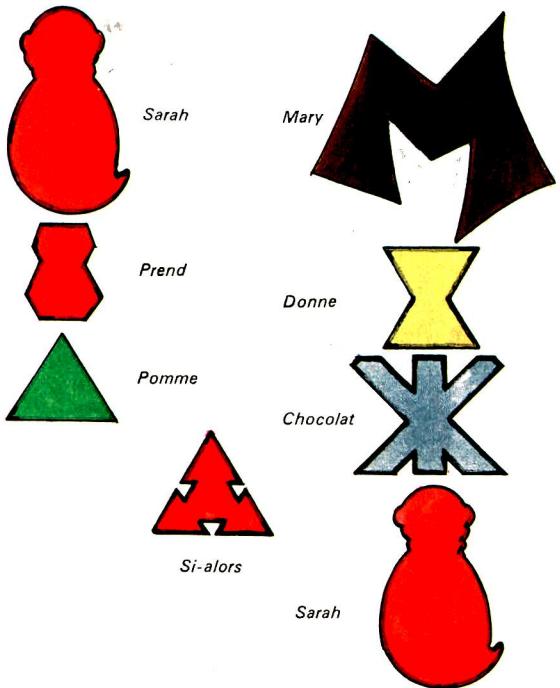
• Sarah ou l'apprentissage par les formes

Les Premack, une psychologue spécialisée dans les problèmes des enfants arriérés et un physiologiste spécialiste du langage, décidèrent d'enseigner le langage des formes à une jeune guenon nommée Sarah. Ils partirent du principe que les mots, écrits ou parlés, peuvent être considérés comme des « étiquettes » apposées à des concepts. Si un individu est capable de distinguer un objet d'une action ou d'une personne, on peut lui enseigner à apposer des étiquettes à l'objet, l'action, la personne. Puis on peut tenter de communiquer avec lui en se servant de ces étiquettes.

Les Premack inventèrent donc des « mots » constitués de formes tactiles et visibles, représentant des objets, des actions ou des personnes. Etabliraient-ils de la sorte un langage hominoprimate ? Chez l'être humain le langage, même rudimentaire, n'est pas un simple échange d'étiquettes, mais également une association d'étiquettes ; le singe en serait-il capable ? L'expérience des Hayes avait permis de l'espérer.

Par ailleurs, les Premack faisaient appel aux notions dégagées par le célèbre psycho-pédagogue suisse Piaget : avant même de savoir parler, l'enfant exerce son intelligence en découvrant des rapports logiques entre les objets qui sont à sa portée. Exemple : « Si je tire sur la ficelle du petit cheval, il avance, mais il ne recule pas. » Ou : « Si je jette le petit cheval contre le mur, c'est le petit cheval qui se casse. » Cette intelligence d'avant le langage est dite sensori-motrice ; elle fonctionne selon le même schéma que celui qui, plus tard, commandera l'utilisation des mots et qui est le schéma associatif. En fait, c'est parce que ces schémas ont déjà commencé à fonctionner que l'intelligence peut acquérir le langage. Les Premack ont fait travailler l'intelligence de Sarah, selon la méthode behaviouriste : on met l'animal en situation ; on lui présente une carte d'une couleur en espérant qu'il posera dessus une carte de la même couleur. Quand il a réussi, il est récompensé. Il sait donc ce qu'on attend de lui et y prend plaisir.

Les Premack ont appris à Sarah à classer des objets par couleurs, tailles, goûts, etc. Exemple : on donne à Sarah une carte bleue et elle pose dessus une autre carte bleue. Ou on lui donne une carte jaune et elle pose dessus des objets jaunes. Il y eut donc échange d'informations avec Sarah. Et l'on s'avisa que la guenon possédait une imagination, c'est-à-dire qu'elle pouvait concevoir des objets non présents. Et qu'elle pouvait compter : quand on lui dit « Sarah pose sur assiette un bonbon », alors qu'elle avait plusieurs bonbons à sa disposition, elle mangea tous les bonbons sauf un, qu'elle posa sur l'assiette.



LA GRAMMAIRE DE SARAH : UN PUZZLE

la jeune guenon peut communiquer. En fait, plus que par la parole, c'est par l'écriture qu'elle s'exprime.

● *Lana ou l'apprentissage par l'ordinateur*

Sarah avait témoigné dans une certaine mesure de capacités d'association et d'abstraction. Les Rumbaugh, spécialistes du langage, abordèrent l'étape suivante : l'acquisition d'une langue de base. En effet, une étude statistique du langage courant a démontré que, pour s'intégrer dans la vie quotidienne, on n'a besoin que d'un nombre limité de mots et de formes syntaxiques, représentant une « langue de base ».

Voulant attacher moins d'importance aux considérations affectives, les Rumbaugh n'ont eu avec Lana, autre guenon, que des rapports amicaux. Lana a été confinée dans la pièce où se trouvait un ordinateur ; elle fréquentait souvent des congénères et, ce qui est exceptionnel, elle a continué à travailler au-delà de sept ans. D'autres chimpanzés « dialoguent » avec Lana par l'intermédiaire de l'ordinateur ; ils parlent sans difficulté d'objets non présents et s'envoient les uns les autres faire des « commissions ».

Les résultats sont significatifs. On a ainsi confié à Lana un jeune chimpanzé nommé Columbus, dont elle s'occupe (depuis plusieurs années) avec tendresse ; on a espéré que Lana lui apprenne à parler le langage de l'ordinateur ; et un soir on l'a découverte endormie, le jeune chimpanzé dans les bras, après avoir écrit sur l'ordinateur : « Toi, Columbus, Columbus ».



Lana manipulant son ordinateur et sortant d'une solitude qui a duré plusieurs millions d'années...

Lana entretient d'excellents rapports avec l'ordinateur et questionne fréquemment les visiteurs pour apprendre des mots nouveaux, demandant « Qu'est-ce que c'est ? » à propos d'objets qu'elle ne sait pas nommer.

Mais l'ordinateur n'est pas le seul moyen par lequel les chimpanzés amis de Lana communiquent : les caresses sont distribuées sans échange de signes.

L'expérience Lana confirme le rôle social fondamental du langage, c'est-à-dire de l'utilisation de symboles désignant des objets : c'est un lien peut-être plus facile à manier que les objets eux-mêmes.

● *Washoe, Lucy, Koko, ou l'apprentissage par les mains*

Une autre voie dans l'étude de la communication chez les primates a été ouverte par les Gardner, couple de psychophysiologistes : ils ont



Lucy s'entraînant au langage des sourds-muets avec son « instructeur ».

enseigné à une jeune guenon, Washoe, le langage des sourds-muets ou, aux Etats-Unis, Ameslan (American Sign Language). Les Gardner sont, en effet, partis du principe qu'un singe se trouve dans la position d'un humain qui, pour des raisons médicales, est incapable de parler.

L'Ameslan est constitué de signes effectués avec la main et les doigts, dont les positions et le rythme de mouvements sont significatifs. Exemple : le signe « j'ai parlé » se change en « j'ai parlé beaucoup » si le geste est répété rapidement. L'Ameslan est donc un langage de base, comportant les nécessités logiques d'un véritable langage de base parlé : classifications, passé, présent, futur, etc.

L'expérience Washoe a commencé en 1966 ; à six mois, la guenon faisait des progrès ; moins de 9 ans plus tard, Washoe utilisait couramment quelque 250 mots. Cela a permis de constater que le primate possède de nombreuses aptitudes verbales de l'enfant ; non seulement il est capable d'associations, mais également d'invention proprement dite, ce dont on a cru jusque récemment que l'humain seul est capable. Ainsi voyant pour la première fois un canard, Washoe l'a appelé « oiseau-eau ». Quand on lui a donné sa première orange, elle qui ne connaissait que les pommes, mais bien la couleur orange, elle l'a appelée « pomme-orange ». Washoe, qui fut confiée à un physiologiste du langage quand elle eut atteint sa puberté (ce spécialiste, Roger Fouts, dispose, en effet, d'une vaste installation pour primates), vient d'avoir un enfant. On attend avec impatience de voir quelle sera l'évolution du langage à la première génération de singes éduqués.

D'autres singes, tels Lucy et Koko (dont Barbet Schroeder a fait un très beau film) ont également appris l'Ameslan. Les résultats ont été parfois contestés, notamment en raison d'erreurs dans l'ordre des mots à l'intérieur des phrases. Il semble bien toutefois que l'Ameslan permette à des primates de parler un langage, certes rudimentaire, mais digne de ce nom.

On peut déduire des trois types d'expériences que les singes peuvent communiquer par symboles sans posséder apparemment une fonction cérebrale du langage pareille à la nôtre ou du moins aussi développée que la nôtre. Nous ne sommes peut-être pas les seuls à penser et à parler, mais nous sommes les seuls à le faire comme nous le faisons.

POURQUOI LE « LANGAGE » DES SINGES N'EST PAS VRAIMENT UN LANGAGE

Les études effectuées sur les primates montrent que ceux-ci peuvent communiquer, mais n'ont pas toutefois de langage à proprement parler. Qu'est-ce donc que le langage et qu'est-ce que la communication ? A partir de quel point la communication devient-elle langage ?

● **La communication peut exister indifféremment chez l'homme ou l'animal ; c'est un transfert d'informations.**

● Ce transfert peut être à sens unique. Un reptile, par exemple, signale ses limites territoriales à ses congénères, pour leur interdire le dépassement. Un automobiliste signale d'un coup de phare la proximité de gendarmes sur la route.

● Au niveau suivant, le transfert se fait dans les deux sens. Un singe qui a trouvé des fruits comestibles pousse un cri pour alerter la troupe, qui pousse un cri en réponse. Il y a, dès lors, « dialogue ».

● Au niveau supérieur, l'information porte, non plus sur des objets ou des faits présents, mais aussi sur le passé ou le futur ; cela implique que l'on imagine ces objets ou ces faits, à l'aide d'images cette fois-ci mentales.

● En s'affinant encore, la communication fait appel, non seulement à des signaux, mais également à des symboles. Le cri d'alerte du singe évoque pour le congénère qui le perçoit l'image d'un danger qu'il ne voit pas, mais qu'il imagine ; toutefois, ce n'est encore qu'un signe. Lorsque le singe « écrit » à l'aide de l'ordinateur : « Aller en promenade tout de suite », il se sert de symboles pour exprimer un désir, donc une description de l'imaginaire.

● Ce type de communication atteint un stade encore plus complexe lorsque l'échange de symboles s'effectue dans les deux sens ; c'est ce que l'on a vu dans l'expérience Lana, où plusieurs primates communiquent entre eux à l'aide de l'ordinateur. Chez l'homme, cet échange de symboles se produit lorsque deux personnes assistant au discours d'une troisième échangent entre elles un clin d'œil et un sourire, symboles à connotation ironique constituant une critique.

● A son stade ultime, la communication devient échanges d'informations qui sont, cette fois-ci, indépendantes des pulsions fondamentales, peur, faim, désir de fuite ou instinct génésique. Le jour où un primate dira : « Tom arrive toujours en retard le lundi », il y a fort à parier qu'il y aura une certaine émotion chez les éthologistes...

● **Le langage est un niveau supérieur de la communication basé sur un système de signes** et non plus de signaux. Hiéroglyphe, mot-signe chinois ou lettre d'alphabet latin, cyrillique ou arabe, le langage se décompose en unités qui peuvent se composer à l'infini. La fonction sé-

mantique, qui définit le sens des mots (« femme », par exemple) s'y double de la fonction syntaxique (« sa femme », par exemple), qui définit le sens des mots et qui permet de distinguer entre « la femme de mon frère » et « le frère de ma femme », à l'aide de tout un système de signes complémentaires — ponctuation — et de connotations. Dans le langage proprement dit, le même arrangement de mots peut avoir un sens totalement différent : « Jacques, dit Jean, est *sot* » exprime exactement le contraire de « Jacques dit : Jean est *sot* ». Dans le langage parlé, une simple moue ajoutée à l'énoncé de n'importe laquelle de ces deux phrases peut en annuler le contenu par connotation ironique, par exemple, ou au contraire le renforcer par connotation énergique dans le cas d'une énonciation appuyée.

Là où les recherches sur la communication chez les primates prennent toute leur valeur, c'est quand on sait le lien qui unit le langage à l'intelligence. Victor, l'enfant sauvage de l'Aveyron, resta d'un niveau intellectuel inférieur à la normale parce qu'il n'avait pas découvert le langage à l'époque où son acquisition se fait d'habitude.

Car ce n'est pas seulement l'intelligence qui commande le langage ; le langage aussi commande l'intelligence en lui offrant sa complexité. On peut se demander si sans le langage, nous serions capables de faire la différence entre « Je t'aime », « Je t'aime bien » et « Je ne te déteste pas ». Autrement dit, les exigences de précision verbale que l'on rencontre dès qu'on tente de communiquer à autrui un sentiment ou une pensée, entraînent un effort de recherche personnelle, d'approfondissement de cette pensée même. Et on s'aperçoit que sans langage intérieur, on en resterait à des idées, et même des sentiments très peu dégrossis, très rudimentaires. Ceci nous conduit à nous poser la question fondamentale des rapports entre pensée, intelligence et même vie affective d'une part, et langage d'autre part.

Boileau a dit que « ce qui se conçoit bien s'énonce clairement et les mots pour le dire arrivent aisément ». Mais on sait aujourd'hui qu'à l'inverse, aussi, c'est dans la mesure où l'on possède les mots et la structure du langage, que l'on peut « bien concevoir » (le savant soviétique Luria a décrit de très subtils troubles de la pensée lors d'altérations minimes de la fonction du langage). Il y a en fait une relation aller et retour entre les mécanismes associatifs de l'intelligence et ceux du langage, les uns entraînant les autres, et réciproquement.

Comme l'a montré Piaget, l'intelligence sensori-motrice de l'enfant, qui lui enseigne ses associations logiques, le prépare à l'acquisition du langage.

Mais chez l'humain celui-ci semble également inné : les linguistes contemporains, à la suite de Chomsky, pensent que le cerveau humain possède des structures associatives fondamentales proprement linguistiques.

Il s'agit de mécanismes constituant une sorte de racine commune de toutes les langues, et

qui vont se plier, se modifier de diverses manières selon l'apprentissage de l'enfant, pour devenir l'une ou l'autre langue, selon que l'enfant est né en France ou en Chine. Ces mécanismes seraient d'emblée prêts à la fonction très complexe qu'exige la communication verbale humaine ; ils posséderaient la logique interne du langage, bien avant que l'intelligence de l'enfant ait acquis la maturation nécessaire à la logique générale. Chomsky a montré en effet que, pour saisir le sens réel de phrases apparemment simples, l'esprit humain ne fait pas un travail d'analyse comme le font les ordinateurs qui transcri-

cale, que le sens nous apparaît. Comme en faisant tinter une pièce sur le marbre, la pureté du son, et son timbre nous indiquent s'il s'agit d'or ou d'un autre métal. Pour Chomsky, il existe donc une méthode d'expérimentation de la phrase, innée, et indépendante de la formation de l'intelligence, quelle que soit la langue utilisée. Cette méthode servirait à la fois à fabriquer et à comprendre cette phrase.

Les conceptions actuelles en neurobiologie permettent de voir comment ces notions, apparemment opposées, peuvent se compléter. En effet, le mécanisme linguistique postulé par Chomsky doit se servir obligatoirement de systèmes de « sous-traitance » des sons, des formes, des rythmes, de la durée ; ces systèmes sont capables de faire des synthèses simultanées de diverses données perceptives et de schémas de mémoire ; ils sont également capables de programmer la succession des opérations nécessaires à l'énoncé ou à l'écoute d'une phrase. Or, il semble établi, notamment par Luria et l'école soviétique, que ces zones du cerveau humain où se font les opérations complexes de ces types de traitement, synthèses simultanées et programmation, ne sont pas spécifiques : elles vont travailler à la demande, pour des opérations linguistiques, pour des associations de simple logique, ou même pour des expressions de vie affective. S'il existe, comme le pense Chomsky, un mécanisme inné du langage, on ne peut le concevoir que comme un organisateur global qui ferait travailler donc, divers systèmes de sous-traitance. Si bien que, comme le pense Piaget, la maturation de ces divers systèmes, avant que le mécanisme du langage ne devienne fonctionnel, pendant la phase « sensori-motrice », va mettre à la disposition de ce dernier des agencements associatifs d'autant plus « fonctionnels » qu'ils auront déjà plus et mieux travaillé. Toutefois, même après avoir travaillé pendant deux à trois ans, ces systèmes de « sous-traitance » ne sont pas encore très matures et le mécanisme global du langage qui se déclenche à cet âge de deux à trois ans sera encore considérablement freiné dans son fonctionnement pendant plusieurs années, précisément parce que le reste des opérations mentales n'est pas encore au point. On peut comparer cette situation à celle d'ordinateurs qui fonctionneraient avec le système binaire. Le principe de base du système binaire est le même, qu'il s'agisse de faire des opérations simples, manipulant un ou deux 1 et un ou deux 0, ou qu'il s'agisse de mathématiques supérieures. Le système du langage de Chomsky serait, comme le système binaire, le même chez l'enfant qui ne manipule que quelques mots, et chez nous qui, pouvons faire des discours.

On peut déduire de la neurobiologie et de la linguistique que, même si le langage des primates semble se rapprocher du langage humain, il en est en fait très éloigné. En effet, c'est seulement chez l'humain que le langage sert à former la fonction d'intégration des mots. Seul l'homme apprend à parler en parlant. Et le stade crucial de cet apprentissage se situe dans l'enfance.



Pourrons-nous vraiment « parler » un jour avec les singes ?

vent la parole énoncée verbalement en mots dactylographiés. Un tel travail qui procède par découpages en unités phonétiques fait des erreurs monumentales. La compréhension humaine se fait, dès l'enfance, de manière globale, par une sorte de manipulation interne, automatique (sans qu'on en ait conscience) des phrases tout entières. Ses manipulations, que Chomsky appelle « transformations grammaticales » se font en effet bien avant que l'enfant ait appris la grammaire et continueront de se faire même chez des personnes qui n'ont jamais appris à lire ! Nous comprenons la différence entre ces trois phrases (citées par Chomsky) :

- 1) j'ai dit à John de partir
- 2) je pensais que John allait partir
- 3) j'ai persuadé John de partir

non pas en analysant chaque mot, mais en situant les personnages — Je et John — par rapport aux actions — dire, penser, persuader et partir. Et c'est en faisant varier sans nous en rendre compte ces situations, c'est-à-dire en faisant suivre aux phrases une transformation grammati-

COMMENT L'ENFANT APPREND A MANIER LES MOTS

Le cerveau humain possède dès la naissance des structures prêtes à maîtriser le langage. Toutefois, ces structures, d'abord virtuelles, ne deviendront fonctionnelles que par apprentissage d'un langage donné. Cet apprentissage se fait spontanément par le seul « bain » linguistique dans lequel est plongé l'enfant. Et si l'enfant est sourd ? L'apprentissage se fera tout de même, avec un léger retard, si on prend le soin de remplacer par les gestes du « langage sourd-muet » les paroles normalement émises par la voix. Cela montre que même indépendamment du bain linguistique entendu, le cerveau est prêt à faire fonctionner son mécanisme du langage. Le léger retard est dû probablement au fait que l'enfant n'est pas plongé dès sa naissance dans un « bain » de langage sourd-muet.

La communication verbale commence dès les premiers jours de la vie. Presque dès la naissance, l'enfant émet un vagissement qu'on considère volontiers comme des pleurs, car très vite il semble associé à une sensation de malaise de l'enfant (faim, par exemple). Mais ce vagissement est également émis par imitation, en réponse au vagissement d'un autre nouveau-né, ou de l'imitation qu'on en fait à son oreille. Il s'agit en fait d'une réponse verbale, car si on fait à son oreille un autre bruit (doux, car si on crie, évidemment il se mettra à pleurer par peur) par exemple, « dada, coucou, etc. », il ne vagit pas. Dans les premiers jours de la vie, donc, il ne possède encore qu'un son, et ne « comprend » qu'un son : le vagissement, mais il l'utilise déjà en « demande — et — réponse » pour communiquer !

Très vite, dans les premières semaines, il va « gazouiller » émettre des vocalises en faisant vibrer ses lèvres, et très vite ensuite en y associant des gutturales. Avant le deuxième mois, il fait des « rrrê » et des « rrrâ », spontanément, pour son plaisir, quand tout va bien, mais aussi quand sa mère s'approche de lui, et aussi, en imitation-réponse quand on lui dit « rrrê » et « rrrâ ». Dès cette époque, tout son comportement, sa mimique, ses gestes, montrent sa joie à la communication, quand on lui dit des mots (qu'il ne comprend évidemment pas, mais auxquels il répond par ses gestes et son gazouillis) ou quand on imite son propre gazouillis.

Vers 5-6 mois, il possède plusieurs sons, et si on lui « dit » un son qu'il connaît, et qu'on en ajoute un nouveau, il est capable d'imiter ce nouveau son. Puis il le répète tout seul, et à son tour en invente encore.

On voit que, dès cette période, l'apprentissage se fait systématiquement par imitation et répétition spontanée, et surtout sous l'impulsion puissante de l'envie de communiquer. De plus, l'enfant aime visiblement la musique des paroles de sa mère : quand elle lui parle doucement à l'oreille, il sourit, et s'il pleurait, il s'arrête soudain et émet à son tour tous ses sons.

Vers 10, 12 mois, il comprend déjà beaucoup de choses. Si on lui dit : « Papa va rentrer », ou bien : « On va aller se promener », il manifeste une joie évidente. Le gazouillis diminue considérablement, et on voit apparaître les premiers mots. « Mama » est souvent le premier mot, et, semble-t-il dans toutes les langues du monde. On a émis l'hypothèse que pour le prononcer, il faut rapprocher les lèvres comme on le fait pour têter, ce qui constitue une association immédiate entre la personne qui donne à manger, et le mot à utiliser pour communiquer avec elle ! Mais très vite suivront d'autres mots, le plus souvent répétés à l'enfant, comme « papa ». Puis, l'enfant « joue » avec les sons qu'il sait émettre : « tata », « lala » suivent immédiatement, puis des sons « amusants » comme « boum boum ». Il est intéressant de noter que les premiers mots sont le plus souvent des redoublements de syllabes. Cela se rattache à la faculté inhérente au mécanisme du langage, de création : les premiers mots « mama », « papa » sont des répétitions apprises par imitation, les autres mots sont des inventions construites à partir de ce mécanisme appris de la répétition : l'enfant sait déjà « généraliser » un mécanisme verbal. Or, la généralisation est une opération logique : cela montre que le mécanisme du langage possède déjà à ce stade des structures opératoires complexes.

Dès un an, l'enfant possède déjà en effet un mécanisme du langage assez fonctionnel, que l'observation soigneuse permet de découvrir. Si, peu avant de sortir en promenade vous lui demandez : « Où est maman ? » il vous répondra (peut-être) : « Papô », ce qu'on appelle un « mot-phrase », car il signifie : « Maman est allée chercher mon chapeau pour sortir ». Cela veut dire qu'il a compris ce que vous avez dit, mais qu'il ne possède pas encore l'appareil permettant de fabriquer la phrase-réponse. Toutefois l'origine de la réponse existe, et elle sort « condensée » dans le mot-phrase.

Vers 20-24 mois, le mécanisme de fabrication de la phrase commence à fonctionner : apparaissent deux, puis plusieurs mots d'affilée, constituant des phrases « télégraphiques » dans lesquelles manquent les « petits » mots c'est-à-dire les articles, les prépositions, etc. (bien qu'à cet âge l'enfant en comprenne le sens : quand on lui dit « pose ton cheval sur la table », il sait que c'est sur et non sous la table). Toutefois l'ordre des mots est d'emblée conforme à la syntaxe de sa langue. Par exemple, il ne dira pas « gâteau-maman-Suzon », mais « maman-gâteau-Suzon », ce qui correspond à l'ordre **logique** de l'action souhaitée.

Entre 2 et 3 ans, les acquisitions se feront à une rapidité surprenante : à 2 ans, l'enfant utilise environ 100 à 200 mots ; à 3 ans, le nombre monte de 1 000 à 1 200. Les verbes arrivent après les noms et les adjectifs ; vers 3 ans, il distingue spontanément le singulier du pluriel, et utilise les « petits » mots. Toutefois, l'articulation des mots peut venir à la traîne : vers 4 ans,

l'enfant comprend parfaitement la langue, y compris les formes grammaticales complexes comme le « discours indirect » (« la petite fille a dit que le loup avait eu peur et s'était sauvé ») mais il peut encore « parler bébé », c'est-à-dire avoir des difficultés à prononcer certains sons : le « ch » peut encore se prononcer « se » (le « sat » pour le chat), ou bien il simplifie : il dit « la ta » pour « la table », ou « le tain » pour « le train », etc. Cela nous montre que même si le mécanisme global du langage fonctionne, les divers appareils nécessaires pour une fonction verbale complètement « à point » ne sont pas mûrs en même temps. Mais cela nous montre aussi qu'un mécanisme global existe, indépendamment de ces appareils. La syntaxe ne s'apprend pas : elle existe avant que l'enfant sache vraiment bien prononcer les mots dont il organise correctement la séquence. L'apprentissage de la grammaire à l'école n'est qu'une formulation a posteriori de règles spontanément utilisées dès avant d'aller en classe. La grammaire est en effet « inventée » par l'enfant au fur et à mesure qu'il apprend à parler, selon le mécanisme de généralisation déjà mentionné ; la preuve : certaines fautes de l'enfant de 3; 4 ans, du type « ils couriront » fabriqué sur le modèle de « ils dormiront » par exemple, ce qui n'est évidemment pas une imitation, mais une invention logique pure.

Le langage transforme alors radicalement l'intelligence : dès qu'il possède des phrases, l'enfant les manipule avec une habileté sans cesse croissante, faisant des associations logiques de plus en plus complexes, ce qui fait travailler son intelligence, et permet à la pensée de se dégager des rapports simples existant entre les objets. Dès qu'on utilise le petit mot « si », tout devient possible : on devient non seulement le roi du monde, mais aussi celui des rêves ! Et des systèmes d'organisation se mettent activement en marche : on voit apparaître diverses méthodes de classification, des explications causales, les généralisations aboutissent aux notions de concepts... Toutes ces acquisitions se font, l'une préparant la suivante, sous une poussée spontanée extraordinaire qu'on observe facilement en regardant un enfant : il parle presque sans cesse, tout haut à un jouet, ou tout bas, pour accompagner ce qu'il fait. Jusque vers 8, 10 ans, quand plusieurs enfants sont ensemble, ils parlent un peu pour communiquer, beaucoup pour le plaisir, disant ce qu'ils ont envie de dire, sans tenir compte de ce qu'a dit l'autre, et sans se préoccuper de savoir s'il a compris. C'est au cours de ces monologues que l'invention est la plus riche : elle suit la pensée, ou l'entraîne, à tour de rôle, l'enfant « joue » avec des mots qu'il vient d'entendre, en invente le sens, les « teste » jusqu'à ce que peu à peu il se familiarise avec eux et les utilise à bon escient.

L'acquisition du langage doit donc se faire à une époque déterminée du développement de l'intelligence, sans quoi ce développement sera compromis, comme l'ont montré certains cas pathologiques célèbres (Gaspard Hauser, Victor, la Séquestrée de Poitiers).

LES EXPÉRIENCES SUR LES SINGES SERVENT AUX ENFANTS ARRIÉRÉS

L'apprentissage de la communication par symboles, chez le singe, s'est heurté à certaines limites : ce n'est encore qu'une ébauche de langage, éloignée du langage humain. Toutefois, l'utilisation de ces quelques mots semble avoir profondément transformé « quelque chose » chez l'animal : il est sorti d'une sorte d'obscurité dans laquelle il demeurait — du moins en captivité ; son immobilité morne entrecoupée de périodes d'agitation sans but, avec tout juste un peu de frénésie à l'arrivée de la nourriture, ou de son gardien habituel (pour se faire gratter le dos) s'est transformée en une attente active de tous les moyens de communiquer. Le singe est « présent », et il « engage » la conversation avec enthousiasme dès qu'un de ses proches est en vue — instructeur ou gardien, ou « parent adoptif ». Actuellement, quelques singes ayant appris l'Ameslan, et ayant dépassé l'âge auquel ils peuvent rester en contact avec les humains, sont réunis sur une île (sur un lac) dépendant d'un parc à primates expérimental, et on attend avec impatience de voir jusqu'où ira la conversation entre singes-parleurs, lorsque les animaux sont dans un univers naturel. Car, réunis au laboratoire, ils se livrent à certains échanges « sociaux » au lieu de rester éternellement indifférents, chacun dans son coin, comme c'est le cas pour des animaux « naïfs » (c'est-à-dire non instruits). Ainsi, devant l'ordinateur de Rumbaugh, deux singes, Sherman et Austin, s'activent : on vient de placer, devant eux, une nourriture désirable dans une boîte fermée à clé ; Sherman tente d'ouvrir la porte de la boîte sans succès ; il appuie alors sur les boutons de l'ordinateur, et sur l'écran apparaissent les signes : « donne - clé ». Austin observe l'écran et va chercher dans une boîte une clé qu'il tend à son compagnon ; celui-ci la prend, ouvre la boîte et tend la moitié de la nourriture à Austin !

On a vraiment l'impression que grâce à ces quelques mots échangés entre eux, une sorte de comportement humain a remplacé la solitude « bestiale » de ces animaux... Or, si on observe certains débiles profonds, qui n'ont jamais acquis le langage, on les voit, comme les singes en captivité, tassés dans un coin ou sur un lit, geignant sur un ton monotone, parfois pris d'une « crise » d'agitation, semblant ne voir rien ni personne de ce qui les entoure. Une ébauche de langage pourrait-elle les transformer eux aussi ? Peut-on comparer un singe en captivité coupé de toute possibilité de communication, car la communication de l'animal dépend de son milieu naturel (il n'échange de signes que pour sa survie — recherche alimentaire, lutte contre les prédateurs et reproduction — et en captivité, il n'a plus de problèmes de survie...), avec un humain anormal, coupé de communication soit par débilité, soit par psychose ? La question ne se posait pas tellement, jusque récemment, car, justement

on n'était jamais arrivé à apprendre quelque chose aux débiles profonds et c'est cela même qui définit leur débilité.

Quand on leur parle, ils ne semblent même pas entendre. Mais c'est peut-être parce que la parole est obligatoirement enfermée dans une durée très courte : des processus mentaux profondément inhibés n'ont peut-être pas le « temps » de s'adapter à une stimulation aussi rapide (et il ne servirait à rien de répéter : la répétition n'est pas l'augmentation de durée). D'autre part ces enfants n'ont pas « envie » de communiquer, car l'envie repose sur une prévision, et ils sont incapables de prévoir.



Langage des formes et apprentissage par ordinateur, tels qu'ils ont été expérimentés sur des singes, permettent actuellement de soigner les arriérés.

Mais toutes ces raisons de ne pas parler peuvent s'appliquer au singe : Rumbaugh, donc, a proposé de tenter avec des débiles, le même apprentissage de mots par ordinateur que ce qu'il a fait avec Lana, Sherman, Austin.. Une jeune fille de 18 ans — âge mental 12 ans — a été tirée de son grabat et mise devant les touches de l'ordinateur : elle a appuyé au hasard, des images apparaissaient sur l'écran ; cette stimulation l'a un peu « éveillée », elle a continué d'appuyer, et de temps en temps une récompense (une sucrerie par exemple) sortait d'une boîte. Elle a vite reconnu la touche sur laquelle il fallait appuyer pour avoir la récompense, et cela a tout à coup soulevé la voûte obscure qui pesait sur elle. Un contact, par symbole interposé (le dessin de la touche de l'ordinateur) s'était établi entre elle et le monde extérieur. Dans le même temps, la psychologue qui organise l'expérience prononce le mot désignant l'objet obtenu par la jeune fille. Très vite, en quelques jours, le comportement de cette dernière change : le matin, elle, qui restait recroquevillée dans son lit, se lève avec joie et montre qu'elle veut s'habiller vite pour aller à l'ordinateur. Elle sourit pour la première fois quand s'approche sa psychologue, alors qu'auparavant elle se renfognait et avait même essayé de la mordre. Puis, comme l'ont fait les singes, elle apprend un certain nombre de « mots » et établit un « dialogue » avec sa psychologue, qu'elle embrasse maintenant affectueusement quand elle la retrouve. Même, elle commence à prononcer certains mots (car elle avait déjà prononcé, par hasard quelques mots, ayant un âge mental de 2 ans, ce qui correspond au stade des premiers mots). Certes son « langage »

ne correspond pas à celui de l'enfant en période d'apprentissage du langage : elle ne fait pas les fulgurants progrès syntaxiques de l'enfant normal dès les premières phrases, et ses opérations mentales ne semblent pas beaucoup progresser. Toutefois elle a maintenant des contacts humains, joyeux, avec les choses et les personnes, elle vit. Ce cas, le plus spectaculaire, car il s'agit d'une jeune fille de 18 ans ! âge où l'on pensait que tout était définitivement joué, est maintenant complété par cinq autres cas d'enfants plus jeunes, et au départ tout aussi débiles. Et là, les progrès sont remarquables : on envisage, pour



l'un d'entre eux, qui était un véritable petit monstre, une intégration prochaine en milieu scolaire protégé.

Il est remarquable d'observer que le premier « mot » est une sorte de déclencheur : il débloque le système de communication, et peut-être du langage, et l'enfant manifeste tout à coup un besoin puissant d'échanges avec d'autres humains, comme si un ressort était soudain libéré. Et cette communication, même si on ne peut espérer qu'elle permette à l'enfant débile de devenir un jour un Einstein, donne en tous cas l'espoir qu'il pourra mener une vie quasi normale dans la Société. Même si elle ne peut guérir un cerveau handicapé, elle peut lui permettre d'utiliser au maximum ses possibilités.

Les expériences sur l'utilisation des mots par les primates ont pu, à l'origine, sembler marginales ou frivoles, voire déplacées. C'est la raison pour laquelle leurs auteurs n'ont disposé que de crédits particulièrement maigres. Mais il ne fait plus de doute actuellement qu'elles ont ouvert des chemins scientifiques importants. En éthologie, ces expériences permettent de comprendre beaucoup mieux le rôle de la communication chez l'animal. En anthropologie, elles précisent l'importance du pas franchi dans l'évolution du primate à l'homme. En neurologie, elles servent à traiter des cas qui semblaient difficilement curables.

Laissons à la spéculation parascientifique le soin d'imaginer que l'on pourrait au terme de plusieurs générations de « singes parleurs », faire monter le primate d'un échelon dans l'évolution. L'accès scientifique est déjà assez abondant.

Dr Jacqueline RENAUD ■

LA PSYCHOSE DES VITAMINES

Un laboratoire américain veut promouvoir les vitamines comme un banal produit de lessive. Or, ni le scorbut, ni le béri-béri ne menacent les pays de gros manger. Alors, ces vitamines, pour quoi faire ?

Il y a du magique dans le mot « vitamine ». Il évoque la vie, la vitalité, l'énergie. « Tu manques de vitamines », dit-on à l'ami qui n'est « pas en forme ». Une récente enquête, en France, a montré ce qu'en pense le public : les vitamines seraient dotées de pouvoirs « magiques » : elles sont « naturelles » et « vertes », provenant du jardin potager. Aux Etats-Unis, les vitamines sont encore plus « vitales ». Il s'en vend des quantités tellement importantes que des spécialistes de la nutrition s'en sont inquiétés. Ainsi Jean Mayer, médecin d'origine française, qui fut longtemps le conseiller à la Présidence des Etats-Unis, en matière de nutrition, écrit : « Alors qu'une supplémentation quotidienne en vitamines peut être utile à de nombreux individus, il y a une autre forme de supplémentation qui est inutilement coûteuse et qui peut être carrément dangereuse. C'est la thérapie par mégavitamines — la prise de doses massives d'une vitamine particulière. »

C'est dans ce contexte ambigu qu'a été lancée une « campagne d'information » par le laboratoire pharmaceutique Hoffman La Roche, le plus grand fabricant de vitamines au monde, tellement grand qu'en février dernier, la Commission de justice européenne l'a condamné à une amende de 200 000 unités de compte (¹) pour « abus de position dominante sur le marché des vitamines ».

Quelle est l'utilité de cette campagne d'information alors que les Français (comme la plupart des habitants des pays industrialisés) mangeant beaucoup trop, ne paraissent guère devoir souffrir

d'une sous-consommation de vitamines ?

Les vitamines, il est vrai, sont « vitales ». On compte, en effet, une dizaine de corps simples parmi les principaux matériaux de base qui constituent le corps humain : l'oxygène, le carbone, l'hydrogène, l'azote, le calcium, le potassium, le phosphore, le sodium, le soufre et le chlore. Ces éléments représentent quantitativement environ 99,980 % du poids corporel total. Reste donc 0,02 % qui indique la présence en très petites quantités d'autres éléments, avec, en tête de liste, le fer, le zinc, le manganèse, le cuivre, le nickel et le magnésium. Ce sont les « oligo-éléments », du grec *oligos*, peu. Il est certain que tous les « oligo-éléments » nécessaires à la vie ne sont pas connus, et que, dans un grand nombre de cas, leur mode d'action n'est pas défini. Les vitamines sont des oligo-éléments qui ne sont pas des éléments comme le fer ou le cuivre, mais des composés. La vitamine C, par exemple, est de l'acide ascorbique, ainsi nommé parce que sa carence provoque le scorbut.

Les vitamines se retrouvent dans tous les êtres vivants, mais l'homme, contrairement à beaucoup d'animaux inférieurs, n'est pas capable de les synthétiser à partir de ses propres constituants. Cette incapacité de synthèse se retrouve pour d'autres substances « essentielles », que l'homme, incapable de « fabriquer » lui-même doit absorber dans son alimentation. C'est le cas des acides aminés essentiels. Les protéines, en effet, sont « construites » à partir de 24 acides aminés, dont 9 ne sont pas synthétisables par l'organisme humain, et qui sont donc

dits « essentiels » : histidine, lysine, tryptophane, phénylalanine, leucine, isoleucine, thréonine, méthionine et valine. Il y a également des acides gras essentiels, comme l'acide linoléique ; certains de ces acides gras non saturés sont parfois appelés vitamines F.

Le nom de « vitamines » aurait été utilisé pour la première fois en 1910 pour désigner l'*« amine vitale »* isolée dans l'enveloppe du riz et permettant de guérir le béri-béri ; aujourd'hui cette vitamine s'appelle la B1, alors que le terme de vitamine s'est généralisé pour inclure la plupart des substances indispensables dont l'organisme ne peut pas faire la synthèse. (La découverte des vitamines est attribuée à l'Anglais Frederick Gowland Hopkins et au Hollandais Christian Eijkman, qui se partagèrent le prix Nobel de médecine en 1929.)

Le mode d'action de tous ces oligo-éléments (dont les vitamines font partie) est encore mal connu. On sait en tout cas que de nombreuses enzymes, catalyseurs de réactions organiques, sont inefficaces en l'absence d'oligo-éléments. Par leurs propriétés atomiques, certains métaux et composés agiraient sur les électrons des couches périphériques d'atomes formant les enzymes (ou d'autres oligo-éléments, dont les vitamines), jouant un rôle essentiel dans la mise en réserve et le transfert de substances nécessaires au métabolisme. Ainsi, le « moteur » organique ne fonctionne pas s'il ne reçoit pas les aliments combustibles (sucres, graisses, protéines) mais aussi les vitamines et autres oligo-éléments, qui nous sont fournis non seulement par les aliments (lait, fruits, viande, pain, etc.) mais aussi par les bactéries de la flore intestinale, ces « microbes utiles » qui nous laissent leur surplus de vitamines.

Tout au long de l'évolution de la vie et de l'espèce humaine, ces oligo-éléments étaient fournis aux organismes vivants par leur alimentation. C'est toujours le cas aujourd'hui. Les carences vitaminiques existent encore dans les pays en voie de développement dont les populations souffrent aussi de carences énergétiques et protidiques, par manque d'apport d'acides aminés essentiels, nécessaires à la fabrication des protéines. Dans les pays riches, les carences en vitamines sont rares et généralement limitées à des groupes bien identifiés, notam-

ment les nouveaux-nés alimentés par du lait traité industriellement, des personnes âgées, des femmes enceintes.

Les vitamines sont nécessaires en quantités infimes. Par exemple, les besoins quotidiens en vitamine C (anti-scorbutique) ont été déterminés à 45 milligrammes par jour environ (une cuillerée à thé de vitamine pure suffirait donc pour satisfaire ce besoin chez 600 personnes environ).

Les laboratoires Hoffmann La Roche ont annoncé en février, après avoir financé une étude d'opinion sur les vitamines, que les résultats de cette enquête justifiaient la décision de « mener une action d'information générale auprès du public » au coût de 1 million de francs ; ce serait une « information amusante, simple, objective et proche des préoccupations quotidiennes ». La campagne comprendra quatre volets : des annonces et des tests sur les vitamines, notamment dans les revues féminines ; la diffusion d'un journal en pharmacies ; une action auprès des élèves de troisième par la distribution de documents aux professeurs de sciences naturelles ; et une information auprès des professions de la santé. Les laboratoires ont déjà publié une première brochure « V, le journal des vitamines »⁽²⁾ cautionnée par d'éminents spécialistes, contenant une excellente documentation sur les vitamines, sur leur utilisation dans la pratique médicale quotidienne, leur production industrielle, même leurs besoins chez « nos amis les bêtes ». (« Si vous observez un écoulement du sinus chez votre perroquet, vous apprendrez peut-être par votre vétérinaire que les ennuis de votre compagnon sont liés à un manque ou, plus rarement, à un excès de vitamines... Et si votre canari est triste et qu'il ne chante plus.

il a sans doute besoin d'acide folique. ») Il est certes utile de savoir que

tout fumeur d'un paquet de cigarettes par jour voit sa teneur en vitamines C dans le sang chuter de 30 % environ, et que des carences vitaminiques vraies sont liées à l'alcoolisme, mais on peut émettre des doutes quant à l'impartialité d'une telle campagne d'information qui aborde le problème de la nutrition essentiellement sous l'angle des vitamines. Certes, il peut aussi être utile au consommateur de connaître le contenu en vitamines de tel ou tel produit alimentaire, le degré de dégradation des vitamines par tel ou tel mode de cuisson ou de conservation. Mais dans un pays où les carences en vitamines ne peuvent être que très rares, une telle campagne prend une allure commerciale pas tout à fait compatible avec le besoin d'une véritable information sur les diverses aberrations alimentaires bien plus courantes et plus dangereuses.

Alors que les autorités sanitaires, en France, tentent de réduire la consommation des médicaments de prescription (S. et V., avril 1979), une campagne provitaminées ne risque-t-elle pas de provoquer un phénomène comparable à celui qui s'est produit aux Etats-Unis, où la vente de vitamines sans ordonnance a atteint des proportions inquiétantes, et où des engouements successifs ont favorisé soit l'utilisation de doses massives de vitamines B6 pour favoriser la perte de poids (un régime aberrant, selon le Dr. Mayer) soit celles de vitamines E pour contrecarrer le vieillissement et maintenir la fonction sexuelle ; soit encore celle de la vitamine C, « anti-grippe et anti-rhume » dont le rôle dans ce domaine n'a jamais été prouvé.

Au mieux, ces engouements ne sont pas dangereux, et ne font que contribuer à améliorer les chiffres de vente, car la plupart des vitamines absorbées en excès

sont éliminées sans dommage pour l'organisme.

Mais dans certains cas, surtout si l'on prend sans discrimination des doses massives de « multivitaminés », celles-ci peuvent être toxiques : c'est le cas des vitamines A et D. (La vitamine A, par exemple, est connue pour avoir provoqué de graves symptômes d'intoxication chez des explorateurs polaires ayant consommé trop de foies d'ours et de phoque.) Les doses recommandées pour les enfants varient entre 2 000 et 5 000 unités internationales (U.I.) par jour, mais, selon le Prof. Mayer, il suffit de « forcer » un peu, jusqu'à 18 000 UI, pour provoquer des symptômes toxiques.

Ainsi en France, comme dans d'autres pays, on limite l'adjonction de certaines vitamines aux produits alimentaires. Les teneurs de plusieurs vitamines dans les laits maternés doivent être au moins égales à celles du lait de femme, mais ne doivent pas dépasser le double ou parfois le triple. Les aliments diététiques, eux aussi, obéissent en général à des règles assez strictes. C'est le cas en particulier des aliments diététiques pour enfants et des produits pour l'effort, mais aussi des produits de régime hypocaloriques, dans lesquels il est important de préserver l'apport vitaminique tout en diminuant l'apport calorique. Rares sont les Français aujourd'hui qui sont menacés de déficience vitaminique.

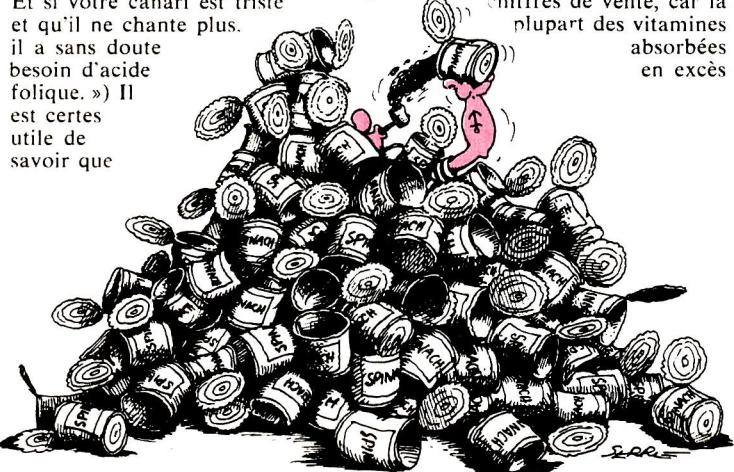
Reste le rôle des vitamines qui peuvent parfois être utilisées à des doses massives en tant que médicaments. Mais ce sont là des indications particulières, relevant d'un diagnostic médical : par exemple, l'action antinévrétique de fortes doses de vitamines B1, celle de la B12 en tant qu'antalgique, ou celle des vitamines A, PP et C, en dermatologie. L'information, en ce domaine, devrait sans doute s'adresser au médecin plutôt qu'au grand public.

Ainsi, on peut se demander si une promotion des vitamines, sous l'apparence d'une campagne de santé publique qui devrait englober l'ensemble des problèmes de la nutrition, ne risque pas de prêter à confusion. Il sera intéressant, néanmoins, de suivre l'évolution de la vente des vitamines dans les mois qui suivent...

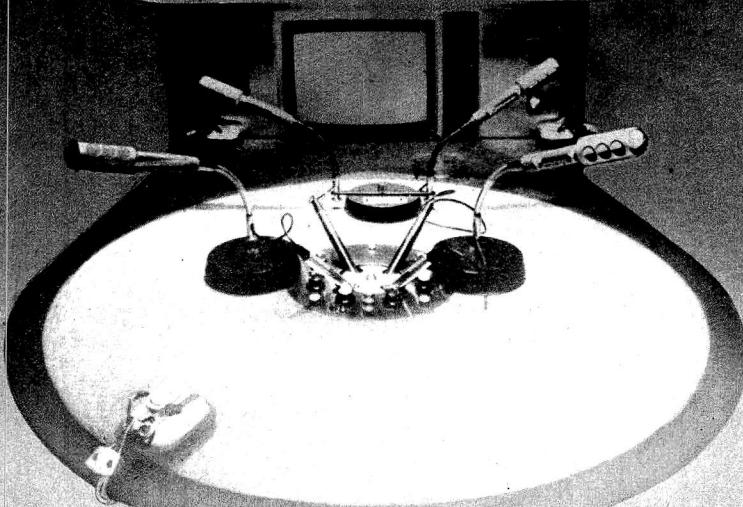
Alexandre DOROZYNSKI ■

(1) Soit 1 156 000 F, l'« ECU » valant 5,78 F.

(2) Hoffmann-La Roche et Cie, 52, bd du Parc, 92521 Neuilly. Gratuit.



dire tout



eumiq®

dire tout avec les macrosound 65 XL et 80

dire tout, raconter tout, raconter les premiers mots de bébé, dire comment papy chantait "le petit vin blanc", raconter le ressac sur les galets dans les petites criques au pied des falaises, réciter le chant modulé des vieux paysans berbères dans le Haut Atlas, dire le vent dans les haubans du spi, les images du Super 8 sonore Eumiq Macrosound vous le diront chaque fois que vous en aurez envie.



Filmer facile,
filmez eumiq®

dans l'avenir on fabriquera des ordinateurs en s'inspirant des systèmes d'information de l'ADN, le matériau génétique de l'homme et de tout être vivant. Verra-t-on, alors, une véritable symbiose entre l'intelligence « naturelle » et l'intelligence artificielle ? Une « vraie » prothèse du cerveau ?

Science-fiction, certes. Mais voici quelques prothèses qui sont aujourd'hui réalité, et qui étaient la science-fiction d'hier...

Les chirurgiens français ont été parmi les premiers à utiliser des prothèses osseuses. En 1931 déjà, le docteur Robineau tenta — sans succès — de remplacer des segments osseux par de l'ébonite. Après la dernière guerre, le chirurgien Jean Judet eut l'idée de remplacer la tête du fémur, puis les articulations du genou, de l'épaule, et des orteils, par des prothèses en résine acrylique. Aujourd'hui on emploie surtout des alliages en métal inoxydable pour la tête du fémur, et des matières plastiques pour les cavités articulaires. Depuis quelques années, on utilise de plus en plus des prothèses à alvéoles qui permettent aux tissus osseux de mieux « coller » aux os artificiels pour éviter leur désinsertion. Rien qu'en France, on implante quelque 1 200 prothèses de la hanche par an. Ces prothèses de la hanche ou des membres inférieurs restent « en état » pendant des années, souvent jusqu'à la mort de leur porteur. Une technique, également mise au point par le docteur Judet, permet de rallonger une jambe trop courte. Une partie de l'os du tibia est sciée dans sa longueur, et une vis sans fin, manœuvrable de l'extérieur, y est insérée. On rallonge le membre graduellement, en plusieurs semaines, pour permettre aux muscles, nerfs et autres tissus de s'étirer sans dommage.

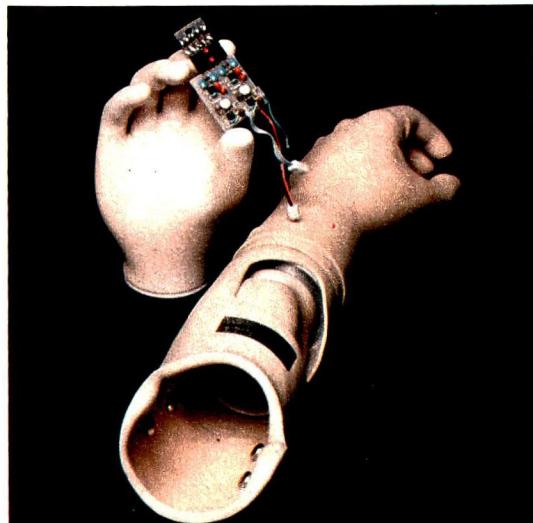
L'année dernière, des ingénieurs du fameux Massachusetts Institute of Technology ont annoncé la mise au point d'un joint du genou dont le fonctionnement s'accorde aux caractéristiques du porteur et aux mouvements auxquels il se livre grâce à un micro-ordinateur incorporé. Le rôle du système électronique est double : d'une part il permet au porteur d'ajuster la prothèse selon son activité (monter des escaliers par exemple) et aussi de recueillir des informations qui permettent par la suite de mieux adapter la prothèse. Des prothèses de la cheville servent également à remplacer l'articulation gravement atteinte par l'arthrite.

La prothèse osseuse la « plus longue » est portée depuis juillet 1978, par un paysan japonais, qui, atteint d'un cancer osseux, voulait à tout prix éviter l'amputation. Cinq chirurgiens, dirigés par le docteur Yasuto Itami de Tokyo, réussirent à remplacer tous les os, du bassin à la cheville, par des prothèses de titane et polyéthylène, tout en conservant les muscles, nerfs, et autres tissus mous. Le patient est rentré chez lui, et peut marcher.

Le remplacement des membres supérieurs s'est avéré beaucoup plus difficile, surtout en ce qui concerne la main, outil d'une grande mobilité

et précision. Une percée importante a été faite il y a quelques années par un autrichien, Hannes Schmidl, fils d'un fabricant de jambes de bois, qui a réussi à créer des mains et bras artificiels commandés par la pensée, par l'intermédiaire des courants myo-électriques captés par des électrodes fixées aux moignons.

Certes, plusieurs tentatives avaient déjà été faites d'utiliser des moteurs et des commandes par relais électriques avec les muscles. Mais le système du docteur Schmidl a l'avantage d'être



Une main artificielle intelligente; de la mécanique, bien sûr, de l'électronique, sans doute, mais le tout asservi aux directives du cerveau.

relativement simple, et d'un coût abordable. Grâce au support d'un système d'assurance contre les accidents du travail, Hannes Schmidl a créé en Italie, à Vigoroso di Budrio, près de Bologne, un institut où des prothèses fonctionnelles et esthétiques, faites sur mesure, ont été placées sur des centaines d'amputés, et sur de nombreux enfants phocomèles, nés avec des membres supérieurs inachevés à la suite de l'absorption par leur mère de thalidomide pendant la grossesse. Un visiteur non averti risque de ne pas remarquer qu'un homme ou une femme, qui utilise habilement ses deux mains pour manger, est en fait un amputé des deux bras.

Le Dr Hannes Schmidl a également introduit un circuit qui permet à l'amputé de se rendre compte de la force qu'il exerce par l'intermédiaire des moteurs qui animent ses doigts artificiels. Cette force est proportionnelle à un courant de faible intensité qui provoque un chatouillement sur son bras. Ainsi, un amputé peut prendre un œuf sans le casser. Le système de Schmidl est utilisé par le fameux centre de réadaptation de l'hôpital Bellevue de New York, et d'autres institutions. Des perfectionnements sont encore nécessaires pour améliorer la stabilité et la mobilité de ces mains et bras artificiels, pour augmenter la force préhensile et la rapidité des mouvements et mieux les contrôler.

Le remplacement de certaines articulations de la main est, lui, d'usage courant. Des dizaines de milliers d'arthritiques ont été appareillés avec des doigts et des articulations digitales en élastomère de silicone.

La mâchoire est une des parties du corps la plus exposée à l'usure. Parfois l'os s'atrophie avec l'âge, ce qui rend difficile l'implantation de prothèses dentaires. Un chirurgien-dentiste de Détroit, le Dr Irwin A. Small, a mis au point la prothèse qui semble donner les meilleurs résultats : une « agrafe mandibulaire » en titane, qui se place en moins de deux heures. Supportée par les parties les plus épaisses de l'os mandibulaire, arrimée par des chevilles métalliques, cette prothèse permet l'implantation de fausses dents. Un des premiers patients traités de cette façon il y a 10 ans, à la suite d'un accident de la circulation, n'a éprouvé depuis aucune difficulté et aucun problème de mastication.

Veines et artères sont fréquemment remplacées par des prothèses en dacron, en rhodergon, en téflon, ou en silastic. La substitution se fait soit pour réparer une lésion ou malformation, soit pour corriger une maladie artérielle généralisée (dans ce cas, l'implant ne peut pas en modifier le déroulement).

Après les « prothèses solides », les liquides : des sanguins artificiels sont capables d'assurer le transport de l'oxygène après perte de sang ou lors d'interventions chirurgicales. Une émulsion de fluorocarbone a ainsi été utilisée, en catastrophe, dans un hôpital de l'Armée de l'Air aux Etats-Unis pour sauver un homme atteint d'une forme grave d'hépatite virale.

Ces « prothèses sanguines » ne peuvent être utilisées qu'à titre transitoire, et il semble peu vraisemblable que le sang artificiel soit jamais utilisé pour des transfusions sanguines. Quant aux interventions chirurgicales importantes, elles se font sous circulation artificielle, par un appareil qui prend la relève du cœur et des poumons.

Plusieurs modèles de cœurs artificiels ont été mis au point et essayés sur des animaux. Mais ils sont très coûteux et, face aux progrès de la chirurgie cardiaque, leur avenir semble limité. Par contre, les valves cardiaques artificielles sont, elles, quotidiennement utilisées, et on dénombre au moins 46 modèles. Des dizaines de milliers de personnes vivent aussi grâce aux pacemakers, ces stimulateurs électriques qui remplacent le système nerveux autonome du cœur. En France, le docteur Paul Laurens a mis au point un tel stimulateur avec une pile au plutonium 238, pouvant fonctionner sans remplacement pendant 15 ou 20 ans, plus peut-être.

Les reins artificiels, permettant l'épuration du sang, sont d'usage courant, depuis que le médecin hollandais William Kolff a utilisé, en 1943, un appareil qu'il avait lui-même fabriqué, pour épurer de son excès d'urée le sang d'une jeune patiente. Il existe des modèles portatifs, mais une dialyse périodique, dans un centre hospitalier

spécialisé, suffit dans la plupart des cas à attendre la disponibilité d'un rein de donneur d'un groupe tissulaire apparié à celui du receveur.

Greffes, prothèses, ou greffes-prothèses, sont à l'étude pour le traitement de plusieurs maladies métaboliques, enzymatiques, et hormonales. Au moins six grands centres médicaux, en Europe et en Amérique du Nord, font des recherches pour mettre au point un pancréas artificiel, et plusieurs appareils sont actuellement soumis aux essais cliniques. Parmi eux, un « pancréas de poche », composé d'une micro-pompe, d'un réservoir d'insuline, d'une source d'énergie et d'un mini-ordinateur programmé pour maintenir un niveau constant d'insuline (et prévoyant l'augmentation de la dose pendant les repas). De tels systèmes permettront sans doute d'éviter la plupart des complications de diabète (maladies rénales, rétinopathies pouvant provoquer la cécité, athérosclérose) qui sont, sans doute, dues aux variations trop soudaines de taux de glucose dans le sang.

D'autres essais d'un pancréas artificiel hybride sont en cours, aux Etats-Unis et au Canada. Un réceptacle de quelques centimètres cubes de volume, contient une tubulure par laquelle circule le sang du malade. A l'intérieur de cet implant, placé sous la peau, se trouvent des îlots de Langerhans ou des cellules bêta, cellules pancréatiques sécrétant de l'insuline. Plusieurs années seront sans doute nécessaires pour perfectionner ce système, théoriquement adaptable à d'autres maladies.

Le foie artificiel existe, lui aussi, pour épurer le sang lorsque le foie ne fonctionne pas, à la suite d'un empoisonnement par exemple. Jusqu'à maintenant, il ne peut que prendre la relève jusqu'à ce que l'organe, soulagé, retrouve ses capacités. Un modèle, mis au point par le docteur Youri Lopoukhine, du Second Institut de Médecine de Moscou, fait dériver le sang sur une colonne de charbon activé qui sert d'épurateur. Dans le système du docteur Roger Williams, du King's College Hospital de Londres, l'épuration se fait dans des colonnes de résine échangeuses d'ions. Ce foie artificiel est surtout efficace pour l'épuration d'un excès de pigments biliaires.

Des « chevaux de Troie » au niveau cellulaire

Il existe également une pompe, inventée par un chirurgien et « bio-ingénieur » texan, le docteur Henry Buchwald. Contenue à l'intérieur d'un disque de 86 mm de diamètre, elle peut être implantée sous la peau, pour injecter dans le sang, de façon régulière, toute substance qui fait défaut : anticoagulants, insuline, anticancéreux, calcium, hormones, etc. Cette pompe ne doit être rechargée que tous les trois mois, par une injection percutanée qui permet en même temps

l'introduction de la substance thérapeutique et la recharge en liquide volatil qui en force la distribution.

Une prothèse de l'œsophage peut maintenant être placée sans intervention chirurgicale. Elle est utilisée en cas de destruction partielle de l'œsophage, notamment par le cancer. C'est un travail franco-britannique, dirigé par le Dr Celestin de Bristol et le Dr Jacques Etienne de l'Hôpital de Rueil, qui a permis de mettre au point une méthode d'introduction par voie orale, grâce à un endoscope. La prothèse, un tube en latex avec armature en nylon, et un fil radioopaque pour en faciliter le placement sous radioscopie, permet une alimentation normale. Il y a quelques semaines, le Pr. Etienne réalisait une première mondiale en préparant la voie à la prothèse grâce à un laser, dont le rayon est conduit par un fibroscope spécial pour élargir un passage œsophagien rétréci.

Des cellules artificielles, entourées d'une membrane synthétique, ont été fabriquées par un physiologiste de l'Université McGill à Montréal, le docteur Thomas Ming Swi Chang. Ce sont en fait de petits véhicules par lesquels on pourra introduire des substances qui seront diffusées dans le sang, ou qui provoqueront des réactions enzymatiques, par exemple pour débarrasser le sang d'excès d'urée. Un tel système de cellules artificielles porteuses, livrant « à domicile » des substances thérapeutiques, est prometteur. Le docteur Christian de Duve, de l'Université de Louvain, Prix Nobel de Médecine, envisage leur utilisation pour agir directement à l'intérieur des cellules de l'organisme.

Ces cellules artificielles peuvent être dotées de membranes telles qu'elles ne seront détruites que par les lysosomes, sortes de petits estomacs à l'intérieur des cellules et servant à leur métabolisme. Ainsi, ce n'est que dans les cellules visées que les substances contenues dans ces petits chevaux de Troie seront activées. Des expériences dans le laboratoire du professeur de Duve ont montré que cette forme de « lysosomothérapie » permet, par exemple, de s'attaquer aux parasites de la trypanosomiase (maladie du sommeil) alors que ceux-ci sont déjà dans un organisme.

Depuis quelques années, des progrès considérables ont été réalisés dans le traitement de la surdité et la cécité, grâce à des prothèses véritablement révolutionnaires.

Ainsi en 1977, le docteur Chouard, de l'hôpital St-Antoine à Paris, montrait que l'on pouvait créer une audition partielle, grâce à une oreille artificielle, chez des sourds profonds et des sourds-muets de naissance.

L'oreille artificielle est mi-externe, mi-interne. A l'extérieur, un système électronique capte les signaux sonores et les transforme en ondes électrophysiologiques, imitant le rôle que l'organe de Corti remplit dans l'oreille naturelle. A l'intérieur, des électrodes sont placées sur la cochlée

pour recevoir ces ondes électrophysiologiques et les transmettre au nerf auditif, qui les achemine vers le cerveau.

Cette technique n'a encore été utilisée que sur un petit nombre de cas, mais des prothèses auditives perfectionnées, permettant la sélection de fréquences préférentielles pour chaque cas individuel, ont permis des progrès considérable chez des milliers de sourds et de mal-entendants. Un Yougoslave, le professeur Guberina, a beaucoup contribué au traitement de la surdité grâce à la méthode dite « structuro-globale », qui passe par une étude des capacités résiduelles d'audition, et une rééducation avant l'utilisation éventuelle d'une prothèse sur mesure.

Des prothèses visuelles révolutionnaires

La transplantation de l'ensemble tympano-ossiculaire prélevé sur cadavre (technique utilisée en France par le professeur Pierre Rouleau, de l'hôpital Necker-Enfants-Malades de Paris, et d'autres) relève de la greffe plutôt que de la prothèse.

Les dernières prothèses visuelles sont également révolutionnaires. Des milliers de victimes de cataractes peuvent aujourd'hui voir au travers de cornées en matière plastique aussi bien que prélevées sur des cadavres ou des animaux.

Les pointillés en relief de Monsieur Braille sont toujours utilisés par la majorité des aveugles, mais aujourd'hui l'électronique s'en mêle, et un aveugle peut lire un livre ou un journal imprimé, en utilisant l'Optacon (Optical to tactile converter). L'Optacon est un capteur optique de la taille d'un paquet de cigarettes que l'on déplace en suivant un texte et qui « lit » les lettres en mesurant la différence d'intensité lumineuse entre la feuille de papier et le texte imprimé. Les signaux sont transformés sur un senseur tactile qui comporte 114 petits picots. Après entraînement, un élève doué peut lire à la vitesse de 150 mots par minute, à peu près aussi vite qu'un bon lecteur de braille.

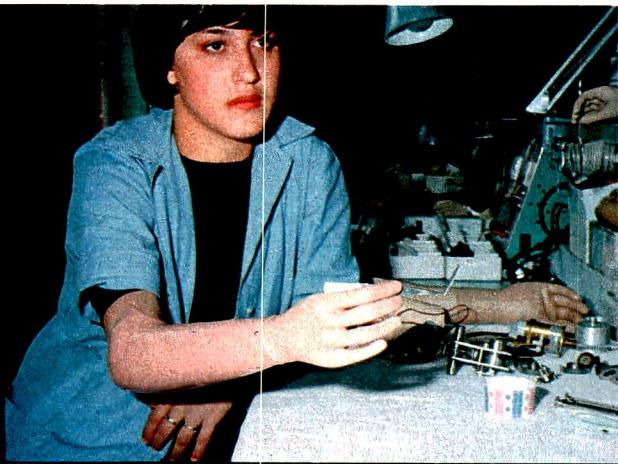
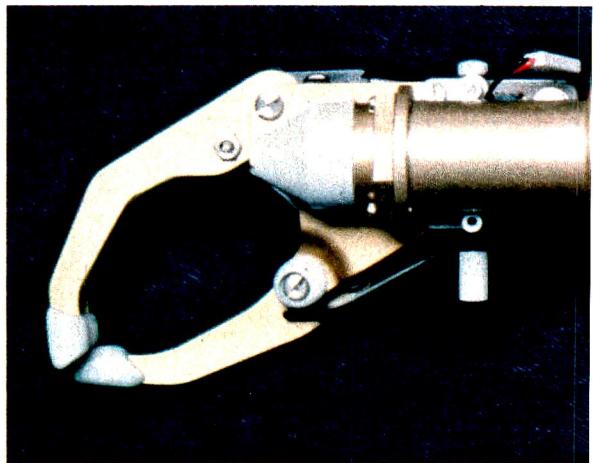
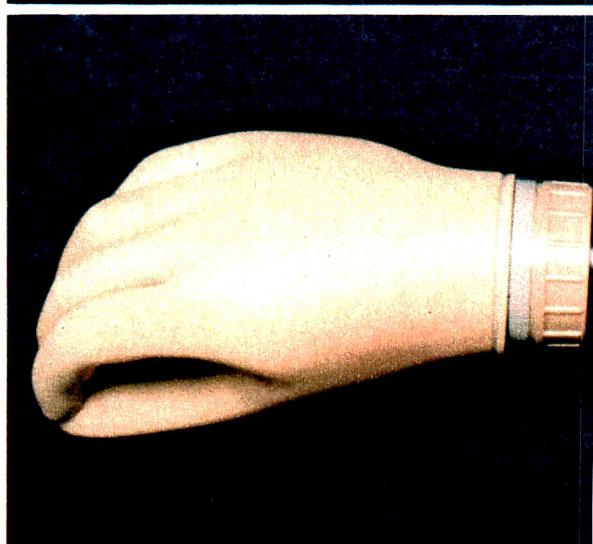
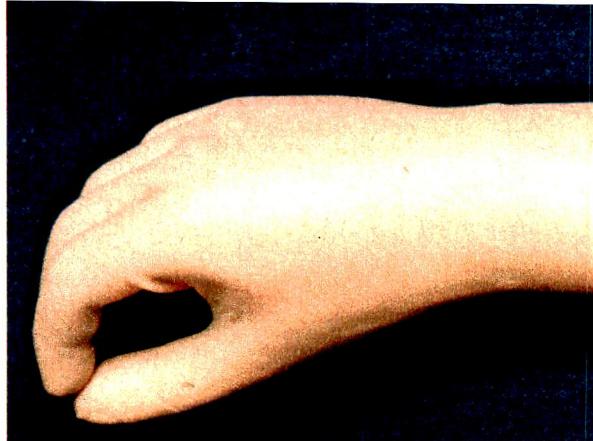
Pour se déplacer, l'aveugle dispose aujourd'hui d'instruments tels que les lunettes sonar ou la canne laser. Les lunettes sonar, inventées par un australien, utilisent le principe de navigation de la chauve-souris : des ondes, émises par les lunettes et réfléchies par les objets se trouvant devant l'utilisateur, sont converties en signaux audibles émis par de petits microphones sous les branches des lunettes.

Grâce à deux écouteurs, un aveugle peut apprendre assez rapidement à évaluer la position et la distance d'un obstacle, et même, au bout d'un certain temps, sa nature (dur ou mou, par exemple).

Dans la rue, les lunettes *sonic-guide* permettent de suivre à l'écho une personne qui marche dans la même direction que lui.

La canne-laser, invention américaine, comporte un émetteur de trois rayons infrarouges en faisceaux concentrés. Elle permet, grâce à l'écho revenant vers la canne et transformé en vibrations ressenties par les doigts, de « voir » des obstacles sur trois niveaux, notamment les irrégularités du sol et les dénivellations.

Les recherches actuellement en cours tentent d'établir la liaison entre le monde extérieur, invisible à l'aveugle, et le cerveau, organe ultime de la vision, sans passer par les yeux ni le nerf optique. Il y a quatre ans, au Centre de recherches de bio-ingénierie de l'Université de l'Utah, à Salt Lake City, un jeune homme rendu aveugle par des plombs de chasse s'est porté volontaire pour une expérience peu commune réalisée par les docteurs Michael Mladejovsky et William Dobelle (qui dirige aujourd'hui le Centre des organes artificiels à l'Université Columbia, de New York). Les chercheurs ont mis à nu une partie du cerveau et étudié les sensations « visuelles » provoquées par l'excitation électrique de telle ou telle partie du cortex. En déplaçant les électrodes et en demandant chaque fois au sujet d'indiquer la position du point lumineux (ou phosphène) qu'il perçoit à la suite de cette excitation, on parvient graduellement à établir une sorte de carte. Ensuite, les bio-ingénieurs ont implanté à même le cerveau de leur cobaye volontaire 64 électrodes, chacune correspondant au point d'excitation d'une « phosphène ». La boîte crânienne, d'où sort un faisceau de fils reliés à une prise située près de l'oreille droite, est refermée ; on branche cette prise sur un réseau de fils menant à un petit ordinateur qui est, lui, relié à une



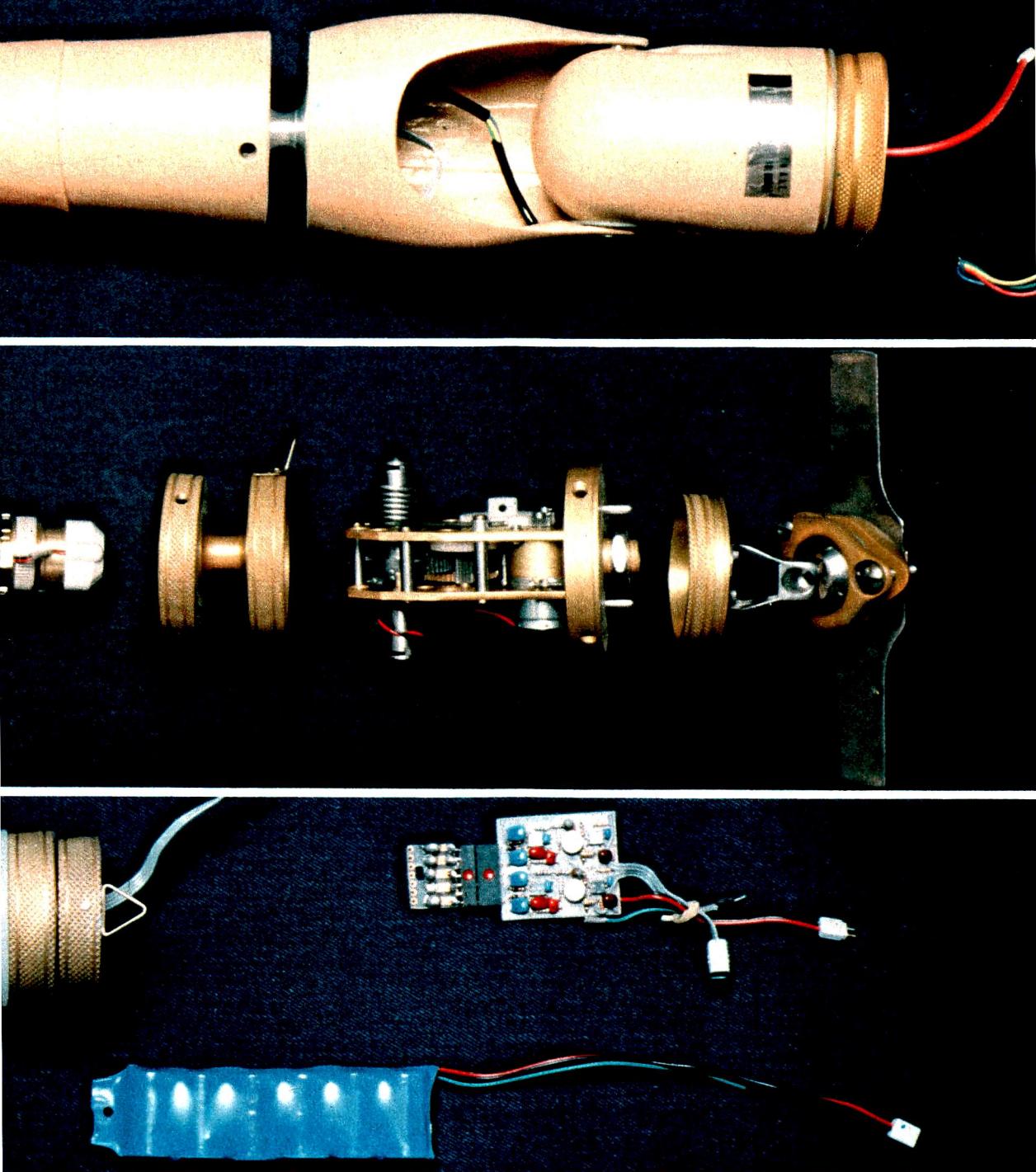
caméra de télévision. La caméra est pointée sur une image simple, que l'ordinateur traduit en impulsions électriques. Ainsi l'aveugle « voit » des points clairs et des points noirs, formant une image. Au bout d'un certain temps, il apprend à lire quelques phrases.

Le problème, c'est la résolution de l'image, insuffisante avec un nombre de points limité à 64. A l'étape suivante on va passer à l'implantation

(suite du texte page 78)

ELLE COMMANDE PAR LA PENSÉE LES DÉLICATS MOUVEMENTS DE SES DOIGTS D'ACIER

La main artificielle du Dr Schmidl permet des mouvements précis. Cette jeune fille amputée à la suite d'un accident du travail, termine un apprentissage qui lui permettra de commander par la pensée les mouvements de préhension et de rotation de sa nouvelle main. Les éléments composant le membre artificiel consistent en



Photos J. Marquis

un moteur de 200 g environ, avec un changement de vitesse automatique pouvant donner aux mouvements une force progressive. La source d'énergie est une batterie de NiCd de 12 volts rechargeable pendant la nuit. Des courants myoélectriques produits par l'influx nerveux provenant du cerveau, sont captés sur la peau par des électrodes de contact et dirigés sur un amplificateur d'asservissement qui commande le moteur. Le tout est recouvert d'une matière synthétique ayant l'apparence de la peau.



de 256 électrodes, qui donneront une image plus nette.

Une miniaturisation des systèmes électroniques utilisés lors de ces expériences permettrait d'envisager la fabrication d'une caméra que l'on pourrait insérer dans une orbite.

Moins spectaculaire, mais encore plus révolutionnaire, l'ingénierie génétique, devenue réalité depuis quatre ans. N'a-t-on pas réussi, déjà, la synthèse d'un gène de mammifère, et, tout récemment, l'implantation d'une « prothèse génétique » sur des bactéries ?

De la synthèse des gènes aux prothèses cérébrales

En février dernier, le fameux généticien H.G. Khorana, du Massachusetts Institute of Technology à Boston, a publié dans la revue *Science* le compte rendu d'un travail byzantin qui lui a permis de faire la première synthèse totale d'un gène complet, constitué de 207 paires de nucléotides, qui sont les éléments de base de l'ADN, le matériau génétique de toute forme de vie. Il s'agit bien, pour la première fois, de synthèse, et non pas de reproduction biologique par culture.

Pour le professeur Khorana, ce succès couvre plus de 20 ans d'efforts. Le gène joue un rôle dans la replication bactérienne et virale. Il a pu être introduit dans des cultures de virus et de bactéries, et s'est avéré fonctionnel. L'objectif principal de ce travail est d'améliorer la compréhension du contrôle biologique au niveau moléculaire, mais Khorana ne cache pas que ces gènes synthétiques, sortes de « prothèses de l'hérédité », puissent également intervenir dans l'ingénierie génétique. L'utilisation d'une telle technique est peut-être plus simple que l'on ne pense. Il pourrait suffire de faire la synthèse d'une partie seulement d'un gène, et de l'introduire dans le matériau génétique lors d'une manipulation, pour que cet ADN s'intègre à l'ensemble, se complète grâce aux informations structurelles contenues dans la molécule d'ADN « receveuse », et modifie les commandes de l'ADN dans le sens recherché.

Les prothèses cérébrales, enfin, voire celles de l'intelligence, relèvent certes de la science-fiction. Mais peut-on concevoir qu'elles deviennent, un jour réalité ? Au Centre Ramon y Cajal de Madrid, le neurochirurgien José Delgado est le pionnier de l'étude des phénomènes électriques de la pensée. Depuis près de 20 ans, Delgado stimule le cerveau en profondeur grâce à de fines électrodes implantées de façon permanente, sans qu'elles gênent leur porteur (voir *Science et Vie* n° 729 de juin 1978). Il peut ainsi « soigner » certaines sensations douloureuses d'origine cérébrale, « tranquiliser » un comportement violent, contrôler les manifestations de maladies neurologiques comme le parkinsonisme.

N'est-il pas logique de penser que l'on va tenter, un jour ou l'autre, d'utiliser « l'intelligence de

l'ordinateur comme prothèse inhérente à celle de l'homme plutôt que comme prothèse « externe ». La plupart des spécialistes de l'informatique se refusent à faire des pronostics allant au-delà d'une dizaine d'années, car après ce « court terme » des techniques entièrement nouvelles vont sans doute bouleverser les données actuelles, sur lesquelles on fonde les prévisions.

Lewis M. Branscomb, vice-président d'IBM et directeur scientifique de cette société, remarque que depuis une vingtaine d'années, la capacité des ordinateurs a augmenté, pour un coût donné, de 35 % par an en moyenne. Même si cette escalade d'efficacité s'abaisse à 20 % par an environ, le prix d'un ordinateur capable aujourd'hui de contenir les informations d'une bibliothèque de 20 millions de livres, permettrait dans 100 ans de payer pour 15 milliards d'ordinateurs contenant chacun la même information — soit une bibliothèque-ordinateur — pour chacun des quelque 15 milliards de personnes qui peupleront la terre !

Aujourd'hui, l'objectif de la miniaturisation des composants d'un ordinateur n'est pas seulement de rendre l'appareil plus petit, plus pratique et moins coûteux, mais aussi d'accélérer les opérations, dont la limite ultime est prescrite par la vitesse maximale du courant électrique, soit la vitesse de la lumière (300 000 km/sec.).

De futures mémoires en cristaux biologiques

Mais pour Branscomb, il est vraisemblable que les futures générations d'ordinateurs seront inspirées non pas du code binaire, mais du fonctionnement de l'ADN. La « mémoire génétique » d'une molécule d'ADN a été estimée à 10^{10} « bits » d'information ; ce qui plus est, l'ADN est programmé pour pouvoir se restructurer lui-même afin de pouvoir enregistrer de nouvelles expériences. « Une molécule d'ADN non seulement possède une composition chimique spécifique, souligne Branscomb, mais elle a une structure spécifique à son contenu en information. D'ici 100 ans, nous aurons vraisemblablement à construire un ordinateur en cristaux biologiques à partir de quelque chose comme l'ADN ; en somme, nous aurons peut-être à réinventer le cerveau. »

Ce cerveau, calqué sur le cerveau humain, n'en aura pas les limitations structurelles, et peut-être pas le volume encombrant. Deviendra-t-il une véritable prothèse, démultipliant le potentiel intellectuel de l'homme ? La connection entre l'intelligence artificielle et le cerveau se fera peut-être par des microprocesseurs, pastilles contenant des milliers de circuits, que l'on commence à utiliser dans certains membres artificiels, et qui pourraient aussi servir de relais entre des nerfs endommagés, notamment ceux de la moelle épinière.

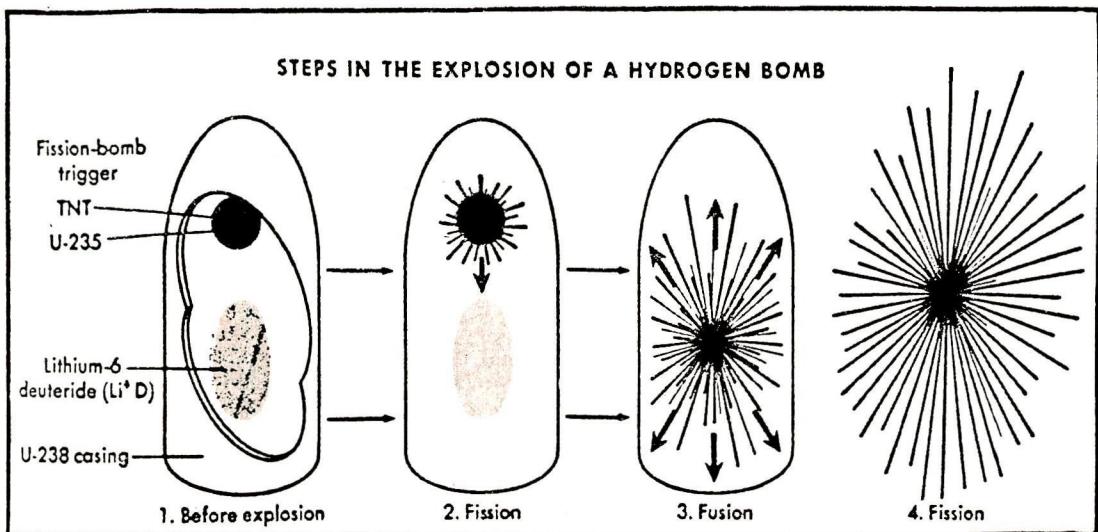
Alexandre DOROZYNSKI ■

RECHERCHE

NUCLÉAIRE

BOMBE H : L'AFFAIRE DU JOURNALISTE TROP INTELLIGENT

Une affaire qui fera date : Howard Morland, journaliste américain, amasse, en six mois d'interviews, de visites à des installations nucléaires et de dépouillement de publications, un nombre impressionnant d'informations sur la manière de fabriquer une bombe H. Tout cela a été obtenu parfaitement légalement. L'ennui est que Morland est trop intelligent : il a appris au cours de son enquête, non seulement comment on fabrique une telle bombe, mais également les recettes américaines dans ce domaine. Il soumet un article contenant ses informations à une publication indépendante et courageuse, « The Progressive ».



Ce schéma est tiré d'un article du Dr Edward Teller, le célèbre physicien « père » de la bombe H, publié dans l'*Encyclopaedia Americana* : une bombe à fission, servant de détonateur et elle-même déclenchée par l'explosion d'une charge de trinitro-toluène, introduit d'abord des neutrons de fission dans du deutéride de lithium-6 en poudre ; mais surtout l'explosion soumet celui-ci à une très forte température. Cette chaleur (150 millions de °C) provoque une réaction de fusion entre les atomes de deutéride et ceux de lithium ; celle-ci dégage à son tour beaucoup de neutrons très rapides et encore plus de chaleur. Cette chaleur entraîne alors la fission de l'enveloppe d'uranium naturel (238) de la bombe. C'est un modèle un peu archaïque de bombe H. D'abord, l'allumette a été remplacée par une bombe au plutonium entourée de charges creuses ; ensuite le deutéride de lithium-6 a été remplacé par un mélange de deutériure et tritiure, qui dégagent plus de chaleur lors de la fusion. Tout le secret de la bombe H réside justement dans l'arrangement des charges de deutériure et de tritiure, conçu par Ullam et Teller, de telle sorte que l'on obtienne un dégagement de chaleur maximal. Et c'est bien cet arrangement que semble avoir trouvé Morland.

Mi-prudence, mi-défi, le rédacteur en chef de cette publication adresse copie de l'article aux agences fédérales intéressées, dont le Département de l'Energie. C'est deux jours seu-

lement après la date prévue de mise en presse qu'arrive un coup de téléphone de ce Département menaçant de porter l'affaire devant les tribunaux. En effet, les informations collec-

tées par Morland tombent sous le coup de deux interdictions, celles de l'Atomic Energy Act de 1946 et de 1954. L'affaire va quand même devant les tribunaux.

Dès lors commence une des plus importantes affaires de l'histoire de la presse sur la liberté d'information. Le 9 mars, un juge de district ordonne suspension de la publication jusqu'à plus ample informé ; le 25 mars, il rejette les arguments invoqués par « The Progressive » nommément de la liberté de la presse. Deux jours plus tard, c'est un juge fédéral (autorité supérieure à un juge de district) qui adresse à la publication en question une « injonction préliminaire d'interdiction de publication ».

Pourquoi l'affaire revêt-elle tant d'importance ? Parce que le pouvoir judiciaire a enfreint le Premier Amendement de la constitution américaine sur la liberté d'expression. Le juge fédéral lui-même admet avoir pris une « responsabilité terrible ». Et c'est en vain qu'un physicien des Laboratoires Argonne s'oppose à la décision de la justice fédérale, alléguant que seuls les pays possédant déjà la technologie nucléaire trouveraient quelque intérêt à l'article incriminé.

Toujours est-il que, pour la première fois dans l'histoire des pays où la liberté d'expression est respectée, un article scientifique a été interdit.

VIROLOGIE

LES VIRUS CHANGENT AUSSI

Un cas tragique vient de renforcer l'hypothèse selon laquelle les virus changent et des virus jusque-là inoffensifs peuvent devenir brusquement dangereux. Une chercheuse travaillant dans un laboratoire virologique allemand est morte de ce « virage de virus ». Elle travaillait sur un type d'arbovirus jusque-là considéré comme inoffensif, le SFV ou virus de la Forêt de Semliki. Puis elle souffrit pendant un an d'une bronchite purulente ; enfin, elle tomba plus gravement malade et accusa des signes de méningo-encéphalo-myélite dont elle mourut. Différentes analyses indiquèrent que l'agent responsable était le SFV. Les chercheurs allemands qui communiquent ce cas se demandent si ce virus n'avait pas muté, soit dans le corps de la victime, soit devant ; c'est l'objet de leurs recherches actuelles.

GENETIQUE

VERS UN VACCIN CONTRE L'HEPATITE B

Presque simultanément et en tous cas indépendamment, à l'Université d'Edimbourg d'une part et à l'Institut Pasteur d'autre part, avec des chercheurs de l'Inserm et du CNRS, une victoire contre l'hépatite B vient d'être remportée. Cette victoire ne peut que se définir de manière savante : l'insertion dans un colibacille du gène du virus de l'hépatite B, correspondant à la protéine vaccinante. Elle devrait constituer l'avant-dernière étape de la mise au point d'un vaccin contre cette hépatite ; en effet, la protéine vaccinante, appelée antigène HBs, peut permettre de réaliser ce vaccin.

Jusqu'ici, il a été impossible de cultiver le virus de l'hépatite B dans des cellules, afin d'en extraire les protéines et de les séparer des éléments nocifs, comme on le fait pour les autres grands vaccins viraux. On doit traiter le sang des sujets porteurs de l'antigène HBs afin d'en extraire la protéine de surface, celle que « reconnaît » le système de défense immunitaire. Et c'est à partir de celle-ci que l'on fabrique le vaccin. C'est la technique utilisée par l'Institut Pasteur Production, à partir d'une technique elle-même dérivée de celle du Pr. Maupas, de Tours ; c'est également la technique utilisée aux Etats-Unis par les Laboratoires Merck. Mais elle est lente et complexe, donc coûteuse. L'ingénierie génétique, utilisée par les équipes de l'Institut Pasteur et de l'Université d'Edimbourg, sous les directions du Pr. Tiollais et du Dr Galibert d'une part, du Pr. Murray d'autre part, a permis d'utiliser un raccourci : introduire le gène de l'hépatite B dans des colibacilles et faire fabriquer l'antigène par ceux-ci ; de la culture par procuration en quelque sorte.

Murray a cherché à aller le plus vite possible : il a découpé au hasard l'ADN viral à l'aide d'enzymes de restriction et il a introduit les fragments dans des colibacilles : trois souches de ces derniers ont fabriqué l'antigène HBs.

Galibert et Tiollais, méthodiques, ont d'abord analysé la séquence de l'ADN, puis, après avoir déchiffré le message génétique, ils ont cherché le segment où commence le programme qui détermine la production de l'antigène HBs. Une fois le segment déterminé, il ne restait plus, pour ainsi dire, qu'à le découper et à l'implanter dans un colibacille. Ce qui fut fait. Les deux techniques permettent de cultiver la bactérie repro-

grammée d'en extraire la protéine HBs et puis, à partir de cela, de fabriquer le vaccin tant attendu. C'est évidemment beaucoup plus commode que de traiter des centaines de litres de sang, comme on était obligé de le faire jusqu'ici.

Et le vaccin ? Il n'est évidemment pas attendu pour Noël prochain. Il faudra quelques années avant qu'il soit produit, expérimenté et commercialisé. Ce dernier stade promet d'être épique : Murray est financé par Biogen, un groupe européen à capitaux américains, doté évidemment de moyens importants. Pasteur, le CNRS et l'Inserm se sont regroupés pour répondre à la bergerie ; ils ont créé un groupement économique appelé G3 (Groupement Génie Génétique), auquel va s'associer l'INRA. Des brevets ont été pris, non sans peine, mais ils n'empêcheront sans doute pas de solides batailles juridiques.

MEDECINE

LA MARIJUANA SE FIXE DANS LE CORPS

On a parfois supposé que la marijuana est éliminée rapidement de l'organisme après que sa fumée a été inhalée. Mais des chercheurs de la grande firme américaine Battelle ont découvert que les cannabinoïdes, substances actives de la marijuana, se fixent dans les acides gras du corps, chez l'animal ou, en d'autres termes, dans des organes tels que le foie, la rate, la moelle osseuse et les couches adipeuses. Là, on ignore encore tout de leur devenir. Les cannabinoïdes pourraient, selon le Dr Edith G. Leighty, se métaboliser de manière nocive ou produire un effet combiné (synergistique) avec d'autres drogues.



UN RARE ANOMALOPIDÉ

Ce poisson, un Kryptophanaron, a été récemment capturé, en compagnie de sept congénères, au large des Bahamas. Il fait partie des Anomalopidés (en grec, « aux yeux anormaux »). Le croissant blanc que l'on voit au-dessous de ses yeux contient des milliards de bactéries photoluminescentes, actuellement étudiées par les savants de la Scripps Institution américaine. On trouve, surtout dans les mers chaudes, d'autres Anomalopidés, tels que le Petit Guegeot de l'Océan Indien, mais le Kryptophanaron est assez rare : le dernier a été capturé en 1972.

ASTRONOMIE

A 10 MILLIARDS D'ANNÉES-LUMIÈRE D'ICI...

500 images expédiées par l'observatoire satellisé HEAO-2 de la NASA, surnommé « Einstein » après son lancement en novembre 1978, ont révélé l'existence d'un quasar à 10 milliards d'années-lumière de la Terre.

Les amateurs de calcul pourront faire la multiplication : une année-lumière représente 9 600 000 000 000 km... Les amateurs d'astronomie, eux, savent qu'un quasar est un corps céleste qui émet des rayons X et aussi qu'un type d'étoile dégage beaucoup d'énergie pour un volume restreint.

Conséquence théorique de cette découverte : l'impossibilité d'assigner une limite à l'expansion de l'univers, pour la simple raison que voici : il semble qu'il y ait trop peu de matière dans l'univers pour empêcher sa dilatation infinie et indéfinie ; c'est tout simplement une boule de gaz trop léger... L'univers va donc loin, très loin, très très loin !

Ce quasar n'est certes pas l'objet le plus reculé que l'on ait trouvé à ce jour : on en a déjà repéré un à 15,5 milliards d'années-lumière ; c'est aussi un quasar et on l'avait pris jusqu'ici pour une singularité, un « éclaireur » aux confins de l'univers. Mais s'il y en a déjà deux à de telles distances, spéculent les astronomes, c'est qu'il doit y en avoir d'autres. C'est-

à-dire que le rayon de l'univers croît sans arrêt. « Einstein » en repérera sans doute d'autres : en 4 mois de service, il a déjà doublé le nombre des quasars inventoriés. Il y en avait plusieurs parmi ceux-ci dont on ne se doutait même pas que c'étaient des quasars : c'est le télescope à rayons X ultrasensible d'« Einstein » qui a permis de les identifier ; ce télescope est, en effet, capable de détecter des sources de rayons X mille fois plus faibles que celles que pouvaient détecter les satellites précédents. « Einstein » a également expédié bien d'autres informations, comme la présence de soleils semblables aux nôtres et celle de jeunes étoiles chaudes émettant aussi des rayons X. On avait longtemps pensé que seules des étoiles d'un certain âge pouvaient être des quasars, l'énergie de ceux-ci ayant été attribuée à la présence de trous noirs dans leurs centres ; étant donné qu'un trou noir est le résultat d'un effondrement gravifique qui se produit à un certain stade de l'évolution d'une étoile, on supposa donc qu'il était spécifique d'étoiles âgées ; la découverte d'étoiles jeunes à rayons X indique que ce n'est pas le cas, pas toujours du moins.

MEDECINE

LE CONTRACEPTIF QUI VIENT DE LA MER

Carl Djerassi, dont le nom reste attaché aux recherches sur les contraceptifs oraux (ce fut lui qui, entre autres réussites, parvint à transformer la testostérone masculine en œstradiol féminin) vient de découvrir un contraceptif d'origine marine, presque identique aux stéroïdes synthétiques qu'il a lui-même créés : il s'agit d'un stéroïde présent dans les coraux mous, les éponges et divers autres organismes marins. On ignore encore le rôle qu'il joue dans la physiologie de ces organismes.

● ● Gros succès de l'art des sourciers en U.R.S.S. à en juger du moins par un article de *Geologia Rudnykh Mestorozhdenii*, où l'on signale des réussites telles que la détection de minéraux et, bien sûr, de points d'eau.

UN CONTACT ÉLECTRIQUE COMPORE-T-IL DES INCONNUES?

Un électronicien et chercheur, Henri Copin, nous soumet une énigme et nous prie également de la soumettre à nos lecteurs électroniciens et physiciens.

Cette énigme porte sur la conductivité électrique entre des surfaces. Les travaux qui l'ont mise en lumière se situent dans le prolongement de ceux de Branly en 1890. L'illustre pionnier des transmissions radioélectriques avait montré que des décharges électriques permettent de diminuer à distance la résistance de limailles placées dans un tube de verre et intercalées dans le circuit d'une pile ; ce phénomène fut appelé la « cohération » et le tube de verre, un « cohéreur ». Cette modification de résistance disparaît sous l'influence d'un léger choc mécanique (« décohération »). Branly expliqua cela par des contacts imparfaits entre les particules : dès que le choc agite la limaille, les points de contact changent. L'apparition des lampes triodes permit plus tard d'abandonner l'usage du cohéreur, moins commode et moins régulier.

Retenant la notion de « contacts imparfaits », Copin a tout à la fois modifié et simplifié l'expérimentation de Branly. Comme l'indique notre schéma 1, celle-ci s'effectue avec deux sphères du même métal, par exemple, du bronze chromé. On établit entre les deux sphères, préalablement mises au contact,

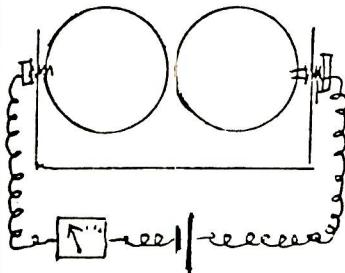


Schéma 1

un courant de force minimale, tel qu'un milliampèremètre puisse indiquer la fermeture d'un circuit contenant une pile. Si l'on donne un choc mécanique qui écarte les deux boules, on note une importante diminution de courant ; rien d'étonnant, c'est une décohération classique. Ce qui est plus étonnant, c'est qu'un effleurement augmentant la pression exercée sur le contact rétablit

le courant, même si cet effleurement est très faible : des vibrations sonores faibles y suffisent.

Ce qui est tout aussi singulier, c'est qu'à plusieurs dizaines de centimètres, l'extracourant de rupture d'un circuit contenant une simple pile de poche et une inductance produit les mêmes résultats. Et mieux encore : si l'on approche un bâton isolant chargé, l'approche d'une charge négative déclenche l'apparition du courant, tandis que, dans les mêmes conditions, une charge positive provoque le retour à la valeur maximale.

Ce n'est pas que l'appareillage conçu par Copin se comporte comme une sorte de détecteur qui constitue l'énigme : c'est que la cohération et la décohération se produisent indépendamment de la pile placée dans le circuit pour mettre en évidence la

l'expérience avec du mercure, on obtient les mêmes résultats. Comment cela peut-il s'expliquer ? On peut invoquer des orientations moléculaires, comme le propose le Dr André Orlowski, dont l'ouvrage « Quels sont les mécanismes de la vie ? »⁽¹⁾ consacre une large place aux phénomènes électriques qui se produisent sur les surfaces et les interfaces. Selon cet auteur, l'orientation moléculaire expliquerait l'existence d'un seuil de pression au-delà duquel la cohération ne se fait plus ; elle intervient aussi dans l'isolement électrique et dans les effets capacitatifs. Par exemple, un basculement dans les molécules orientées d'une surface supprimerait l'isolement électrique, par « effet domino », (schéma 2).

On peut également envisager

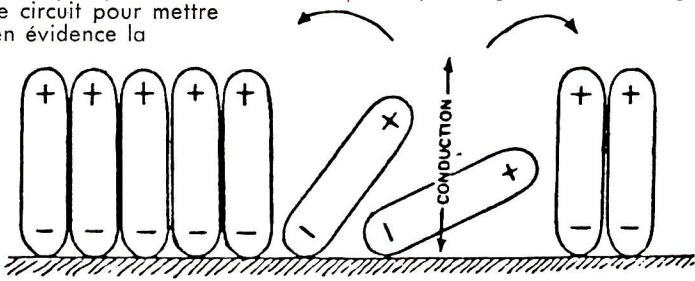


Schéma 2

résistance du contact et que, de la même manière, ils se produisent en circuit ouvert. Par ailleurs, il est possible d'obtenir des oscillations spontanées de la valeur de la résistance pour des réglages précis de la force mécanique et de la force électromotrice appliquées ; or, ce phénomène ne semble pas avoir été signalé dans la littérature. Les variations de résistance, nous signale Copin, sont habituellement brusques, dans un sens ou dans l'autre ; ce sont de véritables commutations qui met en évidence une simple ampoule électrique de poche. Et ces variations sont déclenchées sous des influences faibles, quasiment sans consommation d'énergie.

On peut sans doute invoquer des irrégularités de surface comme cause de ces variations singulières ; mais si l'on refait

l'hypothèse que les échanges chimiques biologiques soient sujets à l'influence d'échanges parfaits et d'échanges imparfaits.

(1) Vigot éd., épousé.

MEDECINE

GARE AU SOLEIL DE 79...

L'été 1979 ne sera pas idéal pour les amateurs de bains de soleil : il sera marqué par des gigantesques éruptions solaires (300 000 km de diamètre !) qui accroîtront dangereusement les faux d'ultra-violets qui parviennent sur la Terre. Rappelons qu'un taux excessif d'ultra-violets peut favoriser la formation de cancers de la peau et, plus particulièrement, du dangereux mélanome malin.

NIMROD CONTRE « AVALANCHES D'AIR »

Une semaine avant qu'un Boeing 727 allant de New York à Minneapolis subisse une spectaculaire secousse, à quelque 12 000 m d'altitude, la National Science Foundation des Etats-Unis nous adressait un communiqué sur les « avalanches d'air », qui pourrait bien expliquer l'incident en question.

Rappelons brièvement celui-ci : le Boeing volait par temps clair lorsqu'il se mit à vibrer fortement ; il s'inclina tout aussi fortement vers la droite et piqua du nez à une vitesse frisant celle du son ; le pilote tenta de freiner la chute à l'aide des aérofreins et des volets d'extrados, qui furent arrachés ; ce ne fut qu'en descendant le train d'atterrissage que le pilote parvint à ralentir la chute et à la transformer en looping, avant, évidemment, de se poser. La cause invoquée est une turbulence aérienne.

On a supposé qu'il pouvait s'agir d'un courant ascendant, provoqué par la différence de température entre la surface de la terre et celle des Grands Lacs, puisque l'avion traversait justement la région des Grands Lacs. Mais selon le Dr Théodore Fujita, professeur de météo à l'Université de Chicago, il n'y a pas que des courants ascendants qui puissent causer des turbulences ; il y a également des « avalanches » d'air. Ces avalanches peuvent atteindre la vitesse de 80 km/h avant de heurter le sol, où leur vitesse s'accroît jusqu'à 180 km/h environ, dit le Dr Fujita, dont l'observation fait l'objet du communiqué de la National Science Foundation. C'est par la faute de telles turbulences que fut provoqué, par exemple, l'accident du 24 juin 1975, à l'aéroport John-F.-Kennedy de New York, où 122 personnes trouvèrent la mort, alors que l'avion où elles voyageaient fut plaqué au sol à l'atterrissement.

Les radars ordinaires de météo ne peuvent prévoir ni localiser ces avalanches ou mini-cyclones, dont le diamètre est inférieur à 8 km de diamètre. Toutefois, ils peuvent participer à leur détection lorsqu'ils sont insérés dans des systèmes complexes comprenant aussi des senseurs de grêle et de pluie. C'est un système de ce type, surnommé Nimrod, qui a été installé dans l'Illinois, où les vents en provenance des Grands Lacs sont réputés pour

leur violence. A l'actif de Nimrod : la détection d'une avalanche d'air qui tomba dans un lieu particulièrement critique le 29 mai 1978 ; il s'agissait, en effet, de l'aéroport O'Hare de Chicago.

ZETETIQUE

PARAPSY- CHOLOGIE : LES SCIENTIFIQUES BALAYENT DEVANT LEUR PORTE

Les défenseurs des « phénomènes paranormaux » ne sont pas à une contradiction près qui, tout en dénonçant la « science officielle bornée », s'attachent à donner un caractère scientifique à ce qu'ils présentent : les contrôles sont effectués dans des laboratoires, à grand renfort d'oscilloscopes, d'électroencéphalographes et autres appareils de mesure, l'analyse fait appel aux méthodes statistiques et des « théories » s'élaborent même en empruntant le langage de la physique moderne, de la Relativité à la mécanique quantique. Une large part du public, à priori sceptique, se trouve ébranlée par cette avalanche de « cautions scientifiques ». Mais que valent vraiment ces dernières ? Seuls des scientifiques peuvent répondre. C'est pourquoi certains des plus respectables d'entre eux viennent de créer un « Comité français pour l'étude des phénomènes paranormaux » sous la présidence de Jean-Claude Pecker, astrophysicien, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, et la vice-présidence du Professeur Alfred Kastler, membre de l'Institut, prix Nobel de physique.

Le Comité rassemble des spécialistes de toutes disciplines, et se propose d'examiner avec la plus large ouverture d'esprit, les problèmes ainsi posés.

Science et Vie ne peut qu'encourager une telle initiative. Adresser toute correspondance au siège du comité : C.F.E.P.P. c/o Société Française de Physique, 33, rue Croulebarbe, 75013 Paris.

BIOLOGIE

LUMIÈRE NOIRE ET VIE CELLULAIRE

Tout le monde connaît la lumière noire : c'est celle qui est diffusée par un type de lampes courantes dans le commerce et qu'utilisent tout particulièrement les discothèques pour créer une atmosphère psychologique spéciale (elles ont l'inconvénient de révéler les fausses dents...). Ce sont en fait, des lampes à rayonnement ultra-violet, mais il s'agit d'un rayonnement de plus grande longueur d'ondes que celui des lampes ordinaires à ultra-violets.

Il est connu que les ultra-violets abrègent la vie des cellules en réduisant le nombre de leurs multiplications ; et cela s'explique par les dommages infligés à l'ADN par le rayonnement ultra-violet. Une culture de paramécies qui compte normalement 150 générations successives n'en compte plus que 120 après exposition aux ultra-violets.

Mais une chercheuse américaine vient de découvrir que la lumière noire augmente au contraire le nombre de générations cellulaires : au lieu de 150, celui-ci passe à 220, toujours pour des paramécies. Cette chercheuse, Joan Smith-Sonneborn, de l'Université du Wyoming à Larabie, explique ce phénomène de la manière suivante : un rayonnement ultraviolet de grande longueur d'ondes stimulerait le système d'auto-réparation de l'ADN.

Ce qui repose la question de la fameuse « enzyme de réparation » que les biologistes cherchent depuis longtemps. Une fois cette enzyme trouvée, il resterait encore à établir comment les UV de grande longueur d'onde agissent sur elle et, si leur action positive à cet égard, n'est pas négative à d'autres. Car il est encore trop tôt pour prendre des bains de lumière noire...

DISPARITION DES MAYAS : LE CARBONE 14 MÈNE L'ENQUÊTE

C'est l'une des grandes énigmes de l'Histoire : vers la fin du X^e siècle, la civilisation maya s'effondra avec une soudaineté inexplicable dans les Terres Basses orientales de la province mexicaine de Chiapas, du Petén et du Bélgique occidental, c'est-à-dire dans une région couvrant à peu près le sud du Mexique, le Guatemala et une partie du Bélgique.

Epuisement du sol par la faute de la monoculture, catastrophe naturelle telle qu'une explosion volcanique, épidémie, changement brusque de climat, invasion par les insectes, surpopulation, toutes les hypothèses ont été avancées pour expliquer cette disparition. Aucun n'a pleinement donné satisfaction. Deux chercheurs de l'Université de Californie à Los Angeles ont eu l'idée de calculer avec précision la date de l'effondrement de la culture maya en se basant sur les stèles datées qui faisaient l'objet d'un culte maya, c'est-à-dire en dénombrant ces stèles et en les datant aux carbone 14. Ils ont trouvé que, dès l'an 810, le culte des stèles commence à décliner. En 928 au plus

tard, la dernière stèle est érigée à San Lorenzo, près de Campêche.

Parallèlement, les régions jusqu'à présent habitées par les Mayas se dépeuplent de façon spectaculaire, puisque la population passe en un siècle au plus de 3 millions à 450 000 habitants, « l'une des plus grandes catastrophes démographiques de l'histoire », selon d'autres chercheurs.

La conclusion que l'on peut en tirer est que la chute de l'élite maya, responsable de l'érection des stèles et de l'organisation du culte qui s'y attachait, précède de peu cette catastrophe. Après avoir atteint son zénith entre le VI^e et le VIII^e siècle, le culte des stèles s'éteint quasi-

ment en 1069. Il survit certes d'environ un siècle à l'érection de la dernière stèle, mais le déclin de la population a commencé bien avant.

Si elle n'est pas l'unique responsable de l'effondrement de la culture maya et de la disparition des Mayas, la chute de l'élite en reste du moins un facteur essentiel. A quoi donc est-elle due ? Apparemment, à un ensemble de causes : principalement, la surpopulation associée à l'insuffisance du rendement agricole et, dans une certaine mesure, la guerre larvée menée contre les Mayas par les groupes armés de l'intérieur. Ce qui fit que le système politique maya ne fut plus en mesure d'assurer la survie de la population ; alors la population se dispersa ou ne se reproduisit plus.

Un exemple à méditer.

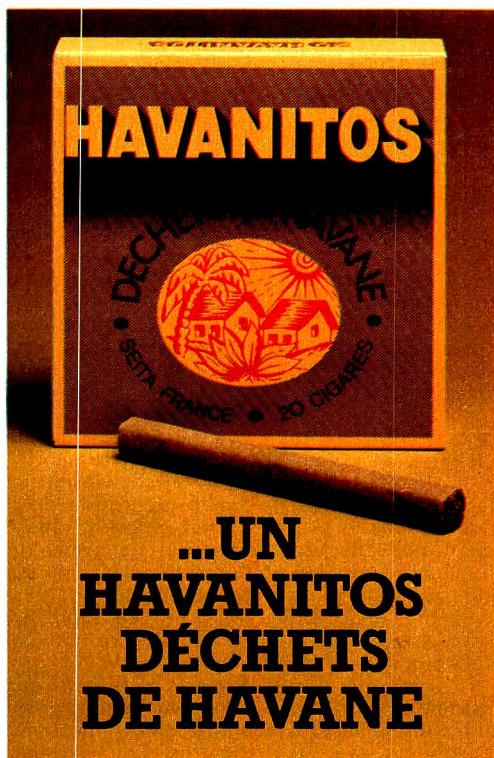
ZOOLOGIE

LES VERS GÉANTS DES GALAPAGOS

On a trouvé sur le plancher marin, au large des îles Galapagos, des vers géants, longs de plus de 3 m, sans bouche, sans tube digestif, sans yeux, vivant dans des tubes de calcaire qu'ils sécrètent eux-mêmes. Il a fallu créer pour eux un nouveau phylum, c'est-à-dire un nouveau rameau dans la classification des espèces vivantes. Selon le Dr Meredith Jones, spécialiste, de la Smithsonian Institution de Washington, ils sont sans égal dans le monde animal.

C'est à plus de 2 400 m de profondeur que le sous-marin Alvin les a d'abord repérés puis en a prélevé quelques-uns. Ces vers ne semblent prospérer que dans des zones sous-marines où la température est relativement élevée (12 °C), en raison de sources thermales chaudes.

Où trouvent-ils les éléments nécessaires à leur vie ? Selon un article de « Science », ils se nourriraient de bactéries qui oxydent le soufre, abondant dans les roches marines de leur environnement. Ces bactéries seraient absorbées par des « plumes » situées à l'extrémité supérieure des vers en question, que l'on a nommé Pogonophores (« porteurs de plumes »).



UNE COHABITATION PROFITABLE : VERS ET CORAUX

Dans l'Indo-Pacifique on peut rencontrer, sur fonds sableux, des petites formations calcaires plus ou moins cylindriques, ressemblant un peu à des molaires sans racines, d'une teinte rose sale, pouvant atteindre 2 centimètres de diamètre et jusqu'à 3 centimètres de hauteur. Chacune a été produite par un polype madréporaire, proche parent des divers madrépores qui édifient les récifs dits de corail et qui lui sert de logement. Mais ici les logements ne sont pas soudés l'un à l'autre pour former des blocs ou des arborescences : ils feraient plutôt penser à des petits pavillons individuels dont la base plate repose sur le sol sans y adhérer d'aucune manière.

Le propriétaire a son entrée au toit de sa demeure. C'est par là qu'il déploie ses tentacules, d'un rose vif, pour pêcher sa nourriture et qu'il les rétracte aux heures de repos ou s'il a peur.

S'il appartient au genre *Heterocanthus*, il ne se compose jamais que d'un seul polype.

En revanche chez le genre *Heteropsammia*, le premier polype peut, par bourgeonnement, porter un ou deux polypes fils. Quel que soit le cas, d'ailleurs, on remarque, à la base de chaque maison sans exception, la présence d'un trou rond d'un diamètre pouvant atteindre 2 mm.

Les premiers spécimens de ces madrépores qui tombèrent entre les mains des hommes de science étaient morts : tous les tissus périssables avaient disparu, il ne restait que la structure calcaire, le polypier. En sciant cette dernière, on s'aperçut que le trou rond représentait l'ouverture d'un tube qui s'enroulait en une spirale plate, d'un ou deux tours disjoints, moulé dans la base et prenant son origine vers le centre de celle-ci.

Les savants l'attribuèrent à un mollusque inconnu, proche des vermettes. Le rapprochement était tentant : ces gastéropodes ont coutume, à la fin de leur vie larvaire, de se fixer sur une pierre ou sur un autre coquillage où ils sécrètent un tube calcaire spiralé au départ et qui, après quelques tours, se débande complètement. Mais l'hypothèse se révéla fausse : le tube en question est, en fait, l'œuvre d'un ver géophytre si-punculidé du genre *Aspidosiphon*. Vers la fin du siècle dernier, près d'Aden, Félix Jousseaume put récolter, à la drague, par 8 à 10 m de fond, des spécimens enfin vivants de ces madrépores qu'il plaça, pêle-mêle, dans un vase rempli d'eau de mer. Voici ce qu'il en dit : « Le lendemain je les retrouvais

tous la couronne en l'air et isolés les uns des autres... et je ne pouvais m'imaginer quelle main de fée avait présidé à ce rangement. Pour la voir à l'œuvre, je détruisis l'édifice et fis prendre, à mes prisonniers, les différentes positions qu'ils occupaient le jour précédent. Après une attente de quelques minutes, je vis sortir de tous les madrépores qui occupaient une position anormale, un petit corps cylindrique d'un gris clair et un peu transparent, de moins de 2 mm de diamètre ; souple et mobile, il s'allongeait lentement et cherchait un point d'appui pour s'y fixer... Après plusieurs tâtonnements et un appui trouvé sur la paroi du vase ou sur l'un des madrépores voisins, il s'y cramponnait... Son extrémité libre une fois fixée, il tirait, en se contractant, le petit corps mobile du polypier et sans trop d'effort et avec assez de rapidité, il le remettait sur place, sa couronne en l'air et isolé. »

Ainsi donc « la main de fée » qui redressait les polypiers renversés n'était autre que la trompe du ver *Aspidosiphon* que chaque madréporé loge au rez-de-chaussée de sa demeure. Les deux animaux ne se rencontrent jamais l'un sans l'autre et les avantages qu'ils retirent de cette cohabitation paraissent évidents. Pour le ver, le polypier est un véritable bastion d'où il peut déjouer des prédateurs en toute impunité. Il possède, de plus, à la naissance de sa trompe, une petite plaque cornée qui, lorsqu'il se rétracte dans son tube, en ferme l'ouverture comme le battant d'une porte. Et pour ne pas étouffer quand il se claquemure, il dispose d'un nombre de fins conduits qui, traversant la masse calcaire du polypier, mettent son tube en contact avec l'eau ambiante. Quand il a faim, il sort sa trompe et se met à sonder le sable pour y chercher les minuscules organismes dont il

est friand. En ancrant sa trompe dans le sol et en la contractant, il peut faire avancer le polypier et étendre ainsi le champ de ses explorations. Pour ce qui est du madréporé, nous avons vu que la pauvre bête, une fois renversée, était incapable de se redresser par ses propres moyens. Or, dans la nature, de nombreuses causes peuvent provoquer ce désagrement, et le madréporé est bien aise d'avoir son ver secourable pour le remettre sur pied. Grâce au ver, aussi, les risques d'ensablement ou d'envasement sont éliminés, et les activités de l'*Aspidosiphon* doivent faciliter l'alimentation de son associé.

Voici qui est fort joli, mais enfin, comment l'*Aspidosiphon* réussit-il à se loger dans le pied du polypier ? En fait, c'est plutôt le contraire qui se passe. Le ver, dans sa tendre enfance, commence par occuper un tout petit coquillage, à la manière des bernard-l'ermite, et c'est sur ce coquillage particulier, sélectionné parmi des centaines d'autres supports possibles, que la larve du madréporé vient se fixer très peu de temps après. Au départ, la présence du madréporé n'a pas, pour le ver, l'importance qu'elle acquerra par la suite : celui-ci dispose d'un abri qui lui suffit, à l'extérieur duquel le polype et son polypier n'occupent qu'une petite surface. En grandissant, l'*Aspidosiphon* commence à sécréter un tube, assez fragile, dans le prolongement de la coquille.

Mais la croissance du polypier finit bientôt par englober et la coquille et le tube. Désormais les deux animaux se développeront au même rythme, le madréporé élargissant sa base à mesure que le ver allonge son tube... à moins que ce ne soit l'inverse. Suivant certains auteurs, la mort d'un des partenaires entraînerait celle de l'autre.

La leçon de Harrisburg

Après 2 835 incidents survenus dans les 72 réacteurs en service aux Etats-Unis, l'accident (de gravité n° 9) de la centrale de Harrisburg alerte les consciences. On s'aperçoit, aujourd'hui, que les techniciens en savent bien peu sur le comportement d'un réacteur soumis à des conditions inhabituelles de température et de pression. Tout, dit-on, est à revoir. Les rapports fusent. Est-ce suffisant pour rassurer les populations ?

Le cauchemar s'est dissipé. Et après trois semaines de lutte, on est enfin parvenu à refroidir le cœur de la centrale nucléaire de Three Mile Island en Pennsylvanie. Les petites bourgades des alentours, Harrisburg, Middle Town, Goldsboro, réapprennent doucement à vivre. Mais à la suite de cet accident qui a failli tourner à la catastrophe nationale, l'Amérique s'est aperçue que tout n'allait pas pour le mieux dans le monde nucléaire. Elle a constaté avec effroi les imperfections, les incohérences, les lacunes du programme nucléaire. Et bien que le président Jimmy Carter et le secrétaire d'Etat à l'Energie, James Schlesinger, aient réaffirmé qu'ils n'abandonneraient pas pour autant l'énergie nucléaire, il est clair que les Etats-Unis vont tirer la leçon de l'accident de Three Misle Island. Mais quelle leçon ? Pour le savoir, je suis allée voir Dale G. Bridenbaugh, 47 ans, dans les bureaux qu'il vient d'installer à San José au Sud de San Francisco. Dale Bridenbaugh, avec deux autres ingénieurs, Richard Hubbard et Gregory Minor, a quitté General Electric il y a trois ans exactement, parce qu'il jugeait les conditions de sécurité insuffisantes dans les centrales nucléaires qu'il dirigeait. Aujourd'hui, avec ses deux confrères, il a créé une société de conseil, MHBT Technical Associates. « Je ne suis pas contre l'énergie nucléaire, explique-t-il, je suis contre les risques de l'énergie nucléaire d'aujourd'hui ». Parmi ses clients, MHBT compte la NRC (Nuclear Regulatory Commission)⁽¹⁾, le gouvernement suédois, et la Commission de l'Energie californienne. « Il est

certain, poursuit-il, qu'à la suite de cet accident, des mesures vont être prises dans quatre domaines différents : la formation des opérateurs et des techniciens, l'amélioration de l'instrumentation, l'étude du comportement du cœur du réacteur soumis à des conditions de température, de pression, de radiations, inhabituelles, la mise au point de plans d'évacuation et d'information de la population cohérents ».

La NRC a classé les accidents nucléaires en neuf classes distinctes, suivant leur gravité. Dans la classe 1, les incidents mineurs, comme les faibles émissions radioactives à l'extérieur du bâtiment du réacteur. Dans la classe 8, des problèmes importants, comme la perte de liquide de refroidissement, la rupture en chaîne des instruments de contrôle, etc. Dans la classe 9, « une succession d'accidents plus graves que ceux des classes précédentes ». Régulièrement, les opérateurs de centrales nucléaires suivent, à l'aide de simulateurs, des cours où on leur apprend à réagir, face aux incidents de fonctionnement des centrales. Aucune de ces « répétitions » ne simule un accident de classe 9, tellement improbable aux yeux des officiels de la NRC, des responsables des compagnies d'électricité et des fabricants de réacteurs que l'on n'a pas jugé nécessaire de l'inclure dans les programmes d' entraînement. Or, ce qui s'est passé à Three Mile Island, cette succession de défaillances techniques et humaines, était un accident de classe 9.

En second lieu, une révision complète du système de contrôle devra être entreprise. La plus grande partie de l'instrumentation qui équipe un réacteur a été conçue pour fonctionner dans des conditions normales et non dans des conditions extrêmes. L'accident de Harrisburg a per-

⁽¹⁾ Organisme qui, aux Etats-Unis, autorise la mise en fonctionnement des centrales et est chargé de superviser la sécurité des centrales en service. Définition exacte de la NRC.

mis de se rendre compte des limites des instruments de mesure. On ne savait pas, par exemple, où se trouvait le niveau de l'eau dans le circuit primaire — il n'y avait pas d'indicateur de niveau — quand s'est formé la bulle d'hydrogène ; on n'a pas pu déterminer avec précision sa taille ; et la température exacte du cœur du réacteur était plus devinée que mesurée, car l'ordinateur de la salle de contrôle était programmé pour lire des températures ne dépassant pas 370°. Or, durant la première phase de l'accident la température du combustible nucléaire a atteint près de 2 000 °C. L'ordinateur a alors affiché une série de points d'interrogation. « Parallèlement, poursuit Dale Bridenbaugh, on s'est aperçu que nous en savions bien peu sur le comportement d'un réacteur soumis à des conditions inhabituelles de température et de pression. Comment se forment les bulles de vapeur et les bulles d'hydrogène ? Comment interviennent-elles lors du refroidissement ? On ne sait pas très bien. Et il est certain que toute une série de tests et de recherches vont être entrepris pour nous permettre une meilleure connaissance de la réponse thermodynamique d'un réacteur soumis à des conditions anormales. »

Enfin, durant les premiers jours de l'accident, du mercredi 28 mars au dimanche 2 avril, date de la visite du président Carter sur place, la confusion a régné en maître autour de Harrisburg. Les déclarations les plus contradictoires émanant tantôt des responsables de la compagnie d'Electricité, la Metropolitan Edison, tantôt des ingénieurs de la NRC (délégués sur place), tantôt du gouverneur de Pennsylvanie Dick Thornburgh, se sont succédées à une allure particulièrement rapide. On ne savait pas qui était responsable de quoi. Fallait-il ou non évacuer la population ? Personne ne pouvait le dire. Et il faut bien reconnaître que cette incertitude a contribué à accroître l'angoisse déjà grande des populations avoisinantes. Il est donc certain qu'une politique de coordination entre le gouvernement fédéral, la NRC, les compagnies d'électricité et les autorités locales, va être mise sur pied pour faire face de façon plus efficace à un possible désastre nucléaire.

Aujourd'hui, quelles sont les mesures concrètes qui ont été prises ? D'abord, le 12 avril dernier, le président Carter a nommé les onze membres (parmi eux un président d'Université, des scientifiques de très haut niveau et une mère de famille) du Comité chargé de passer au peigne fin d'accident de la centrale nucléaire. Son rôle : trouver les causes, déterminer les responsabilités, définir les conséquences de Three Mile Island. Le comité a six mois pour remettre son rapport, il disposera d'un budget de 5 millions de francs et de 15 à 25 personnes. Le gouvernement américain a également demandé à une équipe du MIT d'effectuer une étude financière sur les retombées de Three Mile Island.

Il est encore trop tôt pour connaître l'ensemble des mesures que le gouvernement américain entend prendre pour améliorer effectivement la

sécurité des installations nucléaires. Mais le véritable problème n'est pas là, et les retombées de Three Mile Island ne se mesurent pas à l'heure actuelle par quelques décisions gouvernementales. La principale conséquence de l'accident d'Harrisburg, c'est la perte de confiance, non seulement de l'Amérique, mais aussi de l'Europe, en l'énergie nucléaire.

Il faut reconnaître que l'accident de Three Mile Island n'aurait pas pu survenir à un plus mauvais, ou à un meilleur moment (selon que l'on est en faveur ou opposé à l'énergie nucléaire). L'opinion américaine avait déjà la corde nucléaire très sensible. Mi-février, d'abord, on découvre près de Denver, dans le Colorado, près de 50 « poubelles » radioactives ; il s'agit de radium enterré sous terre il y a des années. Puis, à la fin du même mois, un rapport sur les dangers des faibles radiations, effectué par plusieurs départements d'Etat (Santé, Education, Défense, Energie, etc.) est rendu public. Au début du mois de mars, le 5, le procès opposant les parents de Karen Silkwood à la société Kerr Mc Gee Nuclear Corp, s'est ouvert à Oklahoma City. Karen Silkwood travaillait dans une usine de fabrication de combustibles nucléaires. Elle avait été sérieusement contaminée par du plutonium. Et elle s'apprétrait à faire des révélations à la presse sur les conditions de sécurité dans les usines qui manipulent du plutonium lorsqu'elle trouva la mort dans un « accident » le 13 novembre 1974, alors qu'elle se rendait seule, au volant de sa voiture, à son rendez-vous avec un journaliste du New York Times. Et tout au long du mois de mars, c'est une série de révélations sur les retombées des essais de l'arme atomique qui ont eu lieu dans le Nevada, il y a une trentaine d'années, qui sont publiés dans la presse américaine : augmentation des taux de leucémies et de cancer dans les environs⁽²⁾. Enfin, le 16 mars dernier est sorti aux Etats-Unis, dans 663 salles simultanément, un film que la similitude avec l'accident de Harrisburg a fait baptisé « prémonitoire ». « The China Syndrome » avait pour thème un accident dans une centrale nucléaire qui manque de tourner à la catastrophe, risquant d'entraîner la fusion du cœur du réacteur qui s'enfoncerait alors dans la terre avec une telle puissance qu'il se retrouverait en Chine ! (d'où le titre du film). La sortie du film a déclenché de nombreuses protestations de la part des compagnies d'Electricité et des constructeurs de réacteurs nucléaires. Quinze jours plus tard, l'Amérique est persuadé que le « Syndrome Chinois » est plus qu'un film de fiction et presque un documentaire. Et c'est dans ce climat où le nucléaire n'avait guère bonne presse qu'est survenu l'accident de Three Mile Island.

Malgré les déclarations récentes du président Carter, réaffirmant que 13 % de la production

(2) Près de 3 500 documents du Département de la Santé tenus secrets jusqu'à présent ont été rendu public en mars en vertu de la loi sur la liberté de l'information (Freedom of Information Act).

d'électricité américaine provenait des centrales nucléaires, l'homme de la rue est devenu sceptique. Les politiciens aussi, d'ailleurs ; le gouverneur de l'Etat de New York vient de déclarer que « le nucléaire n'a plus de futur » Jerry Brown, gouverneur de Californie, a demandé la fermeture immédiate de la centrale nucléaire de Rancho Secopés de Sacramento, et le sénateur Kennedy semble passer dans les camp des opposants. Et aux Etats-Unis, comme ailleurs, les manifestations anti-nucléaires se sont multipliées. En Allemagne de l'Ouest, à Hanovre, près de 100 000 personnes se sont rassemblées autour d'un site de stockage des déchets radioactifs et 3 000 manifestants ont défilé dans les rues de Francfort. A Stockholm, en Suède, l'ancien premier ministre Torbjörn Falldin a demandé la fermeture de la centrale de Ringhalls, appuyé en cela par les 10 000 manifestants qui se sont rassemblés autour du Parlement. La Suède possède six centrales nucléaires en fonctionnement et cinq sont en construction. Pas loin de là, au Danemark, près de 20 000 personnes ont protesté à Copenhague. En Hollande 2 500 anti-nucléaires ont marché vers la centrale de Borssele. Le Brésil annonce qu'il ralentira son programme pour mieux étudier la sécurité des réacteurs. En Belgique, le maire de Huy a ordonné la fermeture de la centrale de Tihange. Et en France ? Les officiels tentent de rassurer la population en affirmant : « Ça ne peut pas arriver ici car les réacteurs sont différents des réacteurs PWR⁽³⁾ du type Westinghouse et que celui de Harrisburg était un PWR conçu par la firme Babcock et Wilcox (il y en a d'ailleurs huit identiques aux Etats-Unis) ». Il est vrai qu'il existe une différence entre les deux modèles. Elle se situe au niveau des générateurs de vapeur. C'est là que les circuits « secondaires » récupèrent la chaleur qui est transportée par l'eau du circuit « primaire ». Dans les réacteurs Babcock et Wilcox, l'eau du circuit primaire contenue dans un tuyau traverse en ligne droite, du haut vers le bas, le générateur de vapeur avant d'être refoulée vers le cœur du réacteur grâce à une pompe. Dans les réacteurs Westinghouse, donc dans les réacteurs Framatom, la structure qui contient l'eau du circuit primaire et qui traverse le générateur de chaleur n'est plus linéaire, mais elle parcourt un U inversé. Ceci est en soi une modification minime, mais elle entraîne que les volumes d'eau contenus dans les deux types de générateurs de vapeur sont différents. Il y a environ deux fois plus d'eau dans le circuit secondaire d'un PWR Framatom qu'il n'y en a dans un PWR Babcock et Wilcox. Résultat : s'il y a une fuite, ou une panne, sur l'une des pompes propulsant l'eau du circuit secondaire (comme ce fut le cas à Three Mile Island) le générateur de vapeur s'assèche complètement deux fois plus vite sur un réacteur Babcock et Wilcox que sur un réacteur Westinghouse ou Framatom. Et, si, comme on le sait, le générateur de vapeur s'assèche, le circuit secondaire n'est plus capable

EN FRANCE AUSSI, IL VA FALLOIR RÉÉVALUER LA SURETÉ NUCLÉAIRE

Immédiatement après l'accident de Three Mile Island, les prises de positions pour le moins optimistes du gouvernement français ont contrasté avec les réactions de plusieurs autres grands pays nucléaires, comme la Suède, le Japon ou l'Allemagne. Une simplification abusive a pu faire croire que ce qui s'était passé à la centrale d'Harrisburg ne pourrait se produire en France, parce que le système des réacteurs Westinghouse utilisé dans notre pays diffère de celui de Three Mile Island. Il faut savoir, en fait, que si la séquence exacte de l'accident ne pourrait se produire sur un réacteur français, un accident analogue est parfaitement possible.

On peut donc trouver surprenante la déclaration au Sénat, le 24 avril, du ministre de l'Industrie affirmant : « il n'est apparu aucun élément de nature à modifier notre attitude à l'égard des centrales à eau légère du modèle utilisé en France, ou à remettre en cause notre doctrine en matière de sûreté nucléaire ». Surtout si l'on se souvient que le 11, la commission américaine de réglementation nucléaire (NRC) avait annoncé que des modifications urgentes devraient être apportées aux réacteurs du type Three Mile Island, ainsi qu'à ceux construits par Westinghouse, c'est-à-dire les mêmes que les réacteurs français.

Les conclusions du rapport de la première mission d'experts français envoyés sur place font état de six « erreurs » majeures responsables de l'accident :

- *deux défaillances matérielles, une vanne qui ne s'est pas refermée et des indications erronées d'un appareil de contrôle ;*
- *deux fausses manœuvres de l'opérateur, qui a arrêté prématurément l'injection de secours, et qui a*

de retirer la chaleur en provenance du circuit primaire et le cœur s'échauffe, conduisant tout droit à la catastrophe. Il est donc faux d'affirmer qu'un accident comme celui de la centrale d'Harrisburg ne peut pas se produire en France. La seule différence est que le cœur du réacteur ne s'échauffera pas aussi vite.

Mais les erreurs humaines, la non-réponse des appareils de mesures, la méconnaissance du comportement d'un cœur soumis à des conditions extrêmes est la même quel que soit le type de centrale nucléaire.

« Et encore, explique Dale Breidenbaugh, nous avons eu beaucoup de chance que l'accident survienne à l'unité n° 2 de la centrale. Il s'agissait d'un réacteur qui venait d'être mis en service (le 30 décembre 1978 exactement), le cœur était peu irradié et contenait peu de produits de fission et de transuraniens. Si un accident semblable s'était produit sur l'unité n° 1, il est possible que la fusion du cœur du réacteur ait commencé à se produire beaucoup plus tôt. »

Parmi les retombées des péripéties de Three Mile Island (que les Américains, avec leur sens du raccourci, n'appellent plus que par ses initiales T.M.I.) il faut noter l'accent mis de nouveau sur les tares des programmes nucléaires et dont on a trop souvent omis de parler. Certaines compagnies d'Electricité, et la Metropolitan Edi-

(3) Pressurised Water Reactor.

arrêté pendant une dizaine d'heures les pompes du circuit primaire ;

- la fermeture de vannes dans un circuit auxiliaire, alors qu'elles auraient dû être ouvertes ;
- un défaut de conception, qui a permis un transfert d'eau radioactive hors de l'enceinte.

En France, des modifications devront certainement être apportées aux réacteurs et aux systèmes de sécurité. La seconde mission d'experts, envoyée le 29 avril, pourra sans doute préciser lesquelles.

Selon M. Cogné, chef du Département de Sécurité Nucléaire, l'effort devra être porté en priorité sur trois points :

- Le développement des automatismes et des instruments de mesure permettant à l'exploitant de connaître à tout moment l'état exact de fonctionnement de l'installation (ce qui a fait cruellement défaut à Three Mile Island) ;
- Un examen plus poussé des interactions entre le circuit secondaire du réacteur et le circuit primaire : lors de l'accident d'Harrisburg c'est au départ un accident sur le circuit secondaire qui est « remonté » au niveau du circuit primaire ;
- Au niveau des procédures de sécurité, envisager les séquences d'accident qui ne sont pas prévues par les procédures actuelles : là encore, l'accident d'Harrisburg a montré que certains cas de figure ne sont pas prévus par les méthodes utilisées à ce jour.

Ces modifications concernent les centrales elles-mêmes. On peut s'inquiéter également des mesures concernant la protection des populations, au cas où un incident grave se produirait, ce qui ne peut pas être exclu quelle que soit la sécurité des installations.

Par exemple, que se passerait-il si l'on fallait évacuer d'urgence une agglomération comme Lyon (en cas d'accident au Bugey ou à Creys-Malville), Nantes (Le Pellerin), Dunkerque (Gravelines) ou Bordeaux (Braud-et-

son en est un exemple découvert au cours de l'enquête, rognent sur les budgets de sécurité. On s'est aussi aperçu qu'il y avait des irrégularités sur certaines radiographies de soudure — exactement comme dans le film « Le Syndrome Chinois » — et que les rapports d'inspection n'étaient pas toujours exacts.

Ce qui s'est passé à la fin du mois de mars, en Pennsylvanie, était-il prévisible ? Peut-être pas, mais il était inévitable qu'un accident survienne un jour dans une centrale nucléaire. Le développement de cette nouvelle source d'énergie s'est fait trop vite et l'on est passé trop rapidement des petites centrales de 250 ou 300 MW aux énormes réacteurs de 900 et 1 200 MW. Aux Etats-Unis, dans l'espace de cinq ans, entre 1962 et 1967, la taille des réacteurs en commande a triplé. Une étude publiée en juin 1977 et effectuée par la Rand Corporation, explique que les services officiels chargés d'inspecter la sécurité des réacteurs « étaient incapables de faire face au développement accéléré des réacteurs puisqu'ils n'avaient ni expériences, ni points de repères, concernant les grosses centrales ». Parallèlement, la NRC savait très bien que tout n'allait pas pour le mieux dans les réacteurs auxquels néanmoins elle délivrait des autorisations de mise en service. Ainsi, en janvier de cette année, elle a remis au congrès amé-

Saint-Louis). Théoriquement, il existe un plan de secours, le plan ORSEC-RAD ; on peut s'étonner qu'il ait fallu attendre l'accident d'Harrisburg pour que le gouvernement décide de le publier, site par site. Ajoutons que l'impuissance du plan POLMAR face à la marée noire de l'Amoco Cadiz est restée présente dans toutes les mémoires. Faut-il systématiquement éliminer dans le choix des sites nucléaires, tous ceux qui sont proches d'une zone fortement peuplée ?

L'insuffisance de l'information, en matière de sécurité nucléaire, contribue à créer un climat de méfiance dans le public. Comme pour le plan Orsec-rad, il a fallu attendre Three Mile Island pour que le Service Central de Protection contre les Radiations (SCPRI) publie pour la première fois son rapport d'activité. Pourtant, en Août 77, le Président de la République avait annoncé la création d'un « Conseil de l'Information électro-nucléaire » (voir S. et V. n° 722, p. 86) qui devait répondre aux besoins d'information du public ; le moins qu'on puisse dire est que ce conseil ne s'est pas beaucoup manifesté. Mieux encore : selon « Le Canard enchaîné », il aurait reçu « l'ordre » de ne pas publier un rapport sur les mesures de radioactivité en France, qui date pourtant de 1977 ! Le Conseil a été tout aussi discret sur un incident survenu le 21 mars dernier lors des essais « à vide » du réacteur Bugey V, dans l'Ain. Quant à l'incident survenu le 6 avril à Gravelines, il serait passé inaperçu si la C.F.D.T. n'avait vendu la mèche.

Ce problème de l'information est lié à la structure particulière du système français : le Ministère de l'industrie est à la fois juge et partie, puisqu'il est en même temps responsable des décisions en matière de sûreté, par l'intermédiaire du Service Central de Sécurité des Installations Nucléaires (SCSIN), et des programmes nucléaires.

M.P. ■

ricain une volumineuse étude concernant « l'Identification des problèmes de sécurité subsistant dans les centrales nucléaires »⁽⁴⁾. Selon la NRC, les réacteurs nucléaires PWR, quels que soient leurs constructeurs, ont 15 points faibles (les BWR en ont 16) pour lesquels les conditions de sécurité sont loin d'être suffisantes. Et parmi eux, on compte le système de générateur de vapeur, et c'est de là, justement, que tout a démarré à Three Mile Island.

En 1978, il y eut 2 835 incidents dans les 72 réacteurs en service aux Etats-Unis. Des incidents tout bêtes, comme une valve qui se coince, des instruments qui se détraquent, des techniciens qui lisent mal une mesure, une petite bulle de gaz inattendue qui se forme, un relâchement de radioactivité vers l'extérieur, par inadvertance, etc. Il suffit que deux ou trois de ces incidents mineurs et inévitables se produisent en même temps pour que la catastrophe survienne. Si les programmes nucléaires continuent de se développer, qui peut affirmer aujourd'hui qu'il n'y aura pas un nouveau Harrisburg où la catastrophe, cette fois-ci, ne pourra être évitée ?

Françoise HARROIS-MONIN ■

(4) « Identification of Unresolved Safety Issues relating to nuclear power Plants » Report to Congress January 1979.

Ce que serait l'accident majeur

En un an, un réacteur nucléaire accumule autant de produits radioactifs que 1 000 bombes d'Hiroshima. Devant cette vérité, certains rapports sur les « risques du nucléaire », opportunément optimistes quand ils furent publiés n'apparaissent guère sérieux de nos jours. Voici, chiffrés pour la première fois, les risques vrais de contamination au cas, où par malheur, des produits de fission se dégageraient dans l'atmosphère à la suite d'un accident « maximal » provoquant une perte de confinement.

■ Que se passerait-il en cas d'accident majeur d'un réacteur nucléaire ? Eventualité peu probable, avaient certifié les instances gouvernementales tant américaines que françaises. Pourtant, après Three Mile Island, après les fuites de Grenoble, celles de Gravelines, après la mise hors service de cinq réacteurs aux Etats-Unis, chacun est en droit de se poser la question et de remettre en cause les différents rapports d'estimation des risques. Parmi ceux-ci, le plus connu est sans conteste le rapport Rasmussen (Wash 1 400 de son vrai nom), approche probabiliste des risques, véritable bible de plus de 3 000 pages, sur lequel s'appuyaient encore récemment tous les partisans mondiaux du nucléaire. Désavoué par un rapport publié il y a quelques mois par le Nuclear Regulatory Commission (NRC), (l'agence fédérale américaine chargée de la sûreté et de la réglementation concernant les réacteurs nucléaires), ce document américain dont le rapport final fut publié fin 1975, n'était pas tout à fait le premier du genre. Dès mars 1957, le rapport de Brookhaven (Wash 740) donnait déjà les conséquences d'un accident grave, sans toutefois en chiffrer la probabilité. 3 400 morts, 43 000 accidentés graves par contamination radioactive et 7 milliards de dollars de dommages matériels, tel était le bilan de ce rapport dont le but essentiel était bien de convaincre le Congrès américain à voter le « Price Anderson Act ». Cette loi, proposée par l'AEC (¹), visait à limiter en cas d'accident, la responsabilité civile des producteurs d'électricité à 60 millions de dollars, ceci pour une période

de dix ans. Le gouvernement s'engageait ainsi à couvrir les frais complémentaires jusqu'à concurrence de 500 millions de dollars.

Vers 1964-1965, à l'approche de la date d'échéance du « Price Anderson Act » sans lequel, rappelons-le, les compagnies privées ne se seraient sans doute jamais lancées dans l'aventure économique que représentait le nucléaire, le rapport de Brookhaven fut mis à jour. L'AEC espérait alors démontrer la maturité de l'industrie nucléaire. Malheureusement, cette mise à jour, qui n'était sans doute pas suffisamment probante, ne fut pas publiée et le « Price Anderson Act » fut prorogé de 10 ans.

Mais il semblait difficile, dans une nation où les unions de consommateurs sont particulièrement vigilantes et actives, de continuer ainsi une marche en avant qui ne reposait, en fait, sur aucun document valable. C'est à ce moment-là qu'incombe au groupe présidé par le professeur Rasmussen, la tâche ardue qui consistait à calculer la probabilité d'un accident de réacteur et dans ce cas d'en chiffrer les conséquences. Un rapport préliminaire fut publié en août 1974. Le rapport final date de fin 1975, juste avant le troisième débat parlementaire sur le « Price Anderson Act », qui fut alors prorogé une nouvelle fois de 10 ans. Ce qui fit dire, bien sûr, à tous les contestataires que l'unique

(¹) L'AEC correspond à notre Commissariat à l'Energie Atomique. Il a été scindé en deux organismes : le MRC chargé de la sécurité et l'ERDA chargé de la recherche et du développement.

propos du rapport Rasmussen, était bel et bien de prouver que la probabilité d'accident était très faible : le risque évalué par ce rapport était d'un accident par million d'années pour un réacteur. Quant aux conséquences de ce peu probable accident, elles étaient moins catastrophiques qu'on aurait pu le penser : le nombre total de morts et de victimes ne dépassait pas 10 000. Soit le quart du bilan prévu par le premier rapport de Brookhaven (Wash 740). Bel optimisme, lorsque l'on sait que la mise à jour, non publiée mais connue aujourd'hui, de ce dernier rapport, remettait en cause son premier bilan et prévoyait 45 000 morts « immédiats ». Signalons que le Pr. Rasmussen était à l'époque conseiller de la Reddy Communications, firme spécialisée dans les relations publiques de l'industrie nucléaire !

La part de garantie assumée précédemment par le gouvernement devait toutefois être progressivement prise en charge par les industries nucléaires ; la responsabilité civile n'en était pas moins limitée à 560 millions de dollars.

Les conclusions du rapport Rasmussen, jugées maintenant trop optimistes, étaient le plus souvent tronquées par les instances officielles. Chacun se rappelle les fameuses courbes qui permettaient de comparer le nombre probable de morts dus aux accidents de 100 réacteurs nucléaires à celui entraîné par des catastrophes naturelles telles que tremblements de terre, tornades, etc. En ne citant que ce graphique, on arrivait facilement à conclure que les conséquences d'un accident de réacteur PWR (à eau ordinaire pressurisée), de très loin le type le plus fréquent en France, seraient presque insignifiantes, puisque du même ordre que celles dues aux chutes de météorites. Or, ce graphique n'était évidemment valable que pour les morts « immédiats ». A supposer qu'il fut valable ! Car les données choisies pour arriver à cette conclusion peuvent donner lieu à la critique ; le nombre de morts « immédiats » aurait pu être multiplié par 1 000 suivant la densité de population à proximité du réacteur. De toute façon, chacun sait que les radiations ionisantes entraînent pour l'organisme humain des dommages perceptibles après un temps de latence parfois très long. Ainsi, toujours d'après ce rapport (et l'on citait moins ce passage), 10 morts « immédiats » avaient la même probabilité que :

- 7 000 morts par cancer, 10 à 40 ans après l'accident ;
- 4 000 anomalies génétiques dont les premières apparaîtraient dès la première génération, soit 30 ans après l'accident et persisteraient durant 150 ans ;
- 60 000 tumeurs de la thyroïde qui apparaîtraient 10 à 40 ans après ;
- 8 000 km² de terrains contaminés.

Quoique ce tableau ne soit guère réjouissant, il faut dorénavant envisager de le noircir davant-

tage. Comme nous l'avons indiqué précédemment, le NCR vient de publier, il y a quelques mois, les travaux d'un groupe d'experts indépendants, chargés de réexaminer le rapport Rasmussen. Ne désavouant pas la méthodologie utilisée dans ce dernier rapport, ces experts émettent de vives réserves quant aux données choisies ; ne révisant pas les chiffres concernant les risques d'accident et leurs conséquences, ils déclarent toutefois que la marge d'erreur est certainement beaucoup plus grande que celle indiquée.

Compliquées par la complexité des techniques physico-mathématiques qu'elles impliquent, les méthodes probabilistes utilisées dans le rapport Rasmussen tendent à évaluer les risques en envisageant toutes les éventualités de non-fonctionnement des dispositifs de sécurité, qui forment autant de « séquences accidentielles », reliées entre elles sur un « arbre d'événements ». La probabilité de défaillance de chacun des systèmes physiques impliqués dans cet « arbre d'événements » donne un nouveau graphe plus complexe : l'*« arbre de défaillances »* où sont passés en revue les moindres vannes ou clapets d'un dispositif. A chaque « séquence accidentelle » de chaque « arbre d'événements » correspond une quantité plus ou moins grande de produits radioactifs libérés dans l'environnement. Dans les calculs des conséquences de ces rejets entrent également en ligne de compte, des probabilités tirées de statistiques météorologiques (climat, vitesse et direction du vent, etc.) pour une région donnée.

S'ils avouent qu'il est parfois difficile de suivre les détails de calcul, insuffisamment expliqués dans le rapport Rasmussen, les experts constatent toutefois qu'entre deux hypothèses de départ, les auteurs ont toujours choisi la plus optimiste. Cette façon de procéder n'a pu qu'entraîner une propagation et une augmentation des erreurs, plus exactement des incertitudes. Il faut cependant admettre que la tâche n'était pas aisée, car les auteurs, ne pouvant se référer à des données réelles, devaient travailler sur des hypothèses. Par exemple, quelles données choisir quant à la fusion du cœur, qui ne s'est jamais produite ?

Et puis seulement deux réacteurs ont servi de références au rapport Rasmussen ; cette étude a été étendue à 100 réacteurs ; or tous les réacteurs sont différents. Ainsi, en 1975, de nombreux réacteurs ne possédaient pas de pompe de recirculation automatique, ce qui diminue d'un facteur de 10 la probabilité de fusion du cœur.

Donc, pas assez de données pour obtenir une réponse statistique fiable ! D'autant plus que le procédé statistique utilisé dans certains cas par les auteurs et qui consiste à « lisser » les variations brutales de probabilités (plus prosaïquement à ne pas prendre trop en compte les situations extrêmes), n'est acceptable que si l'on travaille sur un nombre suffisant de données. D'aut-

tre part, certains calculs de probabilité exigent de posséder certaines données expérimentales.

Un des plus gros reproches formulés est aussi le manque d'analyse de pannes simultanées et corrélées qui touchent plusieurs systèmes ; ce type de panne est pourtant plus fréquent que les pannes n'atteignant qu'un système. Ainsi, l'apparition simultanée de multiples incidents, sans gravité séparément, peut entraîner un énorme risque global. Ce fut le cas d'Harrisburg : tout commença par le mauvais fonctionnement du circuit d'air comprimé. Ce fut également le cas pour l'accident de Browns Ferry, qui se produisit en Alabama en 1975. La modeste bougie qui déclencha un incendie qui devait durer sept heures n'avait, bien sûr, pas été prévue par le rapport Rasmussen, mais si l'on se réfère à la méthodologie employée et aux « séquences accidentielles » suivies lors de cet accident, sa probabilité aurait dû être de 1 sur 1 000 milliards.

Les accidents évités de justesse sont d'ailleurs peu étudiés dans le rapport Rasmussen, tandis que les possibilités de sabotage ne sont pas même envisagées, car jugées impossibles à éviter.

La qualité des matériaux employés et le contrôle de cette qualité sont deux des points cruciaux en matière de sûreté nucléaire. La solution la plus rationnelle qui s'offrait au docteur Gilbert chargé de cette question dans le rapport Rasmussen, s'était avérée un travail de titan.

Elle consistait à vérifier pour chacun des deux réacteurs choisis comme référence, tous les matériaux utilisés, du moindre écrou à la plus grosse canalisation. Lorsqu'on songe au nombre de sous-traitants qu'il aurait fallu visiter, on comprend aisément que le docteur Gilbert ait abandonné cette idée ; d'autant plus qu'elle aurait sans doute laissé apparaître trop de défauts. Devant l'énormité de la tâche, on décida de supprimer purement et simplement ce chapitre pourtant fondamental. Puisque les chiffres annoncés par le rapport Rasmussen quant à la probabilité d'accidents ne sont plus aujourd'hui parole d'évangile, et puisque l'on ne dispose pas d'autres données, quels sont réellement les risques encourus par la population autour d'une centrale nucléaire ?

Il faut d'abord envisager les accidents liés au fonctionnement du réacteur. Normalement, le cœur du réacteur qui contient le combustible à base d'uranium est en équilibre ; le nombre de neutrons qui entretiennent la réaction nucléaire est constant ; la température est également constante. Que l'eau du circuit primaire vienne à s'échapper pour une raison ou une autre, et c'est le « LOCA » (perte de réfrigérant), l'accident le plus redouté, puisqu'il entraîne le risque de fusion du cœur, qui n'est plus refroidi en permanence. La perte de réfrigérant déclenche automatiquement le dispositif d'arrêt et celui d'aspersion d'eau. Mais aucun système n'est infaillible. Si ces dispositifs s'avéraient inefficaces,

l'enceinte de confinement, qui entoure le bâtiment du réacteur se romprait sous l'effet de la surpression due à la vapeur d'eau. Les spécialistes s'accordent à dire que le cœur en fusion s'enfoncerait dans la terre, on ne sait absolument pas jusqu'où. Cette idée a d'ailleurs été reprise dans le film « le syndrome chinois ».

Séisme, inondations, tornades, chutes d'avions, incendies ou sabotages sont autant de causes qui pourraient entraîner les mêmes effets. Mais leur probabilité est généralement considérée comme faible par les spécialistes.

Mais ce qui inquiète le plus, ce sont les conséquences radiologiques pour l'organisme humain. L'estimation des risques entraînés par une catastrophe de cette envergure a fait l'objet d'autres rapports que celui du groupe Rasmussen. En 1976, l'Institut de la Sécurité des Réacteurs de Cologne sortit un rapport qui, s'il ne fut pas publié, est néanmoins connu, grâce à des fuites. D'autre part, un groupe de scientifiques français⁽²⁾ appartenant pour la plupart à l'Université de Provence a réalisé une étude à partir de données établies ou utilisées par le Commissariat à l'Energie Atomique. Il nous a semblé intéressant de confronter les trois études. En premier lieu, il faut savoir que contrairement à une opinion répandue, un réacteur nucléaire PWR ne peut pas exploser comme une bombe atomique. En effet, dès l'arrêt du réacteur, la réaction en chaîne s'étouffe d'elle-même. Cette éventualité d'explosion est en revanche envisagée pour les surrégénérateurs à neutrons rapides !

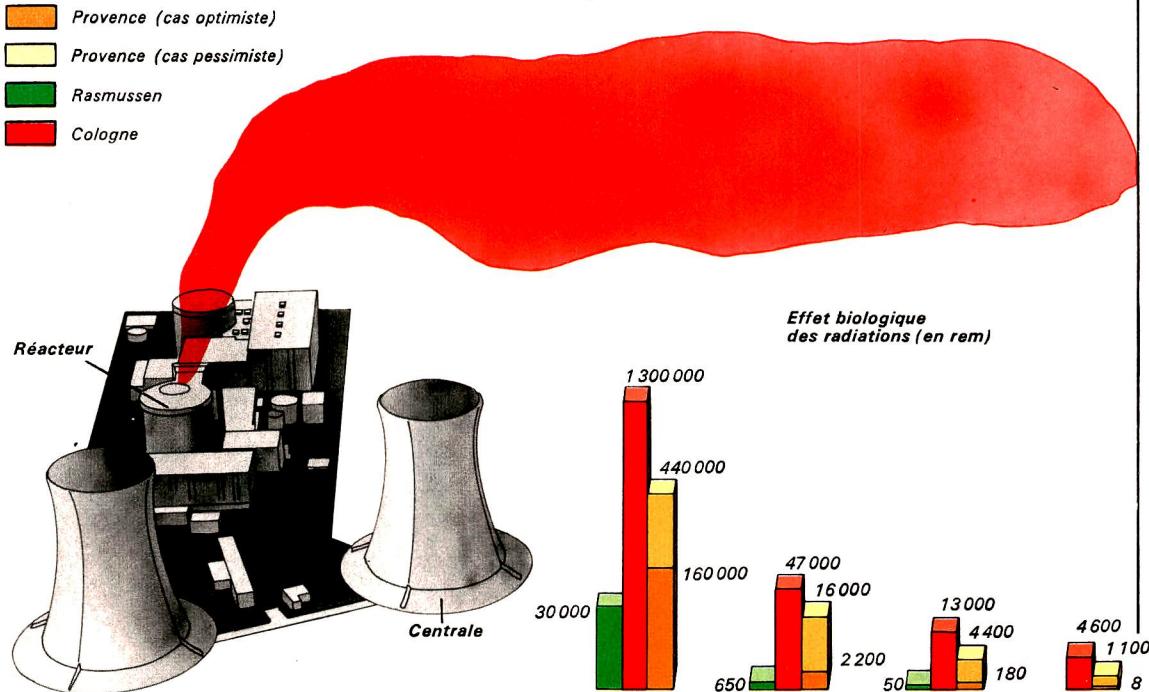
Mais même sans explosion atomique, le danger n'est pas écarté pour autant. Dès la perte du confinement, une partie des produits radioactifs contenus dans le cœur, va être libérée ; d'abord les gaz comme le xénon, l'iode ; puis certains corps solides comme le strontium ou le césum vont partir dans l'atmosphère sous forme d'aérosols. A ce moment-là intervient une part d'inconnu en raison des réactions chimiques qui peuvent se produire. Il est néanmoins possible d'évaluer ces fuites.

La quantité d'éléments radioactifs libérés dépend en premier lieu de celle accumulée dans le réacteur. Celle-ci est proportionnelle à la puissance du réacteur (donc à la quantité d'uranium) et dépend également du taux d'irradiation du combustible, c'est-à-dire du temps de séjour de ce combustible dans le réacteur en marche. Le poids en grammes des produits de fission, fabriqués quotidiennement dans un réacteur, est approximativement égal à sa puissance thermique mesurée en MW. En effet, la fission d'un gramme d'uranium 235 ou de plutonium, donc la création d'un poids équivalent de produits de fission, correspond à peu près au dégagement d'une énergie thermique de 1 MW.jour. On peut

(suite du texte page 95)

(2) Ces spécialistes sont partis du Groupement de Scientifiques pour l'Information sur l'Energie Nucléaire (G.S.I.E.N.).

ACCIDENT MAJEUR : LES ZONES CONTAMINÉES PAR UN VENT DE 2 MÈTRES/SECONDE



En cas d'accident majeur, il suffit de 2 200 secondes, soit un peu plus d'une demi-heure après l'arrêt du réacteur, pour que les éléments radioactifs partent dans l'atmosphère, sous forme d'un panache hautement toxique. A partir de ce moment, tout dépend des conditions météorologiques. Plus l'atmosphère est stable, plus le panache est étroit mais dense. C'est, bien sûr, la direction du vent qui commande la contamination d'une région.

Dans le cas étudié, la vitesse du vent est de 2 m/s. Deux paramètres importants interviennent :

- **La vitesse de dépôt** au sol des particules en suspension dans le nuage ; plus cette vitesse est importante, plus le sol est fortement contaminé aux abords immédiats de la centrale, mais moins le nuage est concentré ensuite ; elle est prise, ici, égale à zéro (hypothèse pessimiste), sauf pour le rapport Rasmussen et pour l'hypothèse « la plus optimiste » du groupe Provence où elle est égale à 1 cm/s.

- **La rugosité du sol** : la présence de bâtiments ou de talus augmente la dispersion du nuage ; seuls le rapport de Cologne et l'hypothèse « la plus pessimiste » du groupe Provence, ont écarté cet élément « favorable ».

L'organe qui sert de référence est le corps, sauf dans le rapport Rasmussen où l'on a choisi la moelle osseuse.

Il faut distinguer plusieurs types d'irradiation :

- **Externe** : due au rayonnement du nuage ou/et du sol contaminé.

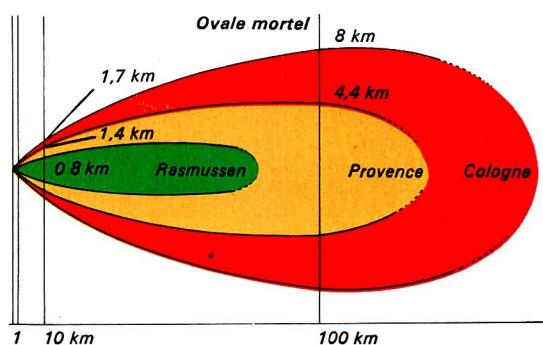
- **Interne** : par inhalation de l'air ou/et ingestion de nourriture contaminée.

Dans le rapport Rasmussen, la dose en rem est calculée pour un temps d'action des radioéléments dans l'organisme de quelques semaines. Dans les deux autres rapports les doses sont calculées en tenant

compte de la durée d'action des radioéléments qui peut varier suivant les éléments de quelques semaines à plusieurs années ; on ne tient pas compte des durées d'action excédant 50 ans.

TROIS RAPPORTS TROIS RÉPONSES

Au-delà de 600 rem la mort est inévitable, qu'elle soit immédiate ou différée. Il est curieux de constater que cette zone, qui a la forme d'un gros œuf et d'où l'on ne revient pas, ne dépasse guère 10 km pour le rapport Rasmussen alors qu'elle est dix fois plus étendue pour les autres rapports.



Signalons qu'à Three Mile Island les risques de contamination, envisagés comme une véritable catastrophe, auraient été bien moindres que dans le cas étudié, le réacteur de cette centrale n'ayant que quelques mois de fonctionnement et n'ayant donc pas eu le temps d'accumuler les mêmes quantités de produits de fission. □

ACCIDENT MAJEUR : DES CENTAINES DE MILLIONS DE CURIES DÉGAGÉES DANS L'ATMOSPHÈRE

1 CE QUE CONTIENT UN RÉACTEUR PWR APRÈS 3 ANS DE FONCTIONNEMENT

2 CE QUI S'ÉCHAPPE EN CAS D'ACCIDENT

3 CE QUE CELA REPRÉ- SENTE EN REM (1)

Nom de l'élément	Période radioactive	Activité en curies			% par rapport à chaque élément	Activité totale en curies			
		Selon le rapport du groupe Provence en millions	Selon le rapport de Cologne en millions	Selon le rapport Rasmussen en millions			Selon le rapport de Cologne et le groupe Provence	Selon le rapport Rasmussen	Selon le groupe Provence en millions
Strontium 89	50,5 jours	129	130	94	20 %	6 %	25	1 300	85
Strontium 90	28 ans	6,1	14	3,7	20 %	6 %	1,22	507	941
Strontium 91	9 heures	110	150	110	20 %	6 %	22	44	2
Yttrium 91	58 jours	110	180	120	1 %	0,4 %	1,1	76	3
Zirconium 95	63,3 jours	161	160	150	1 %	0,4 %	1,6	110	11
Niobium 95	35 jours	161	170	150	1 %	0,4 %	1,6	33	2
Molybdène 99	2,77 jours	163	160	160	5 %	2 %	8,1	33	1
Ruthénium 103	39,7 jours	116	79	72	5 %	2 %	5,8	150	1
Ruthénium 106	369 jours	46	10	25	5 %	2 %	2,3	795	2
Tellure 129	37 jours	9,4	13	5,3	25 %	2 %	2,3	159	4
Tellure 131	1,25 jour	11	16	13	25 %	2 %	2,7	9	1
Iode 131	8,05 jours	92	77	85	100 %	70 %	92	634	42 500
Tellure 132	3,2 jours	127	110	120	25 %	30 %	31,7	329	25
Iode 133	21 heures	181	180	170	100 %	70 %	181	362	25 000
Iode 135	5 heures	158	160	150	100 %	70 %	158	94	7 000
Césium 137	30 ans	7,3	14	4,7	90 %	50 %	6,57	1 300	75
Baryum 140	12,8 jours	157	220	160	20 %	6 %	31,4	1 600	72
Lanthane 140	1,68 jour	157	220	160	1 %	0,4 %	1,5	7	
Cérium 141	33 jours	154	160	150	1 %	0,4 %	1,5	15	
Cérium 143	1,37 jour	151	160	130	1 %	0,4 %	1,5	5	
Praseodyme 143	13,7 jours	160	160	130	1 %	0,4 %	1,6	16	
Cérium 144	280 jours	102	140	85	1 %	0,4 %	1,02	352	22
Neodyme 147	11,1 jours	65	58	60	5 %	0,4 %	3,2	33	
2,533 milliards		2,741 milliards	2,307 milliards				584,7 millions	8 milliards	74,5 milliards
									1,3 milliard

(1) Ce que la loi autorise par an pour un travailleur du nucléaire : Poumons : 15 rem; Thyroïde : 30 rem; Corps : 5 rem. Pour la population : Poumons : 1,5 rem; Thyroïde : 1,5 rem; Corps : 0,5 rem.

Comment « mesurer » le danger pour la population en cas d'accident maximal d'un réacteur PWR, le type le plus courant en France, d'une puissance de 3 200 MW thermiques ?

• Dans la première partie du tableau sont évaluées les « quantités » de radioactivité en curies contenues dans un réacteur après trois ans de fonctionnement. Un curie, unité énorme, correspond à 37 milliards de désintégrations à la seconde. La liste du tableau a été réduite aux 23 éléments radiologiquement les plus significatifs, tous des produits de fission, alors qu'un réacteur en contient plusieurs centaines. C'est qu'en réalité, l'essentiel de la radioactivité contenue dans un réacteur nucléaire, provient des produits de fission, qui s'accumulent progressivement dans le combustible. Ce sont en quelque sorte les « déchets » de la réaction nucléaire ! Au départ, le combustible est formé d'un mélange d'uranium 235 (environ 3,25 %) seul corps naturel fissile, et d'uranium 238 (96,75 %) non fissile mais qui en capturant un neutron se transforme en plutonium 239, qui, lui, est fissile. Au bout d'un certain temps de marche du réacteur, c'est donc un mélange d'uranium 235 et de plutonium 239 qui produit de manière équivalente les fissions. La fission n'est qu'une forme particulière de désintégration propre aux noyaux très lourds. Sous le choc d'un neutron le noyau lourd se scinde en deux ou trois fragments qui constituent deux ou trois nouveaux noyaux plus légers et radioactifs ; ce sont les produits de fission.

L'uranium et le plutonium, donc le combustible, de faible activité et dont une faible partie, de 0,4 à 1 % s'échapperait en cas d'accident, n'ont pas été pris en compte ainsi que les produits de fission d'une période

inférieure à 6 heures et les gaz inertes xénon et krypton qui ont une incidence biologique moindre. N'ont pas été mentionnés non plus les produits d'activation, matériaux du cœur, impuretés de l'eau du circuit primaire qui, sous les chocs des neutrons issus du combustible, deviennent radioactifs.

• Dans la deuxième partie du tableau, on trouve le bilan de ce qui s'échappe dans l'atmosphère en cas d'accident majeur : des centaines de millions de curies, soit plus du quart de la radioactivité totale du réacteur. Déjà visible dans le bilan de la première partie du tableau, l'optimisme du rapport Rasmussen quant au taux de libération de chaque élément, est plus que flagrant. Nous n'avons pas pour des raisons de lisibilité du tableau, les résultats pour les rapports de Cologne et de Rasmussen. Mais chacun pourra s'amuser à calculer suivant la formule : activité libérée = activité contenue dans le réacteur × pourcentage libéré pour chaque élément. Vous vous apercevez que pour le rapport Rasmussen, l'activité totale libérée n'est que de 353,53 millions de curies tandis que pour le rapport de Cologne elle atteint 596 millions de curies.

• Dans la troisième partie, les curies ont été converties en rem pour différents organes. Le rem représente la dose absorbée en tenant compte de l'efficacité du rayonnement, différent suivant sa nature (alpha, bêta, gamma) et son énergie. Les quantités sont bien sûr phénoménales, si on les compare au 0,5 rem autorisé par an pour la population, ou même aux 600 rem qui représentent la dose mortelle. Il s'agit de l'irradiation prise immédiatement au point de rejet.

donc estimer à environ 3 kg le poids des produits de fission fabriqués par jour dans un réacteur d'une puissance thermique de 3 000 MW (environ 1 000 MWe). Cela correspond à la même quantité que celle créée par l'explosion de 3 à 4 bombes comme celle d'Hiroshima⁽³⁾. Ces produits s'accumulent dans le réacteur, et au bout d'un an par exemple, on en trouverait à peu près une tonne, soit la même quantité que pour 1 000 bombes Hiroshima. La comparaison n'est, en réalité, valable que pour les radio-éléments qui se désintègrent lentement. Pour les autres, il faut tenir compte de la décroissance radioactive qui fait diminuer leur accumulation dans le réacteur. Les quantités peuvent cependant être considérables. Plusieurs milliards de curies. Pour évaluer la radioactivité respective de ces divers éléments, il suffit de connaître la quantité d'uranium, puis de plutonium, contenue dans le réacteur ; pour chaque élément, il existe un rendement de fission donné ; en d'autres termes, chaque fois qu'un certain nombre d'atomes d'uranium se cassent, on considère qu'il se forme théoriquement un certain pourcentage d'un élément donné. En cas de perte de confinement, tous ces éléments radioactifs ne seraient pas pour autant libérés dans l'atmosphère. A chaque élément correspond un taux de libération donné. Suivant les études, 0,4 à 1 % du plutonium partiraient dans l'environnement tandis que des gaz comme le xénon, auraient un taux de libération de 90 à 100 %. Cela représenterait tout de même des centaines de millions de curies.

Ensuite, la diffusion de ces produits dépendrait en premier lieu des conditions météorologiques, mais aussi du relief et de la rugosité du sol. Ainsi, la présence de bâtiments ou de taillis, aurait pour effet d'augmenter la dispersion du nuage radioactif. Un autre paramètre intervient : la vitesse de dépôt au sol des particules. Plus cette vitesse est grande, plus le sol est contaminé à proximité du réacteur mais moins le nuage est concentré au-delà.

On peut grossièrement représenter la zone contaminée comme un ovale allongé dans la direction du vent, de longueur d'autant plus grande, que l'atmosphère est en régime de faible turbulence. Des abaques ou des formules de diffusion (modèle Gaussien) permettent de calculer les concentrations en chaque point de la zone, tandis que des formules de conversion permettent de transformer ces doses « émises » dans l'atmosphère en rem. Cette unité mesure alors la dose de rayonnement reçue par l'organisme, en tenant compte du type de rayonnement (alpha, bêta, gamma) et du type d'organe irradié, certaines éléments se fixant préférentiellement sur un organe donné ; l'iode 131 dans la thyroïde, le strontium dans les os. On peut ainsi se représenter le danger encouru par la population. La zone mortelle, celle où

l'irradiation du corps, par simple inhalation de l'air, atteint ou dépasse 600 rem, peut être fort différemment évaluée suivant les critères de calcul choisis. Ainsi, d'après le rapport Rasmussen, ce no man's land serait de 10 km de long, tandis qu'il atteindrait près de 100 km de long sur 4,4 km de large, selon les conclusions du groupe de scientifiques de l'Université de Provence, résultats qui confirment d'ailleurs le rapport de Cologne. Pourquoi ces divergences ? En étudiant les détails des calculs, on s'aperçoit que la modification d'un petit nombre de paramètres suffit à affecter considérablement les résultats. Fait plus troublant : la concordance des données pour les éléments radioactifs relativement peu dangereux pour l'organisme et l'écart considérable entre certaines autres. Ainsi, l'inventaire en curies du réacteur est similaire dans les trois rapports pour presque tous les éléments sauf pour le strontium 90, qui, fait étrange, est particulièrement nocif. L'activité de ce corps est jugée deux fois plus faible dans le rapport Rasmussen.

Les taux de libération des éléments radioactifs dans l'atmosphère concordent généralement sauf pour certaines catégories parmi lesquelles on retrouve le strontium 90. Le strontium 90 relâché est estimé trois fois moindre dans le rapport Rasmussen. Par ailleurs la dosimétrie interne utilisée dans ce même rapport, c'est-à-dire la conversion de 1 curie inhalé en rem pour les différents organes, varie par rapport à celle publiée en 1959 par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR). Dès la version préliminaire au rapport final Rasmussen, on peut d'ailleurs déjà constater des différences. Ainsi, la dose infligée au poumon y a été divisée par 4 pour le césium 137, par 10 pour le strontium 89 et 90 et par 20 pour le baryum 140. La dosimétrie concernant le corps dans sa totalité, qui figurait dans le rapport préliminaire et qui permettait de faire des comparaisons, ne figure plus dans le rapport final, où la moelle osseuse est choisie comme organe de référence.

D'autre part, il est curieux de constater que pour le groupe Rasmussen un homme inhale, en respirant, un volume d'air de 1,3 fois inférieur à celui indiqué par les deux autres rapports. D'autres hypothèses tendent à diminuer la concentration du nuage : présence de bâtiments qui augmentent la dispersion, vitesse non négligeable de dépôt au sol des particules radioactives ; du rapport préliminaire au rapport final, cette vitesse a été multipliée par 5.

Comment s'étonner alors, en considérant toutes ces hypothèses de départ optimistes, des conclusions peu alarmistes de ce rapport. La preuve du « nucléaire sans danger » n'est plus désormais qu'un gros tas de papier périmé ! Tout est à recommencer ! Mais il est inquiétant de penser que c'est sur ces travaux que repose la politique mondiale de sécurité nucléaire.

(3) On estime à 700 g la quantité d'uranium 235 qui s'est désintégré à Hiroshima.

L'Islam veut la bombe

Le Pakistan, l'Irak et la Libye ont tout mis en œuvre pour avoir la bombe atomique. Comme ils peuvent payer et qu'ils se soumettent volontiers au petit tour de passe-passe qui consiste à baptiser « pacifique » ce qui est belliqueux, il n'y a pas de raison pour qu'ils ne trouvent pas de fournisseurs.

Désireuses de préserver leur monopole stratégique nucléaire, les grandes nations (USA, URSS, Grande-Bretagne, Chine et France) ont toujours jalousement préservé leurs secrets de fabrication des bombes atomiques. Mais les affaires sont les affaires et ces dernières années, même involontairement, les grandes nations nucléaires ont fourni à d'autres nations non encore « nucléarisées » la technologie et les matières premières pour faire partie du club. Ce fut le cas, par exemple, pour la France et les Etats-Unis qui aidèrent secrètement Israël dans cette voie, ou du Canada qui livra aux Hindous des centrales à usage « civil » qui leur permirent d'avoir la matière première nécessaire à leur première bombe atomique en 1974 (1).

La voie était montrée aussi bien aux marchands d'armes déguisés qu'aux divers pays en voie de développement décidés à s'armer. En 1975, les grandes nations nucléaires, effrayées par l'instabilité ainsi provoquée sur la scène internationale par des ventes inconsidérées d'équipements ou de combustibles nucléaires, tentèrent, par diverses mesures, de contrôler la prolifération qu'elles venaient de créer... tout en continuant bien sûr à vendre centrales et réacteurs. Diverses réglementations

contraignantes n'empêchent pas les nations désireuses de se « nucléariser » de redoubler d'efforts, et cela malgré un traité international de non-prolifération, totalement inefficace.

Pour se doter de l'arme nucléaire, un pays a deux possibilités. Il peut construire une installation d'enrichissement de l'uranium naturel pour obtenir l'uranium 235 nécessaire à la confection de la bombe. Il faut 21 kg d'uranium 235 enrichi à 80 % pour faire une bombe. Mais si le pays en question possède déjà des centrales nucléaires dites civiles, ou des réacteurs de recherche, l'autre possibilité consiste tout simplement à se doter d'un atelier de retraitement. Cet équipement modeste permet d'extraire des déchets de la centrale le plutonium 239 indispensable à la confection d'une bombe. Dans ce cas, 5 kg de plutonium 239 enrichi à 80 % suffisent.

C'est cette deuxième voie, qu'après bien d'autres, ont choisie les Pakistanais. Courant avril, la CIA faisait savoir que l'actuel président du Pakistan, le général Zia ul-Haq, continuant l'action entreprise par son adversaire politique Ali Bhutto, avait dépêché l'un de ses meilleurs spécialistes nucléaires, le Dr Aku Khan, pour tenter de se procurer en Hollande, auprès du Consortium Urenco, des ultracentrifugeuses pouvant servir à l'enrichissement de l'uranium naturel par extraction

de l'uranium 235 fissile. Son voyage en Hollande terminé, le même envoyé pakistanais contacta des firmes américaines, allemandes, japonaises et britanniques, pour se procurer des alliages spéciaux utilisés dans l'industrie nucléaire. Ce qui mit la puce à l'oreille des services de renseignements américains, fut l'intérêt soudain que porta une obscure société pakistanaise de textiles à divers types de variateurs de fréquences vendus par la firme britannique Emerson Industrial Controls. Les responsables de la société britannique réalisèrent que les appareils demandés par les Pakistanais étaient, en fait, exactement les mêmes que ceux achetés par la British Nuclear Fuels pour les usines d'enrichissement de l'uranium Urenco.

On aurait pu alors penser que les Pakistanais voulaient effectivement se doter d'une usine d'enrichissement de l'uranium pour fabriquer le combustible nécessaire à l'approvisionnement de leur seule et unique centrale nucléaire de 125 MW installée à Chashma. Une étude plus approfondie devait montrer qu'il n'en était rien. En effet, la centrale pakistanaise, d'origine canadienne, comme les centrales hindoues, fonctionne à l'uranium naturel très faiblement enrichi. D'où la conclusion des experts américains de la CIA et du Département d'Etat : « Si le Pakistan voulait fabriquer lui-même l'uranium enrichi pour faire une bombe atomique, il n'agirait pas autrement. » Cette analyse faite, la réaction politique américaine ne se fit pas attendre. Le président Carter décidait le 9 avril dernier de réduire graduellement son aide économique (85 millions de dollars pour 1979 et 1980) au Pakistan. Bien sûr les Pakistanais voient dans la décision américaine la volonté d'un lobby sioniste voulant affaiblir un pays islamique.

En fait, les Pakistanais veulent depuis longtemps se doter d'un armement nucléaire. Et l'explosion de la bombe atomique hindoue en 1974 n'a pu que renforcer les dirigeants de ce pays dans cette volonté. Leur choix initial s'était porté sur la filière plutonium qui est plus rapide que la filière uranium enrichi. A l'époque, Ali Bhutto s'était adressé à la France pour que notre pays lui fournisse un atelier de retraitement du combustible irradié. Auparavant, il avait fait un voya-

(1) Pour plus de détails sur les problèmes techniques et scientifiques de la prolifération nucléaire, voir les S. et V. n° 682, 694, 700, 703, 706, 718, 737.

ge au Canada pour conclure un accord portant sur la livraison de 25 tonnes d'uranium naturel par an, nécessaires à l'approvisionnement de sa centrale nucléaire qui est, rappelons-le, d'origine canadienne. Il est clair maintenant qu'il entendait faire ce qu'ont fait les Hindous : retraiter le combustible irradié pour en extraire le plutonium. Mais, échaudés par l'explosion surprise de la bombe indienne, les Canadiens dénoncent l'accord qui les liait aux Pakistanais en 1974. Cela n'empê-

pourrait le penser : l'Arabie Séoudite et la Libye s'intéressent de très près au développement nucléaire de ce pays. La Libye a proposé de participer au financement du programme nucléaire pakistanais. Cette solution permettrait au président Kadhafi de tourner la réticence des nations industrialisées pour réaliser son vieux rêve, nucléariser son pays. Il est d'autant plus intéressé par le nucléaire qu'il possède de vastes gisements d'uranium, en particulier dans la fameuse bande

compte, il n'y a qu'à considérer la toute récente affaire de plastique à Toulon des cuves nucléaires françaises destinées aux réacteurs irakiens Tamuz 1 et 2. Ces deux réacteurs fabriqués par les Français sont en fait des copies des réacteurs de recherche Osiris et Isis de 70 MW, dont la vente fut décidée en 1976. Ils fonctionnent à l'uranium enrichi. Pour conserver le marché, la France a été obligée de s'engager à livrer les charges d'uranium hautement enrichi nécessaires à leur fonctionnement. Après de multiples retards, les Français allaient honorer leur contrat début avril et livrer les cuves en Irak, quand des services spéciaux d'une puissance étrangère les détruisirent la veille de leur départ. D'aucuns virent là la main d'Israël pour qui les Irakiens constituent maintenant la seule menace militaire sérieuse après l'accord de paix avec l'Egypte. Les Israéliens pouvaient craindre qu'une partie de l'uranium enrichi que la France devait normalement livrer, ne fut utilisée pour faire les bombes. On comprend bien dans ces conditions que si le Pakistan aide la Libye à se doter de la bombe, on peut inévitablement s'attendre de la part d'Israël à la répétition du même scénario pour éviter un renforcement de la puissance arabe, et surtout conserver le monopole nucléaire dans cette région du globe.

Bien sûr, pour éviter la prolifération nucléaire, la France a mis au point un nouveau procédé d'enrichissement de l'uranium baptisé Caramel qui exclut toute possibilité d'utilisation militaire⁽²⁾, ce qui permettrait de pouvoir continuer à vendre ses équipements nucléaires à des pays tiers tout en évitant le risque de prolifération. Mais ce procédé ne sera vraisemblablement ou point que d'ici quatre ans.

Irak, Pakistan, Libye, sont pour l'instant sous les feux de l'actualité. Ces pays ne sont pas les seuls à vouloir se doter discrètement de l'arme nucléaire. D'autres s'y préparent : l'Afrique du Sud, le Brésil, l'Argentine, la Corée du Sud, Taïwan, etc., pour ne citer qu'eux. Il est sûr qu'à l'avenir la prolifération nucléaire continuera d'envenimer encore davantage des relations internationales déjà difficiles.

Jean-René GERMAIN ■

(2) Voir *Science et Vie* n° 717.

LA RÉACTION INDIENNE A L'AFFAIRE PAKISTANAISE

Il fallait s'y attendre. L'Inde a vivement réagi à l'annonce de l'effort de nucléarisation du Pakistan. Répondant à une question du parlement indien, le ministre des affaires étrangères de l'Inde, M. Samarendra Kundu a indiqué que son gouvernement allait revoir sa politique de défense, à la suite de la situation nouvelle au Pakistan. Après l'explosion de sa première bombe atomique en 1974, l'Inde avait toujours déclaré ne pas vouloir en faire un engin militaire. La déclaration de Samarendra Kundu est néanmoins considérée par les observateurs comme un changement de la politique indienne de défense et un pas de plus vers la nucléarisation de ce pays qui se sent menacé, et par le Pakistan, et par la Chine. □

cha pas Ali Bhutto, puis le général Zia ul-Haq, de continuer les pourparlers avec les Français pour la livraison de l'atelier de retraitement. L'affaire fut finalement conclue en 1976, au grand dam des Etats-Unis, avec la bénédiction de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique que devait contrôler les opérations et éviter, en principe, que du plutonium ne soit détourné à usage militaire. Les Américains n'eurent de cesse de s'opposer au contrat franco-pakistanais en proposant notamment que les Français modifient leurs installations de manière à exclure tout usage militaire. Les pressions américaines et canadienne furent telles que le 16 décembre 1976 le président de la République, M. Valéry Giscard d'Estaing, dénonçait officiellement le contrat avec les Pakistanais ainsi qu'avec la Corée du Sud, intéressée elle aussi par un atelier de retraitement, et pour les mêmes raisons. Pour les Pakistanais, la décision devait sonner le glas de la filière plutonium. Il ne leur restait donc plus qu'à se tourner vers la filière uranium enrichi, ce qu'ils font actuellement. Malgré le retrait de l'aide économique américaine, les Pakistanais ne sont pas aussi isolés qu'on

d'Aoozou revendiquée sur le Tchad, et qu'une centrale atomique peut lui permettre de dessaler l'eau de mer pour irriguer son pays. Des contacts ont donc eu lieu en 1976, avec le gouvernement français afin d'acheter une centrale nucléaire civile de 600 MW selon la filière graphite-gaz, avec une unité de fabrication d'eau lourde, et des installations de recherche nucléaire. Comme l'affaire ne devait pas se faire avec les Français, les Libyens se tournèrent vers Moscou qui installe, actuellement, un centre de recherche nucléaire et une centrale de 2 MW. Dès lors on comprend pourquoi le président Kadhafi s'intéresse de très près aux efforts des Pakistanais qui pourraient, d'ici 5 à 7 ans, leur offrir la possibilité d'extraire le plutonium à partir du combustible fourni par la centrale russe. Il est évident que le président libyen peut offrir aux Pakistanais non seulement des techniciens, mais aussi un polygone d'essai dans son vaste pays. Sans préjuger de l'avenir, il est certain que la nucléarisation du Pakistan et de la Libye est plus que probable à terme. Elle n'ira pas sans modifier considérablement l'équilibre stratégique au Proche-Orient. Pour s'en rendre

Des miroirs célestes et le flux du Gulf Stream pour fabriquer des gigawatts

Hors des sentiers battus, tous les projets paraissent insensés. Il faut tout le poids des grands organismes américains pour qu'on admette la possibilité de fabriquer de l'énergie (à prix normal) à partir de la lumière du Soleil ou de la force des courants. Des études très poussées précisent déjà les coûts et les rendements.

■ L'Amérique n'est pas comme la France à court de ressources énergétiques. Elle possède du charbon en quantité, du pétrole et de l'uranium. Pourtant, dévoreuse d'énergie, elle importe 45 % du pétrole qu'elle consomme et redoute le moindre bouleversement politique au Moyen-Orient. La crise iranienne, par exemple, a poussé James Schlesinger, secrétaire d'Etat à l'Energie, à mettre au point un plan d'économies d'énergie qui a été présenté au Congrès en avril dernier et entrera en vigueur en juin et janvier prochains afin de restreindre la consommation et financer les recherches en énergies nouvelles. Déjà, cette année⁽¹⁾ le gouvernement fédéral dépensera environ 3 milliards de dollars (13,5 milliards de francs), soit le tiers du budget total du Département à l'Energie (DOE), pour financer quelque 5 000 projets de production d'énergie à partir de sources non traditionnelles (vent, soleil, océan, biomasse, bois, etc.). Les études les plus extravagantes voisinent avec les recherches les plus prometteuses comme la fusion ou la production d'électricité à partir de cellules photovoltaïques. Parmi les projets insolites, deux méritent une attention particulière : le premier parce qu'il est étudié par le très sérieux Ames Research Center⁽²⁾ appartenant à la NASA et vient d'être présenté à Houston au

145^e Congrès de l'AAAS (American Association for Advancement of Science). Baptisé SOLARES⁽³⁾, il a pour principe de placer en orbite des miroirs géants capables de focaliser sur terre, en des points précis, les rayons du soleil. Le second parce qu'il vient de recevoir du DOE une aide supplémentaire de 1 million de francs. Son nom : l'étude Gulf Stream, mise au point par la société Aerovironment Inc. de Pasadena ; il a pour but d'extraire, à l'aide de turbines géantes, l'énergie du Gulf Stream.

Le concept SOLARES, comme l'appelle le responsable du projet, Kenneth W. Billman, est la seconde étude sérieuse et compétitive financièrement destinée à capter l'énergie solaire grâce à des satellites. La première, le SPS (Satellite Power System) est également étudiée par la NASA⁽⁴⁾. Son principe : placé sur orbite géostationnaire, le SPS collecte l'énergie du Soleil, la transforme en électricité par l'intermédiaire de cellules solaires, puis utilise cette électricité pour produire des micro-ondes qui sont dirigées vers des stations de réception sur Terre où elles sont reconvertises en électricité. Le SPS, financé conjointement par la NASA, le DOE et l'industrie aérospatiale américaine, a reçu un budget de 16 millions de dollars (72 millions de francs)

(1) L'année fiscale américaine commence en octobre et finit en octobre de l'année suivante.

(2) Situé près de San Francisco.

(3) SOLARES signifie Space Orbiting Light Augmentation Reflector Energy System.

(4) Nous l'avons exposé dans notre numéro de février 1977.

pour 3 ans. « Mais, explique Kenneth Billman, le SPS a quelques inconvénients : pour être efficace, il nécessitera la mise en orbite d'un réseau de cellules solaires de très grande taille : 5 km \times 25 km ; on prévoit aussi 2 transmetteurs de micro-ondes d'un kilomètre de diamètre chacun. Résultat : le SPS pèsera environ 100 000 tonnes pour une production d'électricité de 5 GW, le cinquantième de la consommation des USA. Il faudra donc d'énormes vaisseaux spatiaux pour le placer en orbite : de plus, il n'est pas certain que l'on soit capable dans un proche avenir, d'assembler dans l'espace des structures aussi complexes que le générateur et le transmetteur de micro-ondes. En outre, les premières études économiques prévoient un coût de production de l'électricité assez élevé, environ 0,045 dollar par kWh, soit 19,7 centimes par kWh».

Durant un an et demi, l'équipe du Ames Research Center a donc cherché à mettre au point d'autres solutions qui éviteraient les défauts du SPS, c'est-à-dire sa masse, sa composition et son coût. Kenneth Billman eut alors l'idée de placer sur orbite, non pas des cellules photovoltaïques, mais des miroirs géants, ultra-légers, capables de faire converger en des points précis de la planète, qu'il appelle des « fermes solaires », la lumière du Soleil. Pour passer de la théorie à la pratique, il fallait définir l'allure des orbites, choisir les matériaux les plus appropriés pour réaliser les miroirs, déterminer la meilleure manière d'amener les miroirs sur leurs orbites définitives, concevoir les « fermes solaires », évaluer les conséquences écologiques du projet et tirer les premières conclusions économiques.

La taille des zones illuminées sur Terre est fonction de l'altitude des miroirs. Pour obtenir des « fermes solaires » de dimension humaine — de 30 km de côté par exemple — il est nécessaire de placer les miroirs à quelques milliers de km de la Terre. Situés sur des orbites à défilément — à 3 ou 4 000 km — une série de miroirs tournant avec des périodes différentes, renverront à tour de rôle les rayons du Soleil en des sites précis : ceux situés près de l'équateur seront alimentés par des miroirs se déplaçant sur des orbites équatoriales basses, ceux situés ailleurs pourront être atteints par des miroirs tournant sur des orbites inclinées. Chaque miroir pivotera autour de l'un de ses diamètres au fur et à mesure qu'il défilera devant la Terre afin que les rayons réfléchis restent fixes sur notre sol.

Les miroirs conçus par l'équipe de Kenneth Billman ressemblent à des roues de bicyclettes géantes, d'un kilomètre de diamètre. La structure circulaire faite d'un mélange d'aluminium et de fibres de carbone, supporte une membrane de plastique d'environ 2,5 microns, recouverte de chaque côté d'une très fine couche — environ 1 micron — d'aluminium à très fort pouvoir réfléchissant. Cette surface est soutenue par un ensemble de rayons et une série de structures métalliques concentriques. Le tout est maintenu rigide grâce à des tendeurs fixés à un mât central. La

tension du miroir a été déterminée afin que celui-ci résiste à la pression de radiation, au gradient de gravité et aux forces d'inertie⁽⁵⁾. D'après les premières études, la masse de tels miroirs serait extrêmement faible. Un miroir de 500 mètres de diamètre et placé à 4 146 km, aurait une densité moyenne de 10 g/m² soit une masse de 795 kg. Sur une orbite plus basse, la structure devrait être plus robuste puisque les perturbations sont plus importantes.

Afin d'amener les miroirs SOLARES sur leurs orbites définitives, plusieurs étapes ont été prévues : les miroirs sont d'abord transportés en pièces détachées à quelque 800 km de la Terre par l'intermédiaire de « cargos de l'espace », les HLLV (Heavy Lift Launch Vehicles) qui seront capables, d'ici 1990, d'amener des chargements de 400 tonnes sur des orbites basses pour un prix d'environ 10 dollars par kg⁽⁶⁾. Là, les miroirs seront assemblés sur une station spatiale, avant de rejoindre leurs orbites définitives en utilisant seulement la pression de radiation de la lumière solaire. Il leur faudra environ 65 jours pour passer des usines de l'espace à une orbite située à 4 000 km de la Terre.

L'ensoleillement de chaque « ferme solaire » en un point bien précis du globe varie en fonction du temps mais également en fonction de l'inclinaison de l'orbite et de l'attitude des miroirs ainsi que de leur surface. L'équipe du Ames Research Center a donc mis au point un modèle mathématique définissant la valeur de l'ensoleillement sur Terre, là où le miroir réfléchit l'image du Soleil : la puissance supplémentaire serait selon les calculs, d'environ 0,9 kW/m² venant s'ajouter au 0,26 kW/m² ambiant. En principe, les nuages ne devraient pas modifier de façon significative l'ensoleillement. En prenant comme exemple l'île de la Guadeloupe, où le ciel est très fréquemment vierge de nuages en raison du dégagement de chaleur qui émane de son sol, Kenneth Billman pense qu'il est possible de contrôler ce dégagement de chaleur pour chaque site solaire afin d'éviter les ciels nuageux.

Au sol de gigantesques « fermes solaires » reçoivent ce rayonnement solaire et le transforment en électricité par l'intermédiaire de cellules solaires. Sur les bords extérieurs du site, là où l'ensoleillement est moins puissant, des usines de désalement de l'eau de mer, des fermes d'algues ou d'autres plantes (avec lesquelles on produira du fuel, ou des substituts de produits pétrochimiques) peuvent être construites ; un peu plus loin encore se développeront des industries employant de grandes quantités de chaleur.

Prenons un cas précis. Des miroirs de 0,5 km de diamètre, de 10 g/m² de densité, situés à 4 146 km sur une orbite inclinée à 45° et offrant une surface réfléchissante totale de 45 800 km² (il

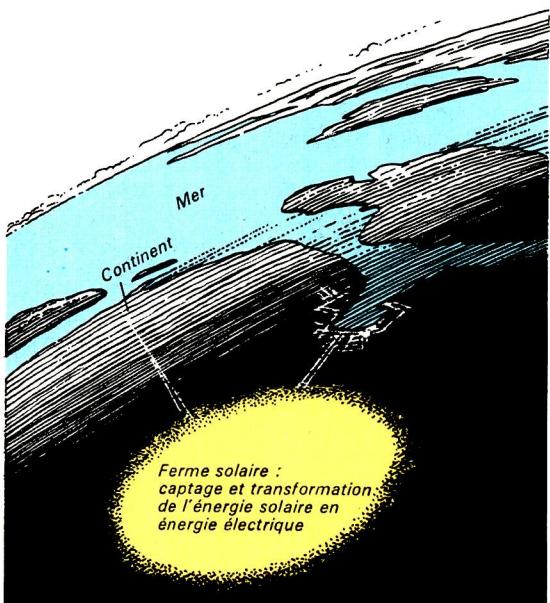
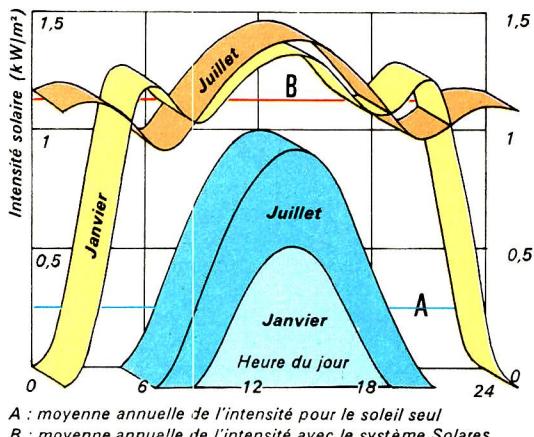
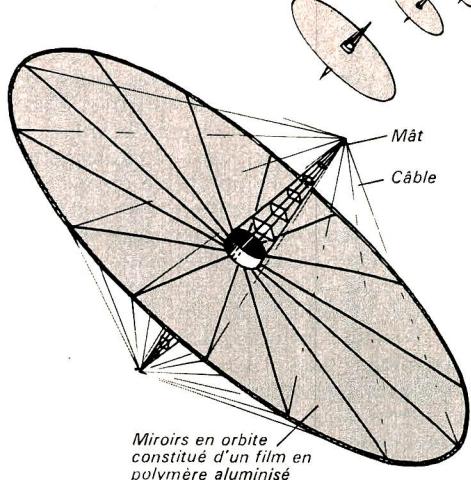
(5) Qui prennent naissance lorsque l'on oriente le miroir.

(6) Alors que le coût prévu pour la navette spatiale avoisine les 1 000 dollars par kg.

UNE ROUE DE BICYCLETTE GÉANTE POUR CONCENTRER LA LUMIÈRE DU SOLEIL...

Le projet **SOLARES** consiste à placer, sur orbite géostationnaire, des miroirs de 1 kilomètre de diamètre en aluminium, à une altitude de 3 à 4 000 kilomètres. Les rayons du soleil sont réfléchis sur des sites appelés « fermes solaires », ou des cellules photovoltaïques convertissent l'énergie lumineuse en électricité.

L'ensoleillement d'une ferme solaire par le système **SOLARES** (en jaune), dépend assez peu de l'heure de la journée et des fluctuations saisonnières, comme le montre le graphique ; les calculs prévoient pour une année, un ensoleillement moyen (en rouge) cinq fois supérieur à l'ensoleillement ambiant (en bleu).



faudrait environ 58 000 miroirs) pourraient fournir à la Terre 720 GWe (en considérant le rendement de la conversion en électricité égal à 15 %), soit près des trois quarts de la consommation mondiale d'électricité qui avoisine les 1 000 GWe. Il faudrait alors construire sur la Terre 5 « fermes solaires » d'une superficie de 1 168 km² chacune (soit un carré de 34,2 km de côté). Ce système mondial de production d'énergie pèserait environ 458 000 tonnes. En supposant que les « cargos de l'espace » (les HLLV) soient capables de transporter un chargement de 370 tonnes (7), il faudrait près de 1 240 lancements pour conduire SOLARES en pièces détachées jusqu'aux usines de l'espace. En comptant 190 lancements par an, 6 ans et demi seraient nécessaires pour amener l'ensemble jusqu'à 800 km d'altitude. Il faut aussi prévoir des

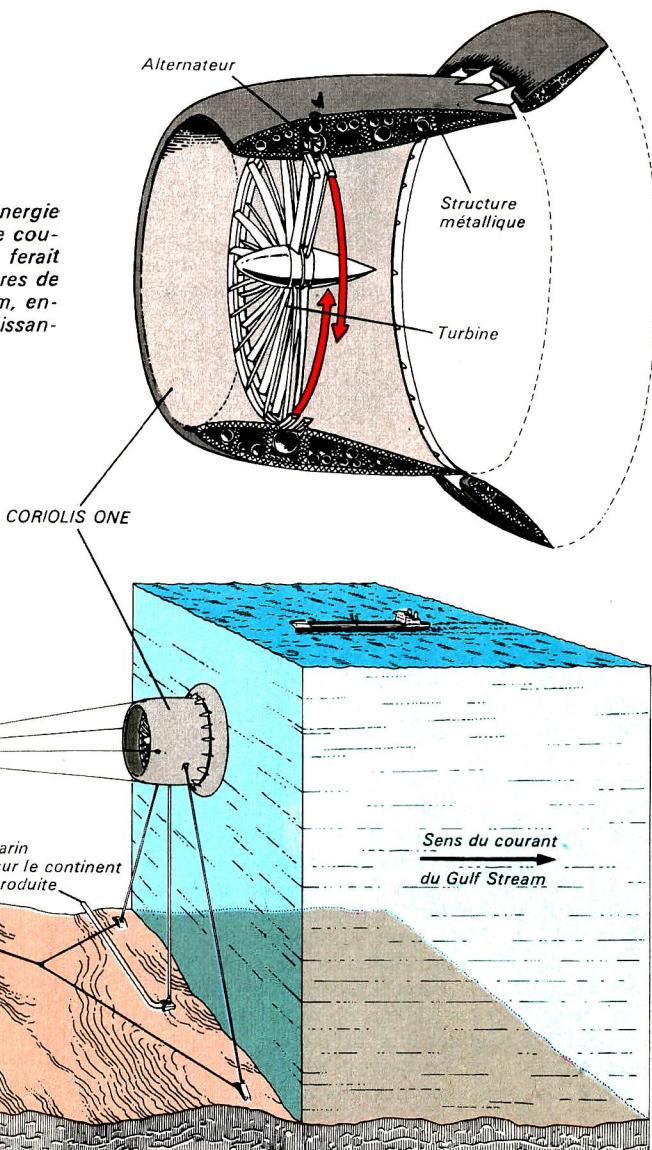
navettes pour transporter et relever les 3 300 personnes qui assembleront les différents éléments dans l'espace et celles qui iront dépanner les miroirs sur leurs orbites définitives.

Quelles seraient les conséquences écologiques d'un tel système énergétique ? Bien que les études concernant l'impact sur l'environnement de SOLARES soient loin d'être terminées, on peut s'attendre à ce que la chaleur résiduelle dégagée aux alentours des fermes solaires modifie très localement le climat. Dans quelles proportions ? Il faudra attendre le résultat des recherches du Ames Research Center. Parallèlement, de très vastes zones de Terre, plus de 1 100 km² par site, selon l'exemple précédent, seront utilisées pour focaliser les rayons du Soleil. Accepterons-nous de rendre « zones interdites » de si grandes superficies ? « Toute production d'électricité centralisée à partir de cellules solaires mobilise d'im-

(7) C'est ce qui a été prévu dans le cas du SPS.

... ET UN TURBO-ALTERNATEUR DE 75 MW ACTIONNÉ PAR LE GULF STREAM

L'objectif du projet **Coriolis** est d'exploiter l'énergie du Gulf Stream pour produire de l'électricité. Le courant sous-marin, qui atteint 2,3 m par seconde, ferait tourner les pales d'une turbine placée à 25 mètres de profondeur. La turbine, d'un diamètre de 170 m, entraînerait un alternateur capable de fournir une puissance de plusieurs dizaines de mégawatts.



portantes étendues, explique Kenneth W. Billman, la seule différence c'est que le système SOLARES produit une quantité d'énergie par unité de surface 5 fois supérieure à celle produite par la lumière solaire ambiante. » Le troisième inconvénient du système, c'est la dispersion de la lumière, aux alentours des miroirs d'abord, et au voisinage des sites solaires. Sur Terre, la dispersion sera due à des particules situées entre le sol et 3 km d'altitude et elle constituera un halo de lumière au-dessus des fermes solaires visibles à 150 km à la ronde et semblable à la lumière qui entoure les villes situées dans des régions désertiques. Là encore, des recherches approfondies sont nécessaires pour bien évaluer l'importance de ces nuisances. Enfin, il ne faut pas négliger la pollution chimique et le bruit engendré par les cargos (1 240 lancements pour placer en orbite l'ensemble du système SOLARES), nécessaires à l'installation du sys-

tème. Certains effets de SOLARES ne sont pas encore bien connus. Et parmi eux, la modification globale du climat que pourrait engendrer un système de cette envergure reste à étudier. Les premières études économiques sont particulièrement encourageantes, bien que les investissements initiaux soient élevés : il faudrait compter environ 792 milliards de dollars (3 405 millions de francs en considérant le dollar à 4,35 F), soit 3,4 % du Produit National Brut américain. Mais en admettant que le système ait une durée de vie de 30 ans, le prix du kWh avoisinera les 0,0238 dollar soit 10,35 centimes, un coût inférieur à celui du kWh produit par les centrales nucléaires qui se situe, selon les officiels français à 13 ou 13 centimes. Autre avantage du système : sa modularité ; les miroirs peuvent rejoindre leur orbite d'une façon bien étalée dans le temps ; en trois ans, on peut mettre sur pied un réseau capable déjà de produire 300 GW puis l'étendre

petit à petit pour atteindre 1 700 GWe 12 ans plus tard.

Plus modeste que SOLARES, le projet Gulf Stream ou Coriolis (en souvenir de Gaspard Gustave de Coriolis dont la théorie a en partie servi à expliquer le sens du mouvement des courants marins) a attiré l'attention du Département de l'Energie Américain parce que les simulations sur ordinateurs et les tests en laboratoires ont été prometteurs.

Pas de danger écologique

De quoi s'agit-il ? De construire d'énormes turbines d'environ 170 mètres de diamètre, dont les pales seraient fixées à l'intérieur d'un conduit évasé de 110 mètres de long. Chaque turbine serait placée à 25 mètres de profondeur, au beau milieu du Gulf Stream. Le courant qui atteint 2,3 m/s ferait, au passage, tourner les pales, et celles-ci entraîneraient un alternateur. Cette idée bien séduisante a été développée par Peter B.S. Lissaman, vice-président de la Société Aerovironment de Pasadena. Anglais, diplômé de mathématiques de Cambridge, le Dr Lissaman est aussi un poète qui aime les projets grandioses. C'est lui qui avec Paul MacCready (président d'Aerovironment) a réalisé le rêve d'Icare en concevant le Condor, le premier avion utilisant pour voler la seule force humaine (voir Science et Vie de décembre 1977). « Le Gulf Stream, m'explique le Dr Peter Lissaman, est plus puissant que toutes les rivières du monde réunies. On ne peut pas négliger la source d'énergie qu'il représente. De plus, nous avons déterminé plusieurs sites où la puissance des courants marins pourrait faire fonctionner des turbines du type Coriolis. » « Dans notre projet, chaque turbine et son enveloppe seront amarrées par l'intermédiaire de deux systèmes d'ancres ; l'un vers l'arrière servira d'amarrage de traction (la chaîne d'ancrage avoisinera les 2 km et l'ancre pèsera environ 6 000 tonnes), l'autre vers le fond de l'océan servira d'amarrage de flottaison. » En principe, ce système d'amarrage ne présente pas de difficultés de réalisation, puisqu'il utilisera les technologies employées pour les plates-formes pétrolières off-shore. A l'intérieur du conduit, des chambres de flottaison permettront de contrôler des turbines. On pourra ainsi les amarrer à la surface pour les réparer, ou au contraire les enfoncer plus profondément sous le niveau de la mer. Chaque pale est constituée d'une série de segments en aluminium accrochés les uns aux autres de telle façon que l'ensemble ait un fort couple de torsion et une déformation négligeable. Les alternateurs répartis sur la pente de l'hélice sont au nombre de 8. Le courant produit est alors acheminé vers le rivage grâce à des câbles sous-marins à haute tension. Toute la

partie électrique des turbines sous-marines fait partie d'une technologie bien connue.

Aujourd'hui, les tests sur des modèles réduits sont terminés. Et la société Aerovironment attend le financement d'une turbine pilote capable de fournir une puissance de 1 MW (soit 75 fois moins que les turbines grande taille), financement dont la moitié doit provenir du DOE et l'autre moitié de l'industrie privée.

Le projet Gulf Stream, comme le conçoit Peter B. Lissaman, compterait 231 turbines rassemblées en rangées de 11 turbines (soit 21 groupes). Le réseau s'étendrait sur 60 km de long et 30 km de large, et les premières turbines seraient amarrées à 32 km des côtes de la Floride. Selon les calculs un tel système pourrait produire 10 000 MWe, soit l'équivalent de la production de 10 centrales nucléaires.

D'après les premières estimations économiques, le projet Gulf Stream est tout à fait compétitif avec les différentes énergies de remplacement. Ainsi, un réseau de turbines Coriolis pourrait fournir de l'électricité à un prix de revient avoisinant les 0,036 dollar soit 15,4 centimes. Parallèlement, aucune difficulté technologique majeure ne vient s'opposer à sa réalisation. Mais un problème subsiste. Celui des conséquences écologiques d'un système de cette envergure. Dans quelle mesure d'abord le Gulf Stream sera-t-il perturbé ? D'après les premiers calculs de l'équipe d'Aerovironment, le courant serait ralenti d'environ 1 % mais les études plus approfondies utilisant des modèles mathématiques du Gulf Stream vont être entreprises ; car n'oublions pas que ce courant, qui prend naissance dans le Golfe du Mexique, frôle la côte ouest américaine puis les côtes canadiennes avant de venir lécher l'Europe et retourner vers la Floride en traversant la mer des Caraïbes, est responsable du climat de la majeure partie de la zone atlantique. Toute modification de son cours pourrait avoir des conséquences fâcheuses pour les pays qui le bordent. « Non, répond Peter Lissaman, le Gulf Stream est si important, il déplace des masses d'eau si considérables, que nos turbines ne sont que coquilles de noix comparées à ce monstre. » Parallèlement, des turbulences vont apparaître dans le sillage de chaque turbine ; leurs effets selon les calculs, deviendront négligeables à 5 100 mètres à l'arrière du système (une distance égale à 30 fois le diamètre de la turbine).

Aujourd'hui, personne ne peut dire si le projet SOLARES ou l'étude Gulf Stream, deviendront, un jour, nos sources d'énergie. Mais l'Amérique avec sa volonté d'échapper à tout prix aux conséquences d'une nouvelle crise pétrolière, avec l'argent qu'elle consacre aux énergies nouvelles, avec son désir d'étudier tous les projets même les plus fous, parviendra peut-être à trouver le moyen d'éloigner pour quelques dizaines d'années le spectre de la pénurie énergétique.

Françoise HARROIS-MONIN ■

Slendertone remplace le courage, la résolution et le temps.

Aujourd'hui avoir quelques centimètres en trop, c'est avoir quelques années en plus.

Surveiller sa ligne, se méfier de son poids n'est pas une coquetterie, c'est une mesure de salut public, et d'exigence pour tous ceux qui ont des responsabilités dans la vie et du respect pour eux-mêmes.

Slendertone est une merveilleuse invention qui tombe à pic alors que notre monde peut tout acheter, sauf du temps.

Quand votre tour de taille atteint la côte d'alerte, c'est le moment de se tourner vers Slendertone.

Vous savez qu'un muscle qui "travaille" conserve son tonus et son élasticité.

S'il ne "vit" pas, les échanges vitaux se ralentissent, vous vieillissez plus vite.

Les petits disques souples Slendertone sont "héroïques" à votre place, ils remplacent la résolution et le temps que vous n'avez pas toujours.

Ce sont les impulsions transmises par les disques Slendertone qui font "travailler" vos muscles en profondeur. Comme la culture physique.

Simplement, vous êtes libre d'utiliser ce temps comme bon vous semble.

Avec Slendertone, pour la première fois le repos actif est possible.

Profitez-en !

Slendertone est héroïque à votre place.



ACTUM

Slendertone, le repos actif.

29, bd des Batignolles. Service N 60. 75008 Paris.

Tél. 387.91.90

01000 Bourg-en-Bresse - BERNARD CROYET - 12, r. de la Liberté
03200 Vichy - ETS GILLES - 4, r. de Sevigné
05407 Nice - ETS PASCALIN - 29, Pasteur
06000 Nice - CHATEL MALLOT - 1, r. Carnot
11000 Carcassonne - Ets SARCOS - 9, pl. Carnot
13005 Marseille - EQUIPEMENT MEDICAL - 192, bd Baille
14000 Caen - DANJOU ROUSSELOT - 5, pl. Malherbe
20000 Toulouse - Ets GUY - 20, r. Jean-Jaurès
27000 Evreux - LA MAISON DU REGIMENT - 1, r. de Verdun
28000 Chartres - MEDICALIS S.A. - 8/14, r. Gabriel Péri
29200 Brest - ARMOR MEDICAL - 14, r. Fautras
30000 Les Angles - Ets GENET - 21, r. de Nîmes
31200 Toulouse - Ets GUY - 20, r. Jean-Jaurès
32200 Bordeaux Caudéran - Ets F. GUY - 8, av. de la République
34000 Montpellier - MINI ORTHOPÉDIE - 38/40, r. du Pont de Latte
35000 Rennes - P. D'ESTREES - 1, r. Lafayette
37000 Tours - Ets L'ESPRESSO - Commerce
38000 Grenoble - SIV SOLLE MERCIER - 4, r. du Gresivaudan
42000 Saint-Etienne - Ets MORENVILLEZ - 12, r. de Lodi
44000 Nantes - Ets DESCHAMPS - 2, r. de la Bastille
49000 Angers - Ets CODEM - 9, r. Jules Dauban

54000 Nancy - PARFUMERIE CELINE - 1 bis, pl. Thiers
56000 Vannes - Ets SAINT-NICOLAS - 50, r. Menéa
57000 Metz - Ets FREY - 11, r. Haute Sévigné
59300 Lille - Ets L'ESPRESSO - 52, rue Nationale
63000 Clermont-Ferrand - Ets L'HOMME RABIER - 1, r. du Port
64000 Pau - G.P.N. - 92, r. Emile Guichenne
66000 Perpignan - COMPTOIR MEDICAL EUROPEEN - 86, bd A. Briand
67000 Strasbourg - Ets L'ESPRESSO - 24, r. de la Paix - 22 Novembre
68000 Mulhouse - GALERIE LUCKERT - 5 av. de Colmar
69002 Lyon - MEDICO FRANCE - 6, pl. Bellecour
72000 Le Mans - SOCIETE ATTICA - 34, r. du Docteur Leroy
74000 Annecy - ANNEXE MEDICAL - 8, r. du Rhône
75000 Paris - MEDICALIS FRANCE - 10, r. du Bouquet
76000 Rouen - PH DU BAC - 16/18, r. du Bac
77300 Fontainebleau - DIACON - 13, grande
78120 Rambouillet - SEMMA - 42, r. Patenotte
80000 Amiens - SEMMA - 3, pl. Gambetta
83000 Marseille - MEDICO FRANCE - 10, r. du Chaban
87000 Limoges - MEDICAL LIMOUSIN - 3, r. B. Palissy
89000 Auxerre - Ets COMTE ET CIE - 3/5/7, r. de Paris
Monaco - FAMADEF - 29, r. Jules Dauban

Bon gratuit pour une documentation

à retourner à Slendertone, 29, bd des Batignolles, 75008 Paris. Sans engagement de ma part, veuillez m'adresser votre documentation N. 60.

Nom _____

Adresse _____

Tél. _____

La voiture à hydrogène supplante la voiture électrique

Les voitures urbaines rouleront-elles demain à l'hydrogène ? Bien qu'il faille des réservoirs 20 fois plus lourds que pour l'essence, l'hydrogène l'emporte nettement sur le « tout électrique » avec batteries traditionnelles. Et de l'hydrogène, on peut en fabriquer tant qu'on en veut...

■ Les chercheurs ne désespèrent pas : leurs premières réalisations de réservoirs à hydrogène, sous forme d'hydrures métalliques, démontrent la possibilité pratique d'utiliser l'hydrogène comme carburant automobile : un prototype de minibus construit par Mercedes roule déjà depuis 3 ans avec une autonomie de 150 km. Aujourd'hui, des équipes françaises, à Bordeaux et à Grenoble, ont mis au point, à leur tour, des réservoirs capables d'absorber 1 kg d'hydrogène par 80 kg d'hydrure. C'est que l'intérêt d'alimenter un moteur à l'hydrogène est énorme. Son rendement est, en effet, bien supérieur aux hydrocarbures conventionnels.

Le pouvoir calorifique de l'essence est de 11 000 kcal par kg alors que celui de l'hydrogène est presque trois fois plus élevé : 29 500 kcal par kg. Alors que les moteurs à essence offrent un rendement de l'ordre de 23 %, le moteur à hydrogène peut se prévaloir de 30 %. A un kilogramme d'hydrogène correspondent, pour un même usage, 3,6 kg d'essence (ou 4,8 litres).

D'autre part, la combustion de l'hydrogène n'émet ni fumées, ni odeurs, juste de la vapeur d'eau et quelques fractions d'oxyde d'azote.

Il serait d'ailleurs possible de restreindre ces formations d'oxydes en abaissant la température de combustion par recyclage d'une partie de la vapeur d'eau rejetée à l'échappement (dans la proportion de 1 à 5). Corollaire non négligeable : l'hydrogène ne se dilue pas dans le lubrifiant du moteur ; il n'y a pas de « lavage » des cylindres et l'on peut s'attendre à une plus grande longévité des organes mécaniques.

La carburation à hydrogène ne pose pas de problème particulier d'adaptation mécanique : par rapport à un moteur conventionnel, l'idéal

est de l'introduire directement dans la chambre de combustion, une fois l'air comburant admis, par une troisième soupape qui joue le rôle d'injecteur. La température d'inflammation, plus basse que celle de l'essence, permet même de recourir à un allumage moins puissant, préservant donc la durée de vie des bougies et des soupapes. Si pour l'heure, l'essentiel de l'hydrogène utilisé pour les besoins de la chimie provient des hydrocarbures ou de la gazéification du charbon, au prix de 10 centimes la thermie, on recourra inéluctablement demain à l'électrolyse de l'eau, disponible en quantité inépuisable.

Le rendement de l'électrolyse n'est cependant pas brillant : pour un kW d'électricité dépensé pour dissocier l'eau, on obtient une disponibilité d'hydrogène en puissance de 0,58 kW. Le prix de cet hydrogène est d'environ 13 centimes la thermie, contre 7 centimes pour l'essence (au prix actuel de reprise en raffinerie).

Le principal problème demeure cependant celui du stockage. Il n'est pas question, en effet, d'embarquer de l'hydrogène sous pression, s'agissant là d'une véritable bombe explosive, ni même sous forme liquide. La solution réside dans les hydrures métalliques.

L'hydrogène réagit en présence d'un métal en donnant un hydrure plus un dégagement de chaleur. La réaction est réversible : un hydrure auquel on apporte de la chaleur par élévation de température restitue le métal et s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène. Tout comme une éponge吸水 et la restitue si on la comprime, l'hydrure restitue l'hydrogène si on élève sa température. Ainsi, pour « charger » le métal, il suffit de le lâcher d'un flux d'hydrogène en le refroidissant (par une circulation d'eau par exemple). Il absorbera l'hydrogène en

dégageant de la chaleur. On obtient alors l'hydrure (poudre métallique) qu'il suffit de réchauffer pour provoquer un dégagement de l'hydrogène emmagasiné : c'est la désorption.

En 1978, l'équipe du Professeur Hagenmuller, au laboratoire de chimie du solide du CNRS à Bordeaux a réalisé pour le compte de la Carboxyque française un réservoir à hydrure à base de magnésium à même d'absorber 1 kg d'hydrogène par 20 kg d'hydrure. Réservoir compris, il faut 29,5 kg de système (charge plus enceinte) pour stocker 1 kg d'hydrogène. Mais ce réservoir ne « désorbe » que si l'on porte la température de l'hydrure à 350 °C : température trop élevée pour que l'on trouve la source de chaleur nécessaire à bord d'un véhicule.

Le mois dernier, l'équipe de M. Perroud, au centre d'études nucléaires de Grenoble a livré à la même Carboxyque française un réservoir d'hydrures de Fer-Titanium capable d'absorber 1 kg d'hydrogène par 80 kg d'hydrure ou, réservoir compris, par 117,6 kg de système. Mais dans ce cas, la désorption intervient dès que la température atteint 50 °C : l'eau de refroidissement du moteur serait alors suffisante pour fournir la chaleur nécessaire. On peut envisager une combinaison des caractéristiques de ces deux hydrures — d'une part forte capacité massive mais température de désorption élevée, et, de l'autre, faible capacité massive mais température de désorption abordable — pour la propulsion des véhicules, l'appoint de chaleur destiné à la désorption provenant des gaz d'échappement, inutilement rejetés à haute température dans l'atmosphère.

Après avoir réchauffé l'hydrure, les gaz s'échapperait à 50 °C. Dans cette éventualité de recours à un hydrure mixte, il est possible de stocker 1 kg d'hydrogène dans 47 kg de système : on est toutefois encore très loin des 5 kg que pèseront le carburant et son réservoir conventionnel capables de fournir la même énergie.

Ainsi, pour un autobus consommant 12 kWh par tonne et par 100 kilomètres, pesant 10 tonnes à vide, offrant une charge utile de 7 tonnes et parcourant 200 kilomètres par jour, il faudra 186 litres de carburant (rendement de 23 %) ou 39,67 kg d'hydrogène (rendement de 30 %) stockés dans 4,6 tonnes de système hydrure Fer-Titanium ou 1,86 tonnes de système d'hydrure mixte Fer-Titanium/Magnesium.

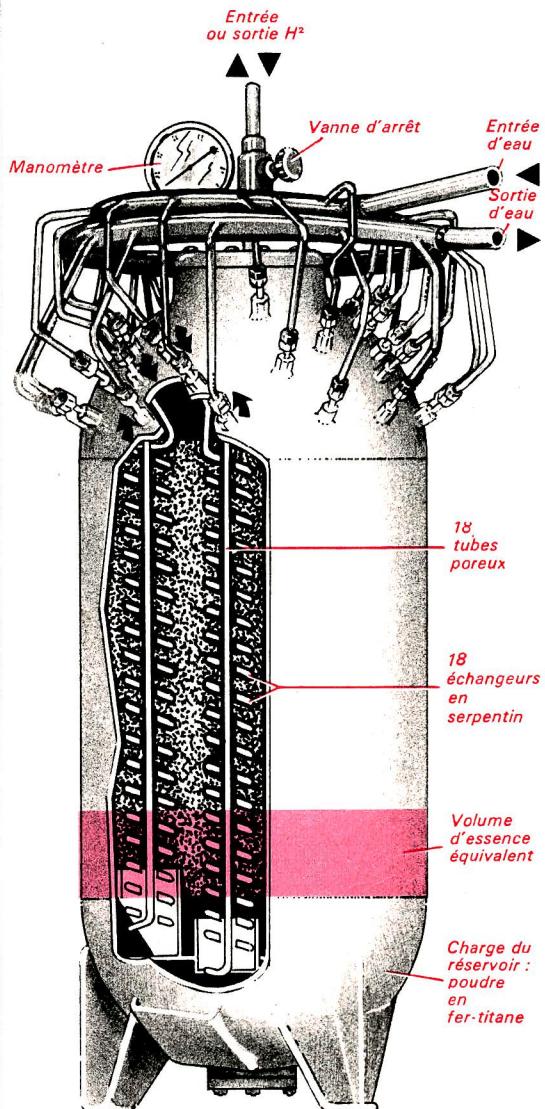
Rapportée au poids total en charge, cette solution est acceptable : dans les mêmes conditions, il faudrait embarquer 35 tonnes (!) de batteries plomb/acide.

L'hydrogène l'emporte largement sur l'électricité : si l'on se réfère à la densité d'énergie disponible, en Wh par kg, on trouve 21 Wh/kg pour les batteries au plomb normales, 35 Wh/kg pour les batteries optimisées, 105 Wh/kg pour les batteries au Lithium, toutes affectées d'un rendement de 70 %.

En revanche, pour l'hydrogène qui n'offre qu'un rendement de 30 %, on atteint 90 Wh/kg avec l'hydrure Fer-Titanium plus réservoir et

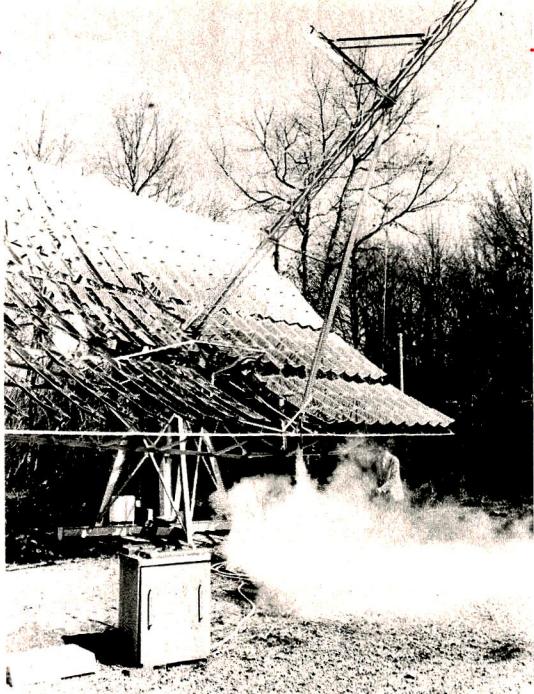
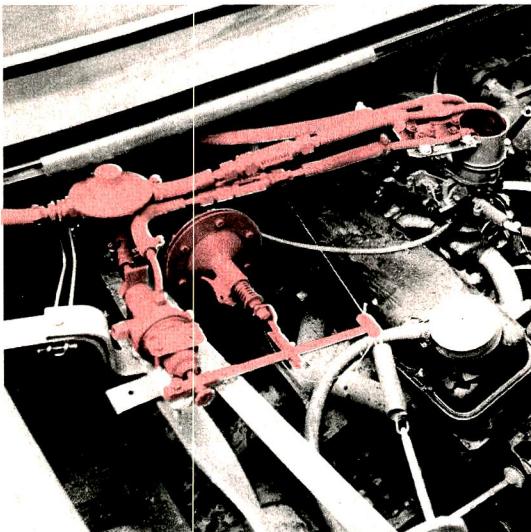
LE RÉSERVOIR A HYDRURE MIS AU POINT A GRENOBLE

Ce réservoir expérimental réalisé par le centre d'études nucléaires de Grenoble pour le compte de la Carboxyque française a un volume de 338 litres et pèse, à vide, 337 kg. Il contient 304 litres (900 kg) de charge d'hydrure Fer-Titanium. Il peut absorber 14,4 kg d'hydrogène (160 m³ ramenés aux conditions normales de température et de pression, 0 °C et 1 bar) et les désorber à une température supérieure à 30 °C. Le système de réchauffage interne est assuré par des tubes plon-



geurs et des serpentins dans lesquels circule de l'eau chaude. La charge totale s'effectue en quatre heures mais 80 % de la capacité est atteinte en une heure. Cet ensemble chargé de 1 237 kg équivaut pour la propulsion d'un véhicule, à un réservoir d'essence de 70 litres qui, avec le plein, ne pèserait que 60 à 65 kg et n'occuperait que le volume figuré en surimpression (2,5 cm en hauteur sur dessin réel).

IL FABRIQUE LUI-MÊME L'HYDROGÈNE DE LA SIMCA 1000 « CONVERTIE »



Jean Luc Perrier, 34 ans, professeur à l'université catholique d'Angers, croit à l'hydrogène mais ses moyens limités ne lui permettent pas de se soucier de rendement. Cet hydrogène, il a choisi de l'obtenir à partir d'une installation solaire fournit de la vapeur, laquelle entraîne une turbine qui actionne à son tour un alternateur affecté à l'électrolyse de l'eau. Pour l'instant, Jean Luc Perrier a matérialisé les deux extrémités de sa chaîne. **A droite** : un ensemble de 263 miroirs fixés sur une armature métallique de 12 mètres sur 8,60 mètres — pivotant avec le soleil grâce à un système de cellules photo-électriques — focalisant la chaleur sur une chaudière dont ils portent la température à 800 °C. **A gauche** : la transformation d'un moteur de Simca 1000 (achetée 300 F à la casse et affichant plus de 100 000 kilomètres) fonctionnant soit au propane, soit à l'hydrogène, l'un ou l'autre prélevés sur des bouteilles du commerce. L'adaptation réalisée (en rouge) prouve au moins que la transformation est aisée : à l'entrée du carburateur débouchent un tube d'alimentation normal, un tube de débit inférieur pour le fonctionnement au ralenti et un tube de « reprise » dont le débit est modulé par un système à dépression prélevé sur l'habituelle correction à dépression de l'allumage. Le tout effectué avec les moyens du bord, avec passion, dans la seule intention de démontrer que « ça peut marcher ». □

340 Wh/kg pour l'hydrure Magnesium plus réservoir. Mercedes, qui est de loin le plus avancé des constructeurs dans la recherche sur l'hydrogène, a construit un minibus dont le moteur développe 44 kW à 4 800 t/mn avec un taux de compression de 9,25 à 1. L'hydrure basse température (Fer-Titan) est réchauffé par circulation des gaz d'échappement. Mercedes avance les chiffres suivants : la source énergétique à bord, d'un volume de 50 litres, pèse 200 kg avec l'hydrure Fer-Titan et procure une autonomie de 150 kilomètres. Si l'hydrure était remplacé par du Magnesium, le poids serait abaissé à 100 kg et l'autonomie portée à 300 kilomètres.

Dans le bilan énergétique global, il faut aussi tenir compte de l'énergie fournie par l'hydrure sous forme de chaleur au moment de la recharge. Il a ainsi été calculé que dans une ville comme Hambourg, où les transports en commun consomment 5 millions et demi de gas-oil par an, leur adaptation à l'hydrogène permettrait de récupérer l'équivalent énergétique de 2 millions de litres de gas-oil.

C'est naturellement dans les villes, et pour des flottes de véhicules surveillées, que la carburation à l'hydrogène paraît applicable à brève

échéance. Cela en raison de son absence de pollution, de son intérêt au ralenti et lors de l'utilisation de moteurs à faible charge, pour des parcours hachés, et de la plus grande facilité de mise en place d'un réseau de distribution et de stations de recharge des hydrures avec récupération de l'énergie qui s'y rattache.

Les hypothèses les plus réalistes en la matière prévoient l'avènement de véhicules mixtes dont les moteurs à injection fonctionneraient à l'hydrogène pur au ralenti (pas d'émissions nocives et économie d'énergie en l'absence de rejet d'hydrocarbures imbrûlés), avec un mélange d'hydrogène et d'essence à faible charge, et à l'essence seule à forte charge pour tirer parti d'une source énergétique plus compacte et plus légère. Dans cette perspective, il est permis d'envisager une proportion de 2 kg d'hydrogène pour 50 kg d'essence, soit, pour un réservoir conventionnel de 65 litres, l'adjonction de 160 kg d'hydrure Fer-Titan, de 95 kg d'hydrure mixte Magnesium/Fer-Titan ou de 60 kg d'hydrure de Magnesium. Le prix de ces produits ? 30 F le kilo à l'heure actuelle, pour l'un ou l'autre des hydrures.

Luc AUGIER ■ Photo J.-P. Bonni

Les satellites français de la dernière chance

Face au monopole américain, aux besoins de la Chine et du Tiers Monde, la France pourrait conquérir d'immenses marchés si elle se décidait à lancer non seulement des satellites de télécommunications, mais aussi des satellites diffusant directement des émissions TV. Si cette initiative n'est pas prise par nous, elle le sera, c'est sûr, par un autre pays d'Europe.

■ La France a l'intention de se doter de deux satellites bien à elle et qui lui coûteront un milliard et demi de francs pièce. Mais là s'arrête la ressemblance entre les deux appareils. Le premier ne pose pas de problème. Il est d'ailleurs déjà décidé. Il s'appellera banallement « Télécom 1 », nom qui dit bien ce qu'il veut dire. Le second est un pavé dans la mare du monopole de la télévision. S'il voit le jour, malgré les chicanes qu'il soulève, il s'appellera « TDF 1 » (Télédiffusion de France). Il serait destiné à faire pleuvoir du ciel des programmes de télévision que chacun pourrait capter ici-bas avec une simple antenne sur le toit, sans le secours du moindre relais terrestre.

Pour « Télécom 1 » on passera vraisemblablement comme sur des roulettes du projet à l'objet. L'engin doit être placé sur orbite géostationnaire dès 1983 par la fusée européenne Ariane. Il est le produit logique du fameux rapport Nora-Minc sur l'informatisation de la société française.

Il aura une double mission :

- 1) assurer les liaisons à grande vitesse entre les entreprises, ce qui permettra la transmission d'une masse considérable d'informations ;
- 2) assurer les télécommunications classiques : téléphone et télévision entre la métropole et les DOM-TOM.

Une entreprise pourra transmettre, en réseau fermé entre ses différentes filiales ou usines, de nombreuses données à une vitesse allant de quelques kilobits à quelques mégabits par seconde⁽¹⁾. En raison de cette grande vitesse de

transmission, la fréquence utilisée est nécessairement élevée (12-14 gigahertz). Ces liaisons numériques à grand débit faciliteront le développement des applications nouvelles : vidéoconférence, télécopie rapide, transfert de fichiers, impossibles à effectuer par les voies téléphoniques classiques en raison d'une capacité de transmission des circuits beaucoup trop faible eu égard à la masse d'informations et à la vitesse de transmission requise par les nouveaux besoins de la télématique. Ces transmissions seront assurées grâce à des stations simplifiées comportant des antennes fixes de 3 m de diamètre, installées chez les utilisateurs. Le réseau pourra, le cas échéant, être augmenté de petites stations mobiles pour assurer des liaisons temporaires ou exceptionnelles (secours d'un centre de calcul défectueux par un autre, etc.).

« Télécom 1 » sera d'autre part l'outil idéal pour distribuer simultanément des informations à plusieurs destinataires. C'est le cas notamment pour la télé-impression de journaux, ou la distribution numérique de photos d'une agence de presse vers de multiples quotidiens.

Cette mission de télécommunications classiques se fera dans la bande de fréquence des 4 à 6 gigahertz déjà expérimentée avec Symphonie. Ces liaisons téléphoniques se feront par des antennes au sol de 12 m de diamètre dans les DOM-TOM et une antenne de 30 m en France. Normalement, elles doivent remplacer les liaisons lointaines assurées par le réseau Intelsat qui loue ses services fort cher. Si le programme est respecté, le lancement du premier exemplaire⁽²⁾ par une fusée Ariane, pourrait avoir lieu fin 1982, le deuxième exemplaire devrait

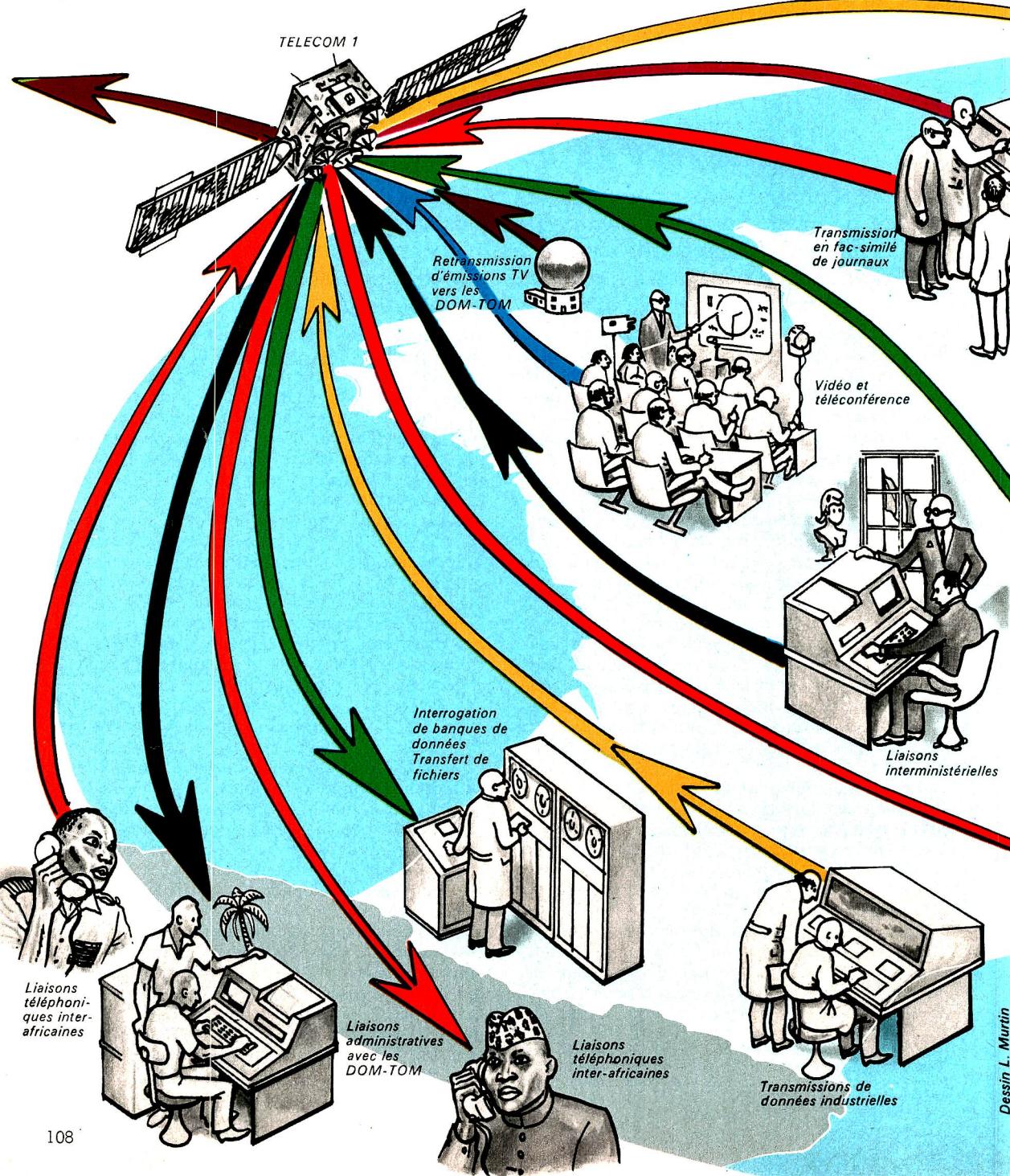
⁽¹⁾ Le bit est l'unité élémentaire de transmission en une seconde. Il correspond à la transmission d'un signal binaire (1 ou 0) en une seconde. C'est le langage universel des ordinateurs.

⁽²⁾ En fait, 3 modèles de vol seront construits : 2 pour être lancés et un gardé en réserve.

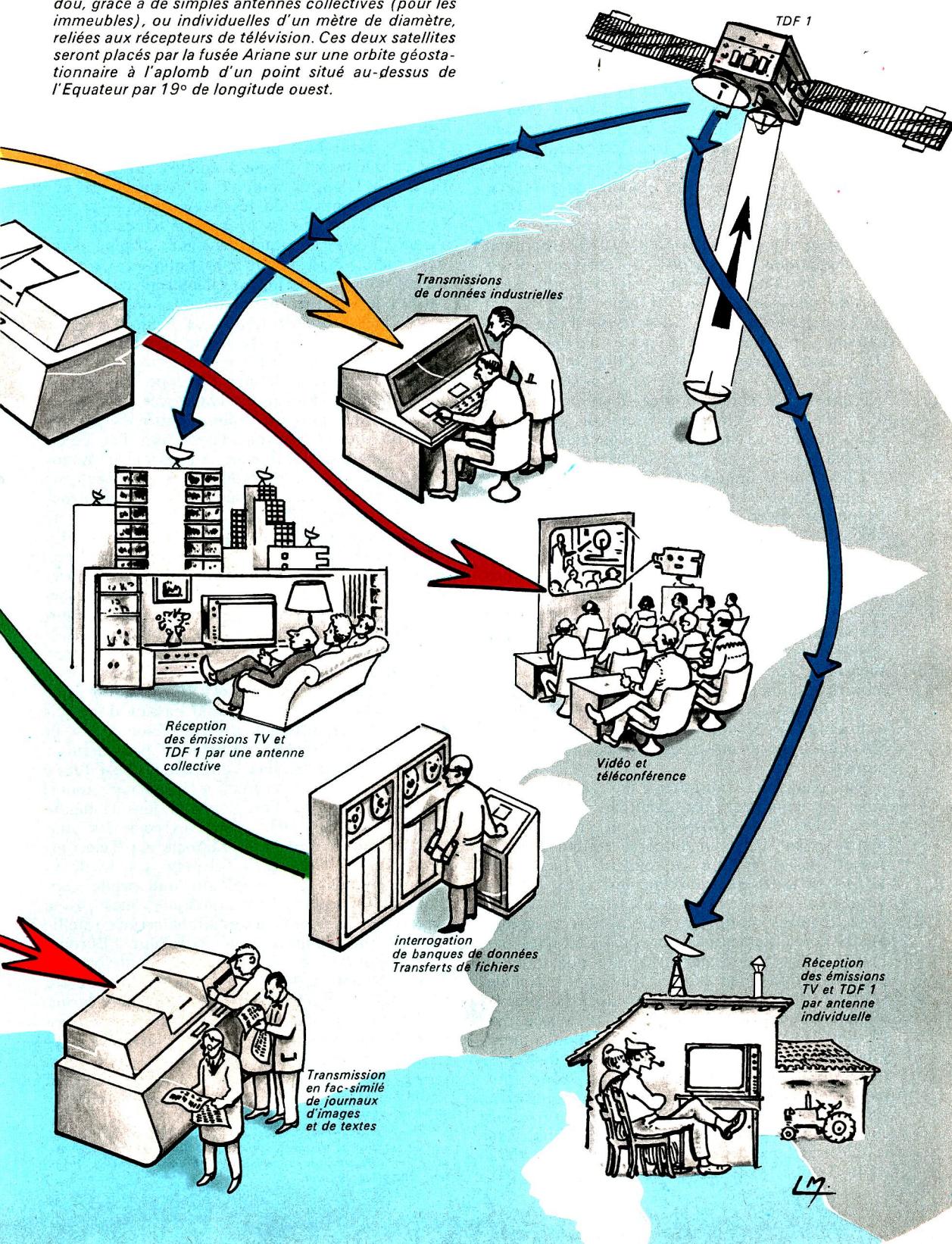
DEUX NOUVELLES ÉTOILES DANS LE CIEL DE FRANCE EN 1985

Les deux satellites de communications, « **Télécom 1** » et « **TDF 1** » projetés par le gouvernement, auront des fonctions bien différentes. « **Télécom 1** » sera spécialisé dans la retransmission de données à grande vitesse, ce que ne peut pas faire le téléphone dont la capacité est 20 000 fois plus réduite : transfert d'informations et de fichiers entre l'administration française et les DOM-TOM (liaisons en marron), liaison interentreprises (en jaune), retransmission de vidéo-conférences (en ocre), interrogation et transfert de

fichiers de banques de données (en vert), retransmission de fac-similé de textes, de photos ou de journaux (en rouge). Certains circuits pourront être loués à des pays africains pour assurer leurs liaisons téléphoniques intérieures (liaisons en orange). Ces émissions seront émises et reçues par des antennes de 3 m de diamètre. « **TDF 1** » arrosera le territoire national d'images de télévision provenant soit d'une chaîne nationale, soit d'une station périphérique de télévision. Ces images



pourront être reçues directement par les particuliers sans le secours de relais géants comme Plemeur Bodou, grâce à de simples antennes collectives (pour les immeubles), ou individuelles d'un mètre de diamètre, reliées aux récepteurs de télévision. Ces deux satellites seront placés par la fusée Ariane sur une orbite géostationnaire à l'aplomb d'un point situé au-dessus de l'Équateur par 19° de longitude ouest.



être mis en orbite 3 mois plus tard. Chaque satellite vivra en principe 7 ans.

Le programme reviendra à 1,5 milliard de francs pris dans les caisses de l'Etat.

Deux firmes sont en principe en concurrence pour réaliser Télécom 1 : Matra et l'Aérospatiale. Selon toute vraisemblance, c'est Matra qui emportera le marché. Cette firme a comme référence la construction pour l'Europe du satellite expérimental de télécommunication « OTS ». De plus elle participe à la construction de l'un des 5 satellites européens de télécommunications ECS et des 3 satellites MAREC de communications maritimes pour le compte de l'Agence Spatiale Européenne. Si tout va bien, « Télécom 1 » pourra entrer en service vers le milieu de l'année 83. Si le choix d'un satellite national de télématicité n'a pas posé de problème, il en va tout autrement pour la réalisation du satellite de télévision directe français TDF 1. Ce satellite permettra à tout possesseur d'une petite antenne branchée sur le poste de télévision, de recevoir directement les programmes qu'il émet. Le grand intérêt de ce type de satellite est que le particulier pourra, d'ici une dizaine d'années, capter directement sur son poste TV, une vingtaine de chaînes émises par des satellites nationaux et ceux des pays voisins.

Lors d'un colloque qui s'est tenu récemment à Nice, M. M.P. Usunier de l'Aérospatiale, a prophétisé qu'en 1983 un pays européen aura mis en orbite un satellite de télévision directe. Le pays qui aura pris cette initiative sera à coup sûr imité par d'autres nations européennes. Mais le pays qui aura été le premier gardera l'initiative commerciale et technologique à l'échelle européenne et mondiale. Ainsi le Haut Conseil de l'Audiovisuel, dans un rapport remis récemment au gouvernement par Jean d'Arcy, se montre résolument favorable « à la construction et au lancement d'un satellite de TV direct » qui serait « opérationnel à partir de 1983-84 ». Ce qui impose une décision définitive cette année.

Les études se multiplient. Le gouvernement vient de demander, par exemple, à M. Mitterrand, PDG de l'Aérospatiale, un rapport à remettre avant l'été sur l'intérêt commercial du projet. Les problèmes qui agitent actuellement la SFP se suffisent à eux-mêmes, selon le gouvernement, qui semble peu pressé d'y superposer d'autres motifs de remous. Les atermoiements gouvernementaux sont aussi motivés par la nécessité de sauvegarder autant que faire se peut, la prédominance de la télévision nationale sur le territoire. Du point de vue juridique, la conférence de Genève de 1977, organisée par l'Union Internationale des Télécommunications, groupant 111 pays, a délimité la zone que chaque satellite est autorisé à desservir. Mais huit pays européens se partagent la même position sur l'orbite géostationnaire (19° long. O) pour couvrir l'Europe occidentale. Le monopole de la télévision établi par les lois du 3 juillet 1972 et du 7 août 1974, est en fait déjà démenti par

les faits puisque les provinces frontalières capturent les télévisions étrangères. En fait, avec le satellite de télévision directe, le monopole TV aura la même fonction que le monopole radio qui n'existe pas !

En principe TDF 1 devrait retransmettre trois chaînes de télévision : la première et la seconde chaînes, ainsi qu'une quatrième chaîne à créer⁽³⁾. Dans ce schéma, la troisième chaîne actuelle garderait un réseau d'émetteurs terrestres indispensable à sa vocation régionale. TDF 1 risque bien de ne pas être le seul satellite de télévision directe à émettre au-dessus de l'Europe. D'autres nations, ou groupes de nations (l'Allemagne ou les pays scandinaves par exemple) auront leurs propres satellites de télévision directe, émettant dans une dizaine d'années une vingtaine de programmes. Certains seront nationaux, d'autres émaneront de stations privées à vocation nationale ou internationale. Ainsi, la sacrosainte notion de « public » et de « privé », sur laquelle se fonde le monopole de l'émission en France, devient vide de sens. Comme il y aura de par l'Europe occidentale une vingtaine de stations émettrices vers le satellite, toutes plus ou moins contrôlées par les pays où elles se trouvent, le jeu sera d'en déterminer les zones d'influence. La notion de monopole, telle qu'elle est conçue actuellement, ne pourra plus exister. La décision de la construction du satellite TDF est donc plus dépendante d'un problème politique que technologique. En principe, ce satellite de diffusion directe d'émissions est conçu pour faire face à l'encombrement ou à la saturation du spectre radioélectrique des fréquences. Il n'est, en effet, techniquement pas possible d'utiliser les moyens classiques de relais hertziens pour propager sur tout le territoire français les émissions d'une quatrième chaîne de télévision⁽⁴⁾. La solution rapide et élégante à ce problème passeait donc par le satellite de diffusion directe. Selon le projet commun CNES-TDF, ce satellite peut assurer, grâce à 5 canaux, une couverture quasi totale du territoire en supprimant pratiquement toutes les zones d'ombre. Fonctionnant dans la bande des 11,7 à 12,5 GHz, pour respecter les conventions de l'Union Internationale des Télécommunications. Comme « Télécom 1 » il devra obligatoirement être placé sur une orbite géostationnaire par 19° de longitude ouest, zone réservée par accords internationaux aux satellites de télécommunications couvrant l'Europe. Les émissions des 5 canaux s'effectueront en FM avec une puissance de 300 W. Le satellite utilisera vraisemblablement la plate-forme « Phoebus » proposée par l'Aérospatiale et sera stabilisé sur trois axes par roues cinétiques, sys-

(3) Cette 4^e chaîne sera privée. Le problème est de savoir qui la gérera : RTL se montre vivement intéressé suivi par Europe 1.

(4) Pour supprimer toutes les zones d'ombre existant sur le territoire, il aurait fallu... 3 500 relais supplémentaires entraînant une dépense de 230 millions de F pour leur entretien annuel.

tème déjà expérimenté avec le satellite franco-allemand Symphonie. Emettre des émissions de grande puissance signifie pouvoir disposer à bord de plus d'énergie, donc de grands panneaux solaires pour assurer les 4 kW nécessaires à l'alimentation du système. L'antenne d'émission aura un diamètre de 3 m. On est conduit par ces contraintes techniques à un satellite d'un poids de 750 kg pour une première version ne comportant que 3 canaux et de pratiquement une tonne pour un second modèle à 5 canaux.

Ici la capacité de la fusée Ariane pose un problème. En effet, cette dernière ne peut placer dans sa configuration actuelle que 750 kg sur orbite géostationnaire. La mise en place d'un satellite d'une tonne nécessitera obligatoirement l'adjonction d'un étage de puissance supplémentaire, auquel pensent déjà les constructeurs de la fusée.

TDF 1 : 100 millions de téléspectateurs européens

Outre la diffusion des émissions de TV, le satellite TDF 1 pourrait émettre tous les programmes de radio en modulation de fréquence (15 programmes par canal). De plus, il permettra le développement de services nouveaux tels que le système Antiope déjà émis à titre expérimental qui transforme l'écran TV en écran de lecture où peuvent s'afficher toutes sortes d'informations (horaires des trains, programmes des spectacles, météorologie, cours de la Bourse). Ce système utilise les temps de repos entre chaque cycle de balayage formant l'image télévisée. Ce temps, de l'ordre du millième de seconde, peut être utilisé pour transmettre des informations alphanumériques qui sont stockées puis converties en signaux vidéo par un dispositif adaptable sur le téléviseur.

L'étude du Haut Conseil de l'Audiovisuel montre que TDF 1 permettra de toucher 100 millions de téléspectateurs européens, dont 6 millions de francophones. Dans les 10 ans qui suivront la mise en orbite du satellite, 6 millions de foyers pourraient équiper leur téléviseur du dispositif nécessaire à la réception des images tombant du ciel (une antenne individuelle, plus un adaptateur pour recevoir les images du satellite). Comme l'ensemble revient de 1 500 à 2 500 F par poste de télévision, on conçoit que ce marché potentiel fabuleux intéresse vivement les firmes telles que Thomson. Et cela sans compter les antennes collectives pour les immeubles, nécessitant un adaptateur plus complexe dont le coût est de l'ordre de 10 000 F. Si l'on estime que le tiers des possesseurs français de téléviseurs pourrait être tenté par la réception par satellite, cela représente un marché de 7 milliards de francs sur 10 ans et 700 millions de francs à partir de 1990. Globalement, ce satellite devrait rapporter

10 fois son coût, si l'on en croit les études de marché.

L'enjeu financier est cependant assez grand pour que tous les pays européens s'intéressent à la télévision directe par satellite. L'Allemagne refuse de construire dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne, les satellites de télévision directe dont elle entend se doter. Le consortium MBB-Erno vient de remettre au gouvernement allemand le projet du satellite TV-Sat (5 canaux) qui pourrait être lancé en 1983. La France qui participe déjà dans le cadre de l'ESA, à un programme européen de satellite de diffusion directe ECS, désirerait pour des raisons de budgets évidentes, intéresser l'Allemagne au projet TDF. Des discussions ont lieu entre les deux gouvernements au plus haut niveau. La collaboration franco-allemande dans la construction et l'exploitation du satellite expérimental de télécommunication Symphonie a été des plus fructueuses. La France est d'autant plus favorable à une réalisation commune, que la Chine a fait connaître au consortium industriel MBB-Erno-AEG Telefunken, qu'elle serait éventuellement intéressée par l'achat d'une vingtaine de satellites pour monter un réseau domestique desservant son pays ! Le choix de la Chine devrait-il ainsi se réduire à un seul fournisseur. Si les hésitations de la France devaient se prolonger, elle perdrat alors d'autres marchés. Car bien que définis pour un usage domestique purement national, ces deux projets de satellites (TDF 1 et TV-Sat) sont en fait destinés sans équivoque à l'exportation.

La concurrence devient encore plus vive lorsque l'on regarde les marchés internationaux. Télécom 1 aura pour concurrent direct le satellite américain de télématique SBS (Satellite Business System) en construction actuellement. Ce satellite fonctionnant dans la bande des 12 et 14 GHz (3 sont prévus à partir de 1981) devrait offrir 10 canaux chacun pour la retransmission des données et les communications intra-entreprises. Sa capacité de transmission (42 Mbits) le rend nettement supérieur au projet français : il pourrait retransmettre en une seconde tout « Guerre et Paix » accompagné d'une biographie de Tolstoï ! Ce satellite SBS est pour la première fois un satellite commercial commandé par des firmes privées. Né d'un besoin d'IBM qui contrôle plus de 30 % de la construction, il servira aussi à l'acheminement des données d'une compagnie privée d'assurances (Aetna Life et Casualty) ainsi qu'aux transmissions de données de la Comsat. Il y aura au moins 375 stations de réceptions terrestres.

La décision d'IBM d'entrer dans le monde des télécommunications, même par le biais d'une innocente participation dans un satellite de transmission de données, n'est pas fortuite. Cela lui permettra de proposer aux utilisateurs de son matériel un service nouveau et unique : la transmission immédiate des informations sur tout le territoire américain à partir de 1983 et demain sûrement sur tous les continents. Quel

poids pèsera alors le système « Télécom 1 » ? La seule motivation pouvant décider un pays à choisir le système français, ne pourra être que politique, dans le refus de la dépendance technologique américaine — IBM drainant vers les Etats-Unis une partie du traitement de l'information du monde occidental grâce à l'interconnexion des réseaux d'ordinateurs et de banques de données, cette société deviendrait alors un état dans l'état, avec tous les problèmes politico-philosophiques que cette situation entraîne. Si l'on excepte le projet similaire du satellite de traitement de données XTEN de Rank Xerox, dont le lancement est aussi prévu pour 1983, le projet français « Télécom 1 » est pour l'instant le seul concurrent de SBS.

Du côté de la télédiffusion directe, la concurrence internationale est encore plus vive. L'académicien soviétique Leonid Sedov a annoncé, au congrès de Nice, la mise en place dans 5 ans d'un satellite de télévision directe qui couvrira toute l'URSS y compris la Sibérie ainsi que tous les pays socialistes. En fait, la plupart des grandes nations ont dans leur cartons des projets de satellites de télédiffusion directe. Jusqu'à présent, la diffusion directe n'a été expérimentée que par les Etats-Unis en 1976 avec son satellite expérimental ATS-6 au-dessus de l'Inde dans le cadre d'un programme de lutte contre l'analphabétisme. Mais depuis un an, les Japonais expérimentent le satellite BS 1 mis en orbite géostationnaire par une fusée américaine Atlas ; ce satellite assure la retransmission de télévisions en couleurs sur les îles japonaises et à Okinawa. Déjà on sait que le prix de série des antennes de réception est inférieur à 900 F. Et ce n'est qu'un début ! D'ici à 1999, les Japonais prévoient un rigoureux programme spatial comprenant le lancement de nombreux satellites directement consacrés aux télécommunications (transmissions de données et télédiffusion). Le premier lancement d'un satellite opérationnel de télécommunications aura lieu en 1983 à l'aide d'une fusée « entièrement made in Japan ».

Les Japonais ne sont pas les seuls à se doter de satellites de télévision directe : les pays nordiques ont leur projet Nordsat... sans parler du projet de satellite commun pour les pays arabes, Arabsat.

Ainsi la concurrence est très dure, d'autant plus que les clients potentiels ne manquent pas. Ce sont les pays en voie de développement qui veulent faire l'économie d'une lourde infrastructure de relais de télévision au sol ? Le satellite est pour eux une nécessité vitale car leurs besoins sont énormes et le satellite est la seule solution économique et rapide pour accéder à un développement culturel (les pays d'Amérique du Sud, l'Indonésie, l'Inde). Le satellite de télévision directe intéresse à d'autres titres les pays au relief accidenté ou à très grandes surfaces (pays nordiques, Japon, Canada, les pays arabes). La compétition sera d'autant plus vive que Intelsat pourrait bien proposer

TÉLÉCOM 1 POURRA RETRANSMETTRE « GUERRE ET PAIX » EN MOINS D'UNE SECONDE

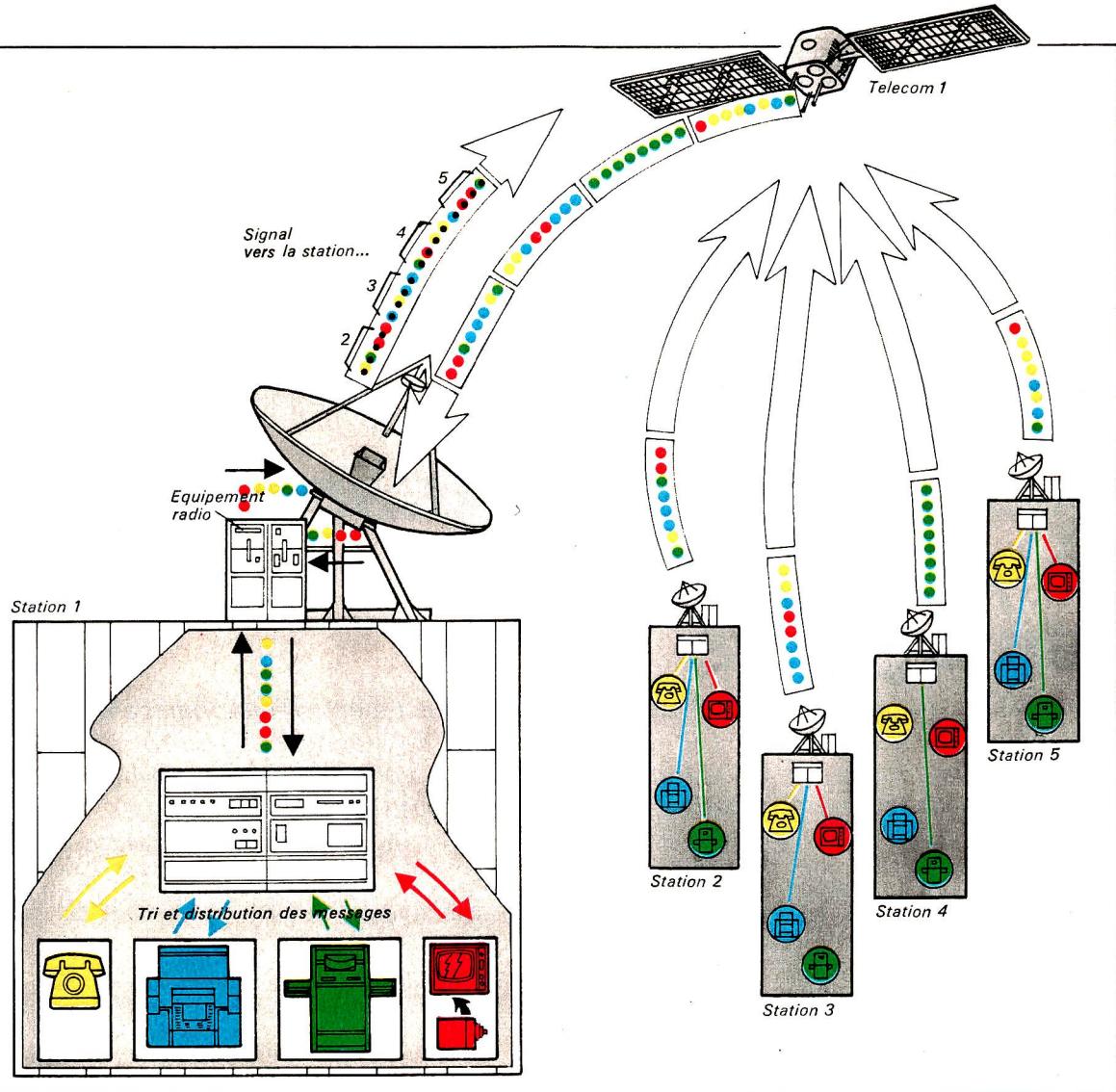
Un tout nouveau système de transmission des informations sera utilisé par Télécom 1, pour lui permettre d'assurer un débit de 2 à 3 fois supérieure aux procédés actuels de télécommunications par satellite. Les utilisateurs pourront transmettre vers le satellite leurs informations à partir d'un téléphone, d'un télécopieur, d'une caméra de télévision ou d'un ordinateur. Les informations propres à chacun de ces appareils seront traduites en langage binaire pour être traitées par le satellite, puis découpées en bribes d'une durée de quelques millisecondes se répétant 50 fois par seconde. Il devient alors possible d'intercaler entre ces bribes d'information, celles provenant d'autres appareils desservis par une même station d'émission. A leur tour les émissions de chaque station sont regroupées par paquets, ce qui permet, lorsqu'on les envoie vers le satellite placé en orbite géostationnaire, de les intercaler entre les paquets d'informations provenant d'autres stations. La station d'émission n° 3 peut ainsi profiter des silences de la station n° 2 pour transmettre ses paquets d'informations, et ainsi de suite pour les autres stations. La gestion des transmissions est assurée par un ordinateur.

A la réception, des numéros de code affectés à chaque paquet d'informations permettent d'en connaître la provenance, et à l'intérieur de chaque paquet, d'autres numéros de code permettent de connaître la nature de l'appareil vers lequel il faut diriger les bribes d'informations pour reconstituer le message dans sa totalité. Sur notre dessin, chaque paquet d'informations porte la couleur de l'appareil qui l'a émis et qui le reçoit (jaune pour le téléphone, bleu pour le télécopieur, vert pour l'ordinateur, rouge pour l'ensemble vidéo).

Comme ce procédé de transmission permet d'assurer un trafic 2 à 3 fois plus important que les satellites conventionnels de télécommunications, la notion de distance qui joue actuellement un rôle important dans la tarification des télécommunications, sera remplacée par celle d'accès au système pendant un temps plus ou moins long.

Dessin Cl. Barué

aux pays intéressés, les mêmes services de retransmission vidéo et téléphoniques en utilisant la surcapacité de son réseau. Fin 1979, il offrira avec ses Intelsat IV A, plus qu'il n'en faut pour couvrir les besoins mondiaux. Dès 1981, chaque Intelsat V pourra offrir 12 000 canaux pour des conversations téléphoniques et 2 canaux pour la TV couleur. Intelsat assure déjà 638 liaisons de station à station dans 120 pays pour différents services : téléphone, télégraphe, télex, données et télévision. Déjà 6 pays l'utilisent pour leurs besoins strictement nationaux ! (l'Algérie, les pays Andins, l'Argentine, le Danemark, la Malaisie et la Norvège). Mais la location de ses services reste, nous l'avons dit, encore cher. Cependant le prix des circuits ne cesse de baisser suivant l'accroissement de la demande et l'amélioration des satellites. En 1965, lors de la création d'Intelsat, le coût de location était de 5 334 dollars. Il ne sera plus, en 1983, que de



700 dollars par an pour un circuit téléphonique à deux voies ! Les tarifs des satellites français devront s'aligner à ces barèmes. Le pourront-ils ? Cette menace est d'autant plus sérieuse qu'au sort des projets français de satellites de télécommunications, est lié celui de la fusée Ariane. A l'origine, la fusée européenne est née pour échapper au monopole de fait américain. Si l'Europe voulait des satellites de télécommunications et de télévision autres qu'expérimentaux, il lui fallait son propre lanceur. Aujourd'hui, Intelsat pour le lancement de son satellite Intelsat V a décidé de commander une fusée Ariane (avec option pour une seconde fusée). C'est la première brèche taillée dans 20 ans de monopole américain sur les fusées, malgré la formidable concurrence de « Shuttle ». Sur cette lancée, l'ESA entend bien proposer Ariane à l'étranger, notamment pour les lancements des satellites géostationnaires de télécommunications

au profit de plusieurs pays, dont les pays de la ligue arabe (Arabsat), l'Indonésie (Palapa 2), la Colombie (Satcol). Ariane sera également candidat au lancement de satellites nationaux ou régionaux en Europe comme les futurs satellites de TV directe « Nordsat » des pays scandinaves, étant donné que les performances d'Ariane vont être améliorées cet été, pour le lancement de satellites lourds (type TDF 1).

La vente du lanceur européen sera favorisée par la possibilité pour l'Europe, de proposer à ses clients un contrat global associant, par exemple, la fourniture du lanceur et du satellite de télécommunication ou de télédistribution directe. Ainsi les devenirs commerciaux de ces deux marchés (satellites et lanceurs) sont étroitement liés, de leur réussite ou de leur échec dépendra la place de la France comme troisième ou quatrième puissance spatiale mondiale.

Martine CASTELLO ■

1940-1950 : *les premiers ordinateurs à programme enregistré*

Héritières du boulier chinois mais filles aussi de l'électronique naissante, les machines coûteuses, lentes et maladroites de 1940 annoncent l'informatique commerciale moderne. Sous l'impulsion de John von Neumann, c'est bien vite la course aux machines binaires, programmables et fiables.

■ A vrai dire, lorsque le Mark I d'IBM inaugura en 1944 l'ère moderne des ordinateurs, il était démodé. L'informatique naissante connaissait déjà une de ses plaies actuelles : la rapidité d'évolution. Attardons-nous un instant encore, pourtant, sur cette étonnante machine qui calcula pendant quinze ans des tables mathématiques. Jeremy Bernstein qui a écrit un excellent petit livre sur le sujet pour les lecteurs du « New-Yorker » (1) raconte : « Il fallait quatre secondes et demie à Mark I pour multiplier entre eux deux nombres à vingt-trois chiffres. Avec ses relais et ses pièces mécaniques, ses calculs étaient loin d'être silencieux. Quand j'étais étudiant à Harvard, je m'échappais de temps en temps pour aller le voir. Il était logé dans un bâtiment de brique rouge, et lorsqu'il fonctionnait on pouvait entendre, en franchissant la porte, le doux cliquetis des relais : on se serait cru dans un salon de tricoteuses. »

Mark I fut aussi le premier calculateur possédant un manuel d'utilisation détaillé. Il s'ouvrira sur une citation émouvante de Babbage : « Si quelque homme, non rebuté par mon exemple, doit un jour réaliser une machine renfermant en elle-même tous les principes de l'analyse mathématique, je n'ai aucune crainte à avoir pour ma mémoire, car lui seul sera pleinement capable d'apprécier la nature de mes efforts et la valeur des résultats auxquels je suis parvenu » (2).

Aiken, en plaçant ces lignes en tête de son œuvre, avait l'impression que Babbage, l'irascible victorien, s'adressait personnellement à lui du fond du temps.

Mais, toute sentimentalité mise à part, donc, Mark I était démodé. Pour deux raisons essentielles : son manque de « fiabilité » (il tombait en panne fréquemment, pour parler clairement) et ses difficultés de programmation, sa spécialisation, qu'une idée géniale de l'un des plus grands mathématiciens du XX^e siècle devait rendre, d'un coup, désuète. Tous les calculateurs décrits jusqu'ici, de la machine de Pascal au Mark I, étaient fragiles. Difficultés de construction, erreurs, pannes, longues remises en marche, tout cela rendait le coût du calcul horriblement élevé. Il y eut un domaine, modeste au premier abord sur le plan intellectuel, où le calcul ne souffrait aucune erreur : *le pari mutuel*.

C'est, historiquement, la légalisation en juillet 1929 du pari mutuel en Grande-Bretagne qui entraîna la mise au point du premier additionneur (ou « totalisateur » selon l'expression anglo-saxonne de l'époque) réellement fiable. Rappelons que le pari mutuel implique, au contraire du pari simple, l'addition, au fur et à mesure qu'ils sont engagés, de paris sur la même course, mais en des points éloignés les uns des autres du champ de course, ou même tout à fait hors de celui-ci, dans les communes environnantes. Il faut donc qu'à un instant donné soit affiché partout où il est possible de parier, le nombre

(1) « Les ordinateurs, réalités d'aujourd'hui et perspectives », Dunod Paris 1970.

(2) Traduction de C. Roux dans l'ouvrage ci-dessus.

de paris engagés sur chaque cheval, et sur la course elle-même⁽³⁾.

La technique du téléphone (à relais électromagnétiques, comme les sonnettes d'appartement avant l'électronique) fut naturellement utilisée, couplée avec des additionneurs à billes d'acier tombant dans un tube de verre⁽⁴⁾. Mais en janvier 1930, la British Thompson Houston faisait fonctionner un totalisateur purement électrique, sans billes, transportable d'un champ de course à un autre, capable d'enregistrer des paris sur six chevaux à raison de 12 000 à la minute ! Conçue en fait aux Etats-Unis⁽⁵⁾, elle fut le premier produit de l'*« American Totalisator Co »*, qui en installa un modèle en usage réel à partir de 1933 sur le célèbre champ de courses d'Arlington Park. Cette compagnie fut, il faut le noter, la première à financer Eckert et Mauchly dont nous parlerons bientôt, les constructeurs du premier ordinateur commercial, bien avant que Remington Rand ne rachète leur société en 1950.

Ces totalisateurs n'avaient qu'une faible puissance de calcul. Mais ils marchaient bien, et la technique téléphonique donna des idées à certains, dont un remarquable ingénieur des Bell Telephone Laboratories, **George Stibitz** qui, grâce aux relais téléphoniques, conçut les premiers circuits binaires (0 = ouvert, 1 = fermé) permettant l'addition, la multiplication, la division, la conversion binaire-décimal et réciproquement, puis les opérations sur les nombres complexes⁽⁶⁾. Il y avait une application immédiatement et logiquement utile : la conception de réseaux téléphoniques : le téléphone s'auto-servait.

En novembre 1938, avec S.B. Williams, Stibitz terminait la conception d'un calculateur universel, construit d'avril à octobre 1939. Sous le nom de « Complex Computer » (« Calculateur complexe » mais aussi « Ordinateur complexe », puisque « computer » désigne plus qu'un « calculateur »), le Modèle I de la machine de Stibitz commença à donner des résultats en janvier 1940. Dirigée, pour le choix des calculs, par un télotype, puis deux, puis trois, tous situés à distance, la première machine à calculer dotée de « terminaux », comme nous disons aujourd'hui, fut présentée à une réunion de la Société Américaine de Mathématiques en septembre 1940, à New York, le télotype superviseur étant installé à Hanover dans le New Hampshire⁽⁷⁾. Deux grands personnages y assistaient : John Mauchly

et Norbert Wiener. L'un fut à l'origine de l'ordinateur commercial, l'autre inventa le mot « cybernétique » dans son acceptation moderne : belle assistance !

De 1939 à 1941, Stibitz travailla sur les questions essentielles du changement de programme selon une séquence pré-déterminée et de la détection des erreurs, dans les calculs : toujours l'obsession de la qualité des résultats. La guerre accéléra son financement et donc ses travaux. Le Modèle II fonctionnera jusqu'en 1961. Le Modèle III (« Ballistic Computer »), commencé



Exemple de technologie typique de la fin des années 1940 sur le petit calculateur expérimental d'Edmund C. Berkeley. On distingue le lecteur de bande perforée et les relais composant l'Unité Arithmétique et Logique de la machine.

en 1942, terminé en juin 1944, était destiné au contrôle de tir, vérifiait ses résultats à 100 %, consultait automatiquement des tables pré-enregistrées sur bande perforée et servit jusqu'en 1958 aux Laboratoires de Recherche de la US Navy, l'Amirauté américaine. Si le Modèle IV ressemblait au Modèle III, le Modèle V fut un vrai ordinateur, à usage général, doté du « branchement conditionnel », la faculté de changer de séquence d'instruction selon les résultats obtenus par les programmes précédents. Deux exemplaires en furent livrés, l'un en 1946, au « National Advisory Committee on Aeronautics »⁽⁸⁾, l'autre en 1947 au « Ballistics Research Laboratory »⁽⁹⁾. Le Modèle V ne tombait pas en panne, d'où son succès auprès des militaires. Il était utilisable par plusieurs à la fois, c'est donc l'ancêtre des systèmes de multitraitements. Enfin, ses commandes par bande perforée des séquences de programmes laissent penser que le premier « système d'exploitation », répartissant les tra-

(3) Faute de quoi, des escroqueries comme la délicieuse qui fait le scénario d'un film de G.R. Hill « L'Arnaque » avec Paul Newman et Robert Redford, auraient été possibles.

(4) Technique qui rappelle celle des gares de triage où chaque bille représente un wagon, encore employée en France, pour sa fiabilité, justement.

(5) A Baltimore, en 1928.

(6) qui utilisent i, la racine de -1 ou j, comme l'appellent les électriciens pour représenter le comportement du courant alternatif.

(7) Où est aujourd'hui le centre de télécommunications spatiales de la Bell Telephone.

(8) « Comité Consultatif National sur l'Aviation » à Langley Field en Virginie aujourd'hui terrain de la NASA.

(9) « Laboratoire de Recherche Balistique » à Aberdeen dans le Maryland.

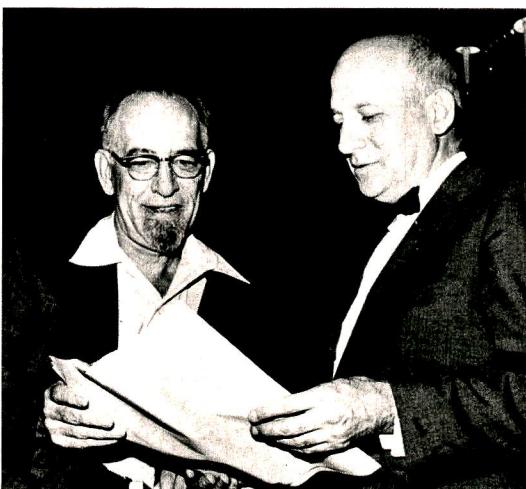
vaux entre les utilisateurs multiples, fut l'œuvre de George Stibitz, ce pionnier aujourd'hui méconnu. Ses machines étaient lentes, mais ce furent les premières réellement dignes de confiance. Tous les ordinateurs d'aujourd'hui doivent quelque chose (ne serait-ce que des brevets !) aux machines à relais téléphoniques de Stibitz et des Bell Telephone laboratories. Les machines de Stibitz utilisaient un curieux système de représentation des nombres, le système « bi-quinaire », qui n'est autre que le mode de représentation des chiffres sur le boulier chinois. Etrange retour de l'abaque latine, par l'Extrême-Orient, dans la technique moderne ! Dans le système bi-quinaire, un chiffre décimal est noté au moyen de sept chiffres binaires : deux (appelés « haut ») valent 0 ou 5 selon qu'ils sont en position 0 ou 1, cinq (appelés « bas ») valent 0 ou 1. Le chiffre décimal est obtenu par addition des valeurs du « haut » et du « bas ». Si des relais binaires du « haut », un vaut 1, et si des relais du « bas », trois valent 1, le chiffre représenté est $(0 \times 5) + (1 + 1 + 1 + 0 + 0) = 8$. Avec ce système, les dix chiffres de 0 à 9 sont représentés ainsi :

On remarque que l'un des chiffres binaires du « haut » est toujours à 0 et que l'un des deux du « bas » aussi (¹⁰). Ces chiffres inutiles ne servent que pendant les calculs, à titre de retenue ($2 \times 5 = 10$), comme dans le boulier chinois. Il est intéressant de noter que, comme les Japonais simplifèrent le système chinois en éliminant ces boules inutiles, au prix d'un effort de mémoire supplémentaire, l'ENIAC de John Mauchly supprima les chiffres binaires inutiles pour aboutir à une représentation à cinq chiffres binaires seulement (un en « haut »), quatre en « bas »), également au prix d'un effort arithmétique non négligeable (¹¹).

L'ENIAC fut donc l'autre progrès, après la fiabilité, qui rendit la machine d'Aiken démodée, malgré son succès. Elle le dut à deux choses : la qualité de ses constructeurs et l'intuition de John von Neumann pour la dépasser.

En 1942, la « Moore School of Electrical Engineering » (Ecole Moore de Génie Electrique) de l'Université de Pennsylvanie, sous la pression des militaires, s'était associée avec le Laboratoire de Recherche Balistique d'Aberdeen (encore lui) pour construire un « analyseur différentiel » destiné à produire des tables de tir (¹²). Mais une centaine de femmes étaient obligées de compléter manuellement les calculs partiels de la machine. Un physicien associé à ces travaux, John Mauchly (né en 1907), rédigea

à la fin de l'été 42 un rapport préliminaire sur les possibilités de réalisation d'une calculatrice électronique, dans laquelle les opérations logiques seraient effectuées par des tubes électroniques et non plus des relais ou des roues mécaniques. Mauchly ignorait les travaux de Babbage, ou ceux en cours d'Aiken, mais connaissait les machines de Stibitz et avait pris conscience de l'intérêt des tubes électroniques, en raison de la rapidité avec laquelle ils peuvent passer d'un état 0 à un état 1. En 1941, il avait rencontré un ingénieur électrique, également atta-



J. Presper Eckert et John W. Mauchly (à gauche) construisirent l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) en 1946. Cette machine était destinée à l'U.S. Navy pour des tables balistiques.

ché à la Moore School **J. Presper Eckert** (né en 1919), et de leurs discussions naquit un projet précis. Un mathématicien de renom, engagé comme officier de liaison entre la Moore School et l'US Army : le Dr Herman H. Goldstine, décida de tenter d'obtenir l'appui de l'Armée pour leur projet. Le 9 avril 1943, une réunion menée par le Colonel Leslie E. Simon et le célèbre mathématicien Oswald Veblen de l'Institut d'Etudes avancées de Princeton, conclut positivement et un contrat fut passé entre le gouvernement américain et l'Université de Pennsylvanie pour la construction d'un calculateur électronique.

Une équipe importante fut réunie sous la direction du professeur Brainerd. Eckert était ingénieur en chef du projet et Mauchly conseiller scientifique. Au départ, la machine devait s'appeler « analyseur différentiel électronique », mais progressivement, l'ambition grandit, et il fut décidé d'en faire un calculateur universel, non plus seulement spécialisé dans les tables de tir ou de bombardement. L'analyseur prit le nom d'ENIAC (« Electronic Numerical Integrator and Computer », ou « Calculateur et Intégrateur Numérique Electronique »), et fut doté du branchement conditionnel sous forme d'une « unité de contrôle de programme » permettant

(¹⁰) Dans la terminologie du boulier chinois (le « suanpan »), le « haut » s'appelle le « ciel », le « bas », la « terre ».

(¹¹) La version japonaise du boulier (le « soroban ») ne comporte plus que 5 boules pour chaque chiffre depuis 1910-1920, mais impose le report des retenues de tête.

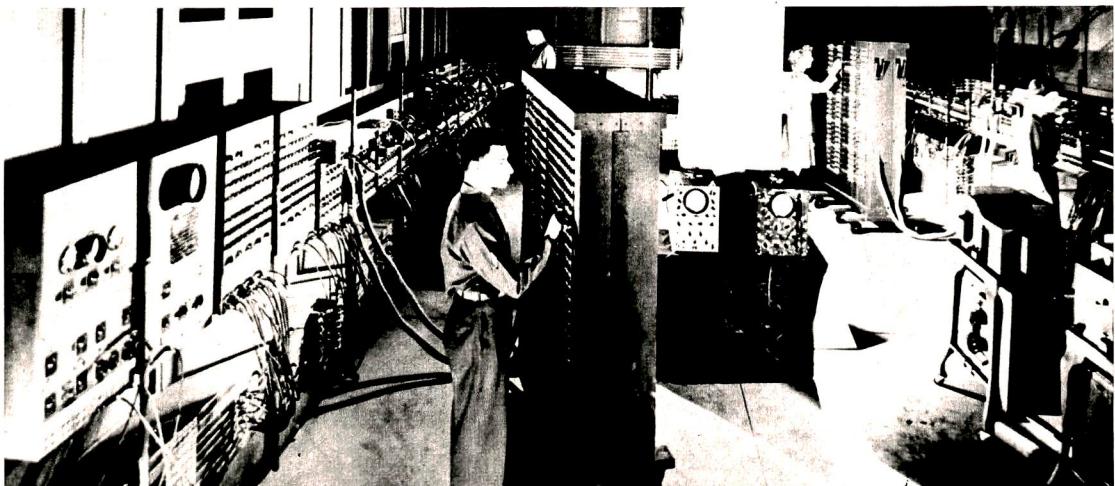
(¹²) Cet analyseur était un descendant d'une machine construite en 1930 par Vannevar Bush (mort en 1974), où les nombres étaient représentés par l'angle de rotation d'une roue : généralisation des roues dentées du XVII^e siècle.

de choisir automatiquement la partie de programme requise.

La construction se poursuivit jusqu'à l'automne 1945, puis l'assemblage final et les tests. Le 15 février 1946, l'ENIAC était inauguré solennellement. Incroyablement ambitieuse pour l'époque, la machine contenait 19 000 tubes électroniques et consommait une puissance électrique de l'ordre de 200 kW sur une surface de 170 m². Il faut noter que tous les composants de l'ENIAC étaient disponibles 10 à 15 ans auparavant et qu'il fallut réellement les besoins

nuel. Pour que naisse enfin, après plus de trois siècles de calcul mécanique, après plus d'un siècle que Babbage en avait eu l'idée, pour que naisse donc l'ordinateur moderne, il fallut qu'entre en scène un des plus grands mathématiciens de tous les temps.

John von Neumann (1903-1957) naquit hongrois à Budapest, alors partie de l'Empire austro-hongrois. Dès 1921, et jusqu'à sa mort, il ne cessa de produire, dans tous les domaines des mathématiques, une œuvre considérable : de la théorie des ensembles à la physique quanti-



Le programme de l'ENIAC était affiché avant le début d'un calcul sur un grand nombre de commutateurs externes. Opération fastidieuse qui limitait l'emploi de la machine mais les performances étaient spectaculaires pour l'époque (2 000 fois plus rapide que le Mark I de 1944).

des militaires pour qu'il voit le jour.

L'ENIAC avait une capacité de mémoire de 20 accumulateurs de 10 chiffres chacun (moins que des calculettes de poche à 1 000 F d'aujourd'hui), avec une représentation binaire des nombres identique à celle des bouliers japonais. Les opérations élémentaires étaient lancées tous les 1/5 000^e de seconde par un train d'impulsions (changement de voltage) d'une durée de 28 microsecondes (¹³). En termes modernes, nous dirions que le « cycle de base », intervalle minimum séparant l'exécution de deux instructions, et donc critère de rapidité de la machine, était de 200 microsecondes. L'ENIAC était donc cent fois moins rapide qu'un micro-ordinateur à 5 000 F d'aujourd'hui, un quart de siècle après. Un lecteur de cartes perforées permettait le traitement de 120 cartes à la minute (il était construit par IBM). Chaque chiffre binaire de la mémoire était mémorisé par un ensemble de deux triodes organisées en « flip-flop » (« relais croisés »). Mais l'ENIAC souffrait d'un grave défaut : à chaque fois que l'on voulait exécuter un nouveau programme, il fallait modifier des connexions électriques ; la machine n'était « programmable » qu'après un assez long travail ma-

que, de la théorie des fonctions à la géométrie, du calcul numérique à l'hydrodynamique, il a tout connu, mais est resté célèbre entre autres comme l'inventeur de la théorie des jeux et son application à l'économie. Emigré aux Etats-Unis en 1930, il appartint au fameux Institut d'Etudes Avancées (où travailla également Einstein à partir de ces mêmes années) dès 1933. Il en fut le plus jeune membre. Ayant participé avant la guerre aux travaux de recherches sur l'arme nucléaire à Los Alamos, il avait été frappé par la longueur, le volume astronomique de calculs répétitifs qu'il fallait effectuer (pour la propagation des réactions en chaîne dans les combustibles nucléaires), alors que le seul résultat à obtenir était binaire : « oui » ou « non », la réaction se propage ou pas. Il avait d'ailleurs apporté sa contribution personnelle à ces calculs, étant doué d'une faculté prodigieuse de calcul mental, chose assez rare chez les théoriciens. Fin 1944, von Neumann, ayant manifesté son intérêt pour les calculateurs automatiques, la Moore School se fit un plaisir de conclure un contrat avec le prestigieux mathématicien, chargé de concevoir entièrement un nouveau type de calculateur. Ce devrait être l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Arithmetic Computer, ou « calculateur électronique

(13) La microseconde est le millionième de seconde.

pour l'arithmétique à variables discontinues », on dirait aujourd'hui « numérique »).

Dans un rapport préliminaire sur l'EDVAC, remis le 30 juin 1945, von Neumann, en quelques courtes pages, décrit toutes les caractéristiques de ce que seront les ordinateurs jusqu'à nos jours : au point que les théoriciens parlent de « machines de von Neumann » à leur propos.

Deux points essentiels :

- L'EDVAC devait être purement binaire : plus de système bi-quinaire ou de bâtards semblables ; un élément de mémoire à 0 ou 1 représenterait ce chiffre binaire et c'est tout.
- L'EDVAC devait utiliser sa mémoire pour stocker aussi bien le programme à exécuter (sous forme d'instructions) que les données sur lesquelles il travaillerait.

Ces deux points sont fondamentaux : sans le système binaire (accompagné de dispositifs de conversion en décimal pour les pauvres humains), l'arithmétique était lourde, lente, et manquait de rigueur. Sans l'idée de « programme enregistré », comme les données, il fallait modifier la machine à chaque nouveau problème. De plus, l'existence du programme en mémoire lui permettrait de s'auto-modifier, le programme travaillant sur lui-même comme sur les variables qui lui sont soumises.

La fécondité de ces deux idées fut extraordinaire : fin 1945, après la publication des travaux de von Neumann, ce fut la course aux machines binaires à programme enregistré. Chacun voulut construire son propre calculateur, et dès le début de 1946, l'équipe initiale de la Moore School éclata : Eckert et Mauchly partirent fonder leur propre société en mars 1946⁽¹⁴⁾, von Neumann retourna à Princeton, vite imité par le Dr Golstine. Le travail continua cependant sur l'EDVAC, qui fut rapidement terminé en 1949, testé et amélioré pour devenir opérationnel fin 1951. Il servit jusqu'en 1962 au Balistics Research Laboratory.

Eckert et Mauchly construisirent une machine appelée BINAC pour le fabricant d'avions Northrop. Livré en 1948, opérationnel en 1950, BINAC fut la dernière machine de la compagnie d'Eckert et Mauchly. Ils travaillaient à un projet grandiose d'ordinateur universel, d'où son nom d'UNIVAC, destiné aussi bien aux calculs commerciaux qu'aux travaux scientifiques, lorsque le principal actionnaire d'EMCC se tua en avion, en 1950. Ses héritiers ne s'intéressaient pas à l'informatique naissante, et EMCC fut vendue à Remington Rand, division du groupe Sperry Rand, qui devait prendre justement le nom d'UNIVAC sous lequel elle est toujours connue. L'UNIVAC I fut livré en mars 1951 au Bureau du Recensement américain (toujours lui, soixante ans après Hollerith) et ce fut le début de l'ère des ordinateurs commerciaux, de l'infor-

(14) « Electronic Control Compagny » ou ECC qui devint EMCC en 1948 (Eckert and Mauchly Computer Corporation). Parmi ceux qui y investirent, on trouve Ernest Cuneo, l'un des fondateurs de la fameuse CIA, dédicataire également d'un « James Bond » : « Thunderball ».

matique en tant qu'industrie.

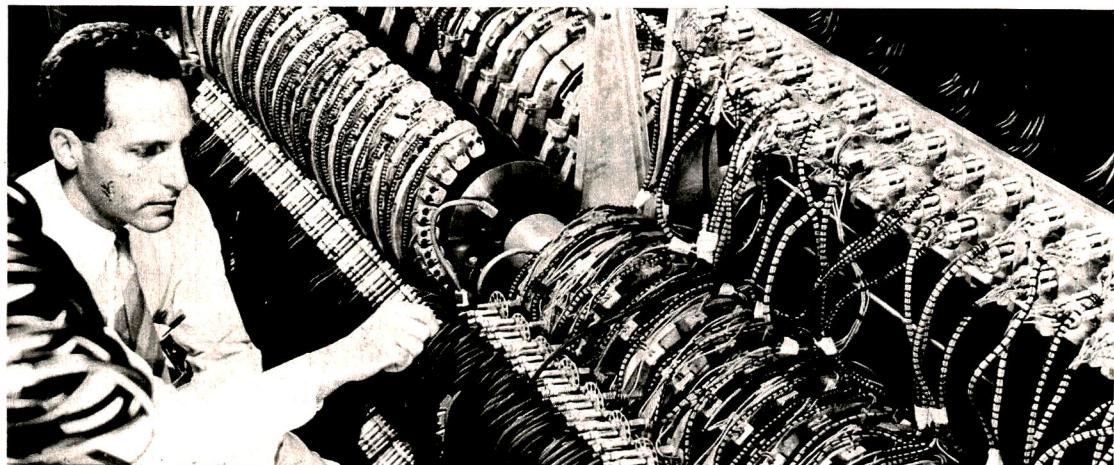
John von Neumann, à Princeton, se lança dans un projet baptisé IAS, dont le résultat concret ne vit le jour qu'en 1952. Mais les articles, les rapports publiés par Princeton sous son autorité firent beaucoup pour stimuler les constructeurs potentiels. Parmi eux, IBM, que nous retrouverons bien sûr fréquemment, comme UNIVAC, à l'ère commerciale : l'IBM 701, l'un des premiers ordinateurs de cette compagnie dérive directement de certains sous-projets de l'équipe de von Neumann à Princeton. Celui-ci avait épousé en secondes noces une compatriote hongroise, Klara Dan, douée pour les mathématiques, elle aussi. Klari, comme l'appelaient les familiers du couple, fut ainsi l'une des premières personnes à écrire des programmes pour calculateurs à programme enregistré. Le premier du genre semble avoir été joint au rapport fondamental de 1945. C'est un programme de tri, qui classe des données par ordre croissant, et la légende veut qu'il soit de la main de Klara von Neumann : après Ada, comtesse de Lovelace, parallèlement à Grace Hopper, on trouve une fois de plus une femme au cœur des problèmes de programmation.

Ce n'est toutefois pas aux Etats-Unis que fonctionna pour la première fois un ordinateur à programme enregistré. C'est en Angleterre, à l'Université de Manchester, en 1948. Très limitée, très peu performante, c'était une machine d'essais, principalement. Mais l'Angleterre vit éclore, à la suite des travaux de Turing (et des calculateurs « Colossus » de Bletchley Park qui déchiffraient le code secret allemand), toute une série de machines : MADM, construite par le Dr F.C. Williams à Manchester, et surtout EDSAC à l'Université de Cambridge, sous la direction de Maurice Wilkes. EDSAC fut réellement le premier ordinateur de von Neumann à fonctionner correctement et à être utilisé. Wilkes avait participé à des conférences de la Moore School, et raconte que c'est sur le bateau qui le ramenait en Angleterre qu'il conçut l'EDSAC. Commencée en 1947, la machine, modeste même pour l'époque (512 mots de 35 chiffres binaires chacun, 3 000 valves), exécuta son premier programme en mai 1949. Inaugurée solennellement le 25 juin de la même année, elle fit l'orgueil du monde scientifique britannique. Elle contenait quelques trouvailles : ainsi, un programme câblé permettait de traduire en son langage interne des ordres entrés par le programmeur sous forme symbolique (et non seulement sous forme binaire) ; le même programme câblé chargeait automatiquement le programme dans la mémoire centrale : on voit là les premiers balbutiements de techniques aujourd'hui bien familières aux informaticiens. Mais quelle dépense d'intelligence, de savoir, d'astuce ou d'intuition, sans parler du simple bricolage, pour en arriver à ces machines qui nous font sourire, moins de trente ans après !

Toujours en Angleterre, mais au NPL (« National Physical Laboratory »), Alan Turing consi-

truisait lui aussi son engin. Il ne vit le jour qu'en 1950, sous le nom de « Pilot Ace » (« l'As des Pilotes »), car il fut destiné principalement à l'aéronautique : après les militaires, les avionneurs furent parmi les plus intéressés par les nouveaux calculateurs électroniques. Pilot Ace fut utilisé à la conception des ailes du premier avion de transport à réaction, le fameux « Comet » de Hawilland⁽¹⁵⁾. Ainsi l'Angleterre avait finalement gagné la course à la machine de von Neumann (un dernier concurrent Jay Forrester, au MIT, arrivera lui aussi après les Anglais,

qui se produisit entre 1940 et 1945, les années de guerre : en ces cinq ans, tout s'est réuni après un bouillonnement désordonné ; les fondements de la représentation physique des nombres, posés par Schickard et Pascal ; le calcul binaire, imaginé par Leibniz ; toute l'informatique sans en avoir les moyens techniques, rêvée par Babbage ; et puis la découverte dans des directions parallèles quoique éloignées, sous la pression de la guerre, de la puissance que représente l'union de la théorie à son plus haut niveau : J. von Neumann et A. Turing, et de la



Prototype de mémoire centrale à disque construit à la demande de l'U.S. Navy à la fin de la dernière guerre mondiale. Le manque de fiabilité de ces disques les a fait abandonner au profit des relais et des mémoires électriques.

mais avec une machine très originale, le « Whirlwind », « tourbillon »). En fait, le premier ordinateur destiné à des applications purement commerciales fut même également anglais, construit par Ferranti Limited à Wythenshawe près de Manchester, il dérivait des machines du Dr Williams.

Mais c'est une autre histoire : en 1950-1951, l'ère des pionniers, entamée au début du XVII^e siècle avec Schickard, s'achève. Symboliquement, en 1953, le bon vieil ENIAC, à qui l'informatique doit tant, fut reconstruit ; on le dota de mémoires magnétiques (à tores de ferrite), mais cela ne l'empêcha pas de terminer sa carrière en octobre 1955⁽¹⁶⁾. L'IAS, de John von Neumann, affectueusement surnommé JOHNNIAC malgré les protestations du savant, est aujourd'hui au Musée du Smithsonian Institute à Washington, tout comme l'UNIVAC I d'Eckert et Mauchly.

Avant d'aborder le phénomène économique et social qu'est devenue l'informatique à partir de 1950, il est bon de méditer sur l'étrange cristallisation du problème du calcul automatique

technique sûre ou seulement prometteuse : Aiken, Stibitz, Eckert, Mauchly et tous les ingénieurs que nous n'avons pu citer. Les machines coûteuses, lentes et maladroites de 1950 étaient les héritières du boulier chinois, des logiques médiévales ou modernes, de l'électronique et de la folie des hommes qu'est la guerre moderne.

John von Neumann est mort d'un cancer en 1957 sans avoir vu l'explosion de l'informatique. Mais sans aucun doute sa pensée fécondera encore cette science : dans un rapport préliminaire de juin 1945, il consacre une page à l'analogie des mémoires centrales qu'il propose avec la structure cellulaire des neurones⁽¹⁷⁾ du cerveau. Or la théorie des automates cellulaires, si prometteuse qu'elle soit, n'a plus, ou presque plus, progressé devant le succès des machines à programme enregistré.

L'histoire économique de l'informatique est donc celle des « machines de von Neumann » de 1950 à aujourd'hui. Mais le prochain chapitre, dans les trente ans à venir, pourrait encore être celui de « machines de von Neumann du deuxième type ». Nous en reparlerons.

Jean TRICOT ■

(15) espérons que les ennuis graves de structure que connaît tragiquement les premiers « Comet » ne devaient rien à Pilot Ace ni à Turing !

(16) Démantelé, il n'en reste plus qu'un panneau bourré de triodes, exhibé à l'Académie militaire US de West Point.

Un fil d'encre pulvérisée dessine les mots

En supprimant les caractères mobiles et les dispositifs d'encrage, le système conçu par IBM permet d'imprimer directement toutes les écritures du monde, même chinoise, en vitesse et en silence : par simple pulvérisation d'un jet d'encre dirigé par un ordinateur.

■ A l'aube des temps historiques, écriture et peinture se confondaient, le profil du dessin ayant lui-même valeur de mot. Plus tard, une séparation se fit entre plume et pinceau, mais l'écart était peu profond puisque les beaux caractères chinois se faisaient toujours au pinceau. Et c'est l'invention de l'imprimerie qui divisa complètement ces deux domaines pendant plus de 500 ans.

Curieusement, ce sont les besoins de l'informatique qui viennent d'assurer le retour d'un lien solide entre les deux techniques, avec l'impression par pulvérisation contrôlée dont le principe s'apparente de fort près à celui de la peinture au pistolet : dans les deux cas, on supprime l'objet (pinceau ou caractère) qui assurait le transfert du liquide coloré entre le flacon et la surface à couvrir. Dans la peinture au pistolet, le liquide est directement projeté à l'endroit voulu : bien sûr, on ne le lance pas avec une cuiller à soupe, mais avec un jet d'air sous pression qui pulvérise la peinture sous forme d'un brouillard aussi fin que possible. On peut certes dessiner des caractères alphabétiques avec un pistolet à peinture ou une bombe aérosol : il suffit de voir les slogans politiques ainsi dessinés sur les murs pour s'en convaincre. Le procédé, assez grossier, permet sans doute de tracer des caractères se mesurant en décimètres, mais il est tout à fait inadapté au dessin des lettres d'imprimerie telles qu'on les trouve dans les livres ou les journaux.

L'idée de pulvériser directement l'encre d'imprimerie présente tout de même de grands avantages, à condition toutefois de pouvoir contrôler et diriger le jet à la fois très vite et de manière très précise. En effet, on économise l'intermédiaire mécanique (caractères mobiles et système d'encrage) qui reste toujours, malgré les progrès récents, relativement lent et assez bruyant.

Contrôler un jet de gouttelettes microbiques n'est pas à la portée des procédés mécaniques, mais entre par contre tout à fait dans le domaine des procédés électriques. Il semble que le premier à avoir bien étudié le problème soit un Américain, R. Sweet : il y a une vingtaine d'années, il réalisa diverses expériences prouvant qu'on pouvait donner une charge électrique bien déterminée aux centaines de particules d'un brouillard fluide. La trajectoire de chaque particule pouvait ensuite être contrôlée par passage à travers les armatures d'un condensateur, les forces électrostatiques déviant plus ou moins les gouttelettes selon la valeur de leur charge.

Le procédé fut amélioré par la suite et, aujourd'hui, la société IBM est à même de fournir des systèmes imprimants travaillant par pulvérisation de l'encre. Si le principe de fonctionnement est relativement simple, la réalisation a posé de nombreux problèmes. Tout d'abord, on ne travaille plus ici avec un brouillard de particules, mais avec un jet de très petit diamètre qui se fractionne ensuite

en une série de gouttelettes simples alignées les unes derrière les autres. De toute manière, des phénomènes de tension superficielle font qu'un jet très fin se transforme de lui-même en gouttes séparées.

Encore faut-il que ces gouttes soient toutes semblables. Dans le système IBM, l'encre est forcée sous une pression de quelques bars à travers un gicleur dont l'ouverture va de 3 à 4 centièmes de mm. Un quartz piézo-électrique provoque une variation périodique de la pression, sur une très haute fréquence, et les gouttes sont alors formées à la même fréquence. De plus, grâce à ce pilotage électrique de la pression, elles ont toutes même diamètre et restent à égale distance les unes des autres le long d'une ligne droite.

Ces microbiques gouttes d'encre doivent maintenant recevoir une charge électrique variable selon le texte à imprimer. Pour former une lettre donnée, par exemple un a, il faut commencer par la coder sous forme de signaux électriques : une calculatrice s'en charge. Ces signaux doivent ensuite être transmis à chaque goutte sous forme d'une charge électrique qui la fera dévier plus ou moins lors de son passage entre les armatures du condensateur.

Pour cela, des électrodes de très petites dimensions sont placées à l'endroit exact où le jet se fragmente en gouttes. Une tension de quelques centaines de volts est appliquée entre le générateur qui débite le jet et ces électrodes. Le jet porte alors une charge électrique opposée et, au moment où la goutte en formation se détache du jet, elle garde la charge qui était celle du fluide à ce moment. Une fois détachée, elle est isolée du jet et ne peut plus être influencée, même si la tension des électrodes varie.

Par exemple, si le générateur est porté à un potentiel positif, les électrodes sont négatives et la goutte possède une charge positive ; si les électrodes sont positives, la goutte est négative. Peu importe d'ailleurs la polarité, seul compte le fait que chaque particule emporte une charge proportionnelle au potentiel appliqué à l'instant où elle se détache du jet. Ce potentiel est évidemment modulé par un dispositif électronique en fonction des lettres à imprimer, c'est-à-dire finalement en fonction du texte.

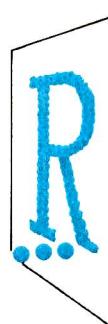
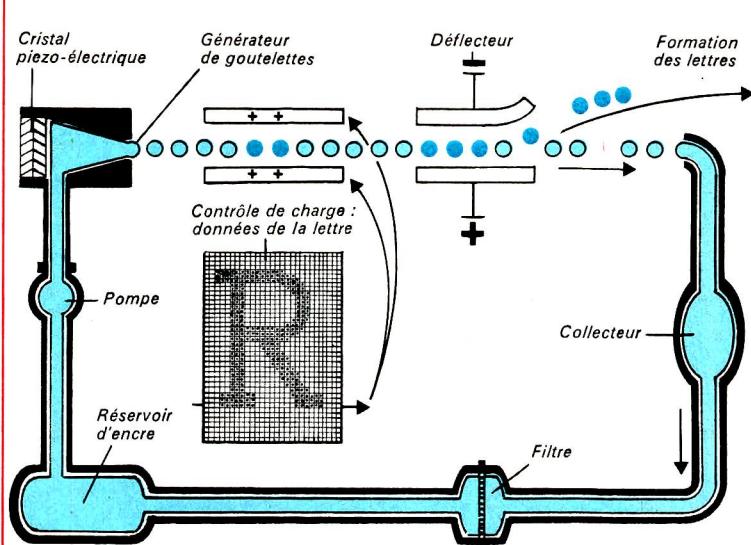
Toutes ces gouttelettes chargées passent maintenant entre les deux armatures d'un condensateur chargé, donc dans un espace où

régne un champ électrique. Conformément aux lois de l'électrostatique, toute particule chargée est déplacée par un champ électrique de la même manière qu'une limaille de fer est déplacée par un champ magnétique. De plus, la déviation que subit la goutte lors de son passage à travers le condensateur est proportionnelle à sa charge électrique. Elle va donc frapper d'autant plus haut, ou d'autant plus bas, sur le papier, que sa charge est plus élevée. Les gouttes non chargées, elles, continuent en ligne droite. Le dispositif imprimant par jet va donc être le suivant : un générateur débite les particules, un modulateur les charge en fonction

me module le potentiel entre gicleur et électrodes selon le tracé de la première lettre à former. Un chapelet de gouttes portant des charges différentes traverse donc le condensateur et en ressort dispersé en hauteur selon un éventail qui va dessiner la première colonne destinée à former la première lettre. Les blancs sont dus au fait que les gouttes non chargées, traversant le condensateur en ligne droite sont récupérées par une gouttière et n'atteignent pas le papier. L'encre ainsi récupérée retourne alors au réservoir principal.

Il y a 24 colonnes pour une lettre, et chaque colonne est dessinée à tour de rôle par le jet jus-

comportant chacune 24 points, ceux-ci pouvant être noirs (goutte chargée) ou blancs (goutte neutre). A l'œil nu, ce tracé discontinu ne se distingue pas de la typographie donnée par une machine à écrire classique. Sous fort grossissement, on retrouve évidemment un tracé un peu ondulé dû à la succession des points d'encre. Ces ondulations sont particulièrement visibles dans les diagonales, par exemple celles des M



majuscules, ou dans les courbes des lettres comportant des cercles ou des boucles, par exemple o, g, u, etc.

Les avantages du procédé, qui en est pour l'instant à ses débuts, sont nombreux. D'abord la vitesse d'exécution : l'imprimante IBM 4640 remplit une page de 54 lignes à 25 signes par lignes, en une minute. Ensuite, le silence : les ordinateurs sont maintenant installés dans des bureaux communs à d'autres activités, et le bruit des frappes habituelles genre machine à écrire peut être fort gênant. Enfin, ce système permet de changer instantanément le style des caractères : normaux ou italiques, gras ou maigres, petits ou grands, romains ou grecs, etc. On peut tout aussi bien d'ailleurs imprimer de l'arabe ou de l'hébreu, du chinois ou des symboles mathématiques. En fait, on peut de même exécuter n'importe quel dessin sur la page : il suffit de programmer la calculatrice en conséquence.

L'imprimerie par pulvérisation d'encre constitue donc le terminal logique d'un ordinateur. Vitesse et silence, alliés à une immense souplesse d'utilisation, en font un outil fondamentalement différent des procédés d'imprimerie classique. Et les spécialistes étudient déjà des encres magnétiques, le contrôle du chapelet de gouttes par un électroaimant autorisant des performances plus élevées encore.

L'imprimerie par injonction d'encre. En supprimant les caractères mobiles, l'impression directe par jet contrôlé permet de gagner sur deux tableaux : la vitesse et le silence. L'encre, mise sous pression dans un générateur, jaillit sous forme d'un jet très fin qui se fragmente aussitôt en gouttes microbiques. Un quartz modulant à haute fréquence la pression dans le générateur, les gouttes ont toutes même diamètre. Elles défilent entre deux électrodes dont le potentiel varie selon le dessin à exécuter — ici un R, enregistré sous forme digitale dans une calculatrice. Les gouttes, portant toutes une charge électrique plus ou moins grande passent ensuite entre les armatures d'un condensateur et se trouvent plus ou moins déviées selon leur charge. Elles dessinent alors sur le papier une première colonne de points, puis une seconde, une troisième et ainsi de suite, jusqu'à former la lettre choisie.

de la lettre à imprimer, et un condensateur les dévie. Tout le dispositif se déplace de gauche à droite devant une feuille de papier : le balayage horizontal est donc mécanique. Mais le balayage vertical est, lui, assuré par la déviation de chaque goutte.

Au départ, le lanceur de gouttes est à gauche de la page ; à l'instant où le jet commence à débiter, la calculatrice liée au système

qu'à ce que la lettre soit imprimée. Un chapelet de gouttes neutres, récupérées par la gouttière, forme alors le blanc d'espacement entre caractères et ce processus recommence pour la lettre suivante, et ainsi de suite jusqu'au bout de la ligne puis le papier monte d'un cran et l'impression reprend pour la ligne suivante. Avec ce procédé, chaque lettre est donc formée par 24 colonnes

Ces trois calculateurs scientifiques Hewlett-Packard utilisent la logique informatique.

Encore plus performants :

nouvelles fonctions, précision inégalée sur des calculateurs de cette catégorie.

- Un affichage plus grand, incliné, non directif.
- Séparation des chiffres par groupes de trois.
- Erreurs de manipulation codifiées.
- Test automatique de toutes les fonctions du calculateur.

HP-31E

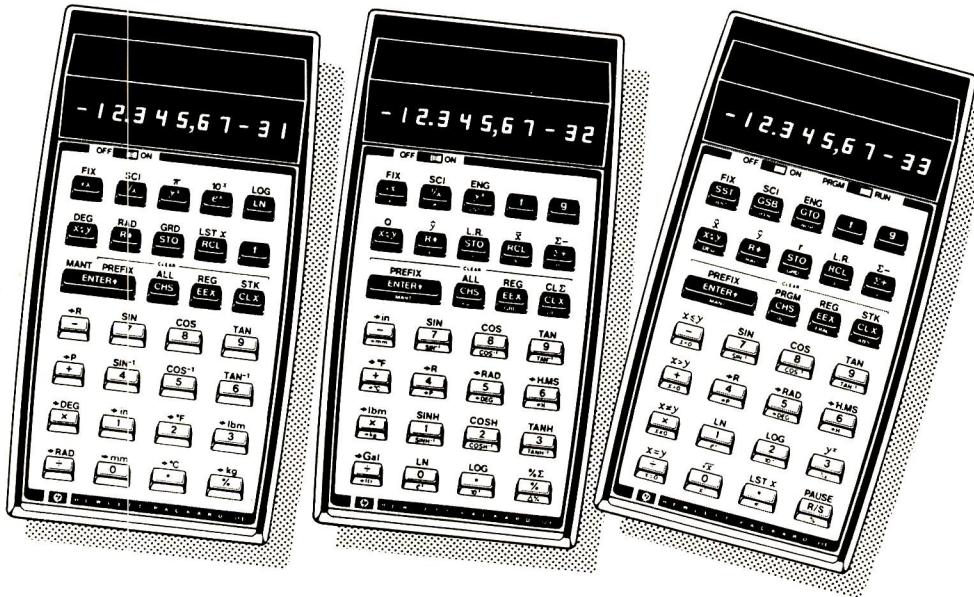
4 mémoires. Nombreuses fonctions mathématiques, 3 unités d'angles, touche %. Conversions métriques...

HP-32E

15 mémoires. Toutes les caractéristiques du HP-31E, plus les fonctions hyperboliques. Nombreuses fonctions statistiques sur 2 séries de variables.

HP-33E

8 mémoires. 49 lignes de programme. Vous initiez à la programmation : branchements directs et conditionnels, sous-programmes...



Pour obtenir tous renseignements complémentaires ou la liste des distributeurs agréés HP, adressez-vous à Hewlett-Packard France, BP 70, 91401 Orsay cedex, Tél. 907 78.25.

HEWLETT  PACKARD

INDUSTRIE

AGRICULTURE

Le colza : une mine de protéines nationales

La découverte des troubles sanitaires provoqués par l'huile de colza n'aura pas été inutile. Chercheurs et professionnels ont rapidement sélectionné de nouvelles variétés de colza à très faible teneur en acide érucique — l'acide gras responsable des troubles observés. Grâce à cette collaboration, l'huile de colza est maintenant une bonne huile végétale, qui semble même avoir des effets préventifs sur les thromboses.

Mais l'huile n'est pas le seul intérêt alimentaire du colza, loin de là. Les oléagineux comme le colza et le soja, sont en même temps des protéagineux. Après extraction de l'huile des graines, il reste un tourteau fort riche en protéines.

Avec son élevage de plus en plus industriel, la France consomme aujourd'hui 3 millions de tonnes de tourteaux pour l'alimentation des animaux, surtout les monogastriques (porcs, volailles). 70 % sont des tourteaux de soja importés. C'est dire notre dépendance nationale en protéines : un déficit de 3 milliards de francs dans notre balance commerciale, troisième poste déficitaire après le pétrole et le bois. Toute solution développant nos ressources en protéines est donc précieuse. Or, une nouvelle technique va précisément permettre d'augmenter le taux de protéines et la digestibilité du tourteau de colza (la France étant le 5^e producteur mondial de cette plante) et de l'incorporer à la ration des monogastriques, principaux responsables de notre dépendance en protéines de qualité. Actuellement, le tourteau de colza présente deux défauts. D'abord, il contient des composés soufrés, ou glucosinolates, qui limitent la croissance et diminuent l'appétit, sans doute à cause d'essences de moutarde désagréables. Mais la sélection végétale, qui s'exerce depuis 7 ans, a pu réduire de 10 à 1 milligramme par gramme de matière sèche la teneur en glucosinolates et, dès l'automne 1983, les premières variétés de colza « O-glucosinolate » de-

vraient être semées. Ensuite, le colza comprend 12 à 13 % de cellulose, glucide que les ruminants peuvent digérer, mais pas les monogastriques. Pour abaisser cette teneur en cellulose, et permettre la consommation des tourteaux de colza par les monogastriques, il fallait trouver une technique capable de retirer la pellicule très cellulosique de la graine de colza.

La difficulté consistait à séparer la pellicule de l'amande et à adapter le réglage de la presse à l'amande et non plus à la graine entière. Le problème a été résolu grâce à la coopération du CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains), du Centre Stéphanois de Recherche Hydromécanique et Frottements et du groupe Oléagri : déjà une huilerie expérimentale fait tourner des dépeliculeurs d'une capacité de trois tonnes de graines par heure, ce qui la situe entre l'usine pilote et l'huilerie industrielle (6 tonnes de graines par heure). La presse est réglée pour les amandes qui donnent un tourteau à teneur en cellulose réduite (6 % au lieu de 12 %). L'appareil de triage a reçu le grand prix de technologie du dernier SIAL (Salon International de l'Alimentation).

Que faire alors de ce nouveau sous-produit, les pellicules ? Deux débouchés leur sont d'ores et déjà assurés. Elles peuvent remplacer la luzerne déshydratée dans l'alimentation des bovins. Surtout, elles seront idéales pour l'alimentation des lapins. Ceux-ci ont, en effet, besoin d'une alimentation riche en

cellulose (13 à 14 % du régime). Or, les pellicules renferment 18 % de protéines et 32 % de cellulose. Les lapins consomment aujourd'hui plus de 500 000 tonnes par an d'aliments composés ; ce n'est donc pas un marché négligeable qui s'ouvre là.

Ainsi la technique de dépeliculage qui sera définitivement industrialisée dès 1980, associée aux améliorations génétiques de la graine de colza, devrait permettre de disposer dès 1983 d'un tourteau métropolitain très concurrentiel par rapport au tourteau de soja importé. De plus, à l'horizon 1983-1984, on prévoit une augmentation des rendements du colza de 30 à 40 %, grâce à des variétés de colza hybride. Cette collaboration réussie entre consommateurs, médecins, chercheurs agronomes et professionnels, fait du colza un sérieux atout pour l'économie française de demain.

■ ■ Machine à laver pour aveugles. La première machine à laver avec commande et mode d'emploi pour aveugles vient de faire son apparition en Suisse. « Adorina 3 » est un appareil de petites dimensions (64,5 × 39,5 cm), d'une capacité de 3,5 kg de linge et dotée de 13 programmes de lavage.

A vrai dire, le problème technique n'était guère difficile à résoudre. La machine existait déjà : il a suffi à son fabricant d'adapter le disque de programmation et le mode d'emploi aux caractères pour aveugles...

« Machine » à fabriquer du bois...

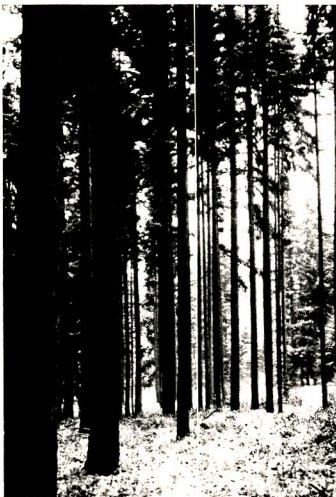
Une excellente « machine » à fabriquer du bois : c'est ainsi que les chercheurs forestiers de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) qualifient le « Douglas », que les industriels du bois appellent : « Pin d'Orégon ».

Introduit en France depuis une centaine d'années, le « Douglas » est devenu la première essence de reboisement de notre pays : sur 60 000 ha reboisés par an, il en couvre 10 000 à 15 000. Si l'on met à part les régions de haute montagne (au-dessus de 1 000 m d'altitude), le sud-ouest de la France (où le pin maritime défend excellentement sa position) et, bien sûr, la région méditerranéenne, le Douglas se développe partout.

Ses avantages : il est peu sensible aux parasites ; il résiste aux ravageurs ; sa croissance est rapide ; sa culture en pépinière puis son introduction par plantations sont aisées ; sa sylviculture est relativement simple ; il est probablement, parmi

me le cuivre, dont la carence provoque des déformations de croissance juvénile. Ils ont également établi des tables de production (des tableaux chiffrés, construits en fonction des âges, servant de guide de sylviculture et permettant de prévoir la production) pour deux régions du Massif Central (ouest et nord-ouest), où le Douglas joue déjà un rôle important.

Les recherches actuelles portent sur la création de variétés synthétiques (des variétés artificielles provenant de l'interfécondation de lignées sélectionnées) encore plus productives, ainsi que sur la possibilité d'étendre encore l'aire d'utilisation du « Douglas ».

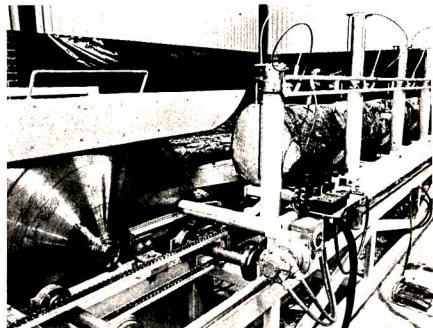


les résineux, l'espèce la moins dangereuse pour la fertilité des sols ; enfin il présente une croissance rapide tout en donnant un bois d'excellente qualité. Sur de bons sols, il bat même tous les records de production, avec 22-23 m³/ha et par an à 50 ans. Les chercheurs de l'INRA ont déterminé la densité optimale de plantation à l'hectare du « Douglas » et ils connaissent maintenant parfaitement les exigences nutritives de l'espèce et sa fertilisation. Ils ont, par exemple, découvert l'importance de certains oligo-éléments, com-

dispersion des résidus ligneux fibreux, d'un côté ; par la variation très importante du volume de ces déchets, selon leur localisation et selon les périodes, de l'autre.

... et mini-sciérie pour une meilleure productivité

Mise au point en Suède, son fabricant affirme qu'elle double la productivité.



... appareil mobile de recyclage du bois...

Cet appareil, d'un débit horaire de 3 tonnes, permet d'éliminer les déchets ligneux ou fibreux (emballages en bois, palettes de rebut, etc.) en les réutilisant dans l'industrie papetière et dans celle des panneaux de particules.

De conception et de fabrication française, il assure le broyage et le déchiquetage, le déferrage intégral, éventuellement le compactage et le séchage des produits déchiquetés. Les différents éléments qui le composent (trémie d'alimentation, broyeur-déchiqueteur à marteaux, dispositif magnétique intégré dans un convoyeur à bande sans fin pour séparer du bois toutes les parties métalliques et les regrouper à part), sont disposés sur un châssis monté sur roues, tiré par un tracteur ordinaire, ce qui permet à l'appareil soit de fonctionner en station fixe, vérins fixés au sol, soit de se déplacer en fonction des besoins, vers un autre lieu de travail. Car le principal intérêt de cet appareil c'est bien sa mobilité, qui permet d'obtenir cette nécessaire souplesse dans le système de collecte, exigée par la

Parce qu'elle demande des frais d'investissement moins élevés que toute autre scierie. Parce qu'un homme suffit à la manœuvrer. Enfin, parce qu'elle permettrait d'accroître le rendement de 20 % et faciliterait le sciage des bûches irrégulières. Cette dernière performance est due à la table de sciage (notre photo), où chaque tronc est disposé automatiquement selon l'alignement qui lui convient le mieux, notamment pour permettre l'utilisation optimale de son diamètre, et où des systèmes pneumatiques maintiennent si bien le bois en place qu'on peut le scier avec une parfaite précision : en planches presque aussi fines que du papier, sur toute la longueur du tronc, dit le fabricant...

Erratum. Dans notre dernier numéro une erreur s'est glissée dans les dessins sur les productions et consommations françaises de viande (page 85), illustrant l'article « Pourquoi, la France manque de viande ? » Pour les porcins et les ovins, consommations et productions ont été inversées. La France mange donc bien, plus de viande qu'elle n'en produit, surtout de porc et de mouton, secteurs où elle est largement déficitaire. En 1978, le déficit en viande porcine atteint 300 000 tonnes et le déficit en viande ovine, 55 660 tonnes.

ENSEIGNEMENT

La lecture de la presse devient une discipline enseignée à l'école

L'enseignement utilise de plus en plus la presse écrite comme auxiliaire pédagogique, mais il ne s'agit pas de remplacer les morceaux choisis. Pour de jeunes lecteurs, le monde des média est manipulateur, il est donc important d'apprendre à s'y comporter et s'y mouvoir.

Depuis 1977, des associations d'éditeurs de journaux se sont créées afin de faciliter le rapprochement entre l'information et l'éducation. Le C.I.P.E. (Comité d'Information pour la Presse dans l'Enseignement) regroupant six quotidiens, quinze hebdomadaires et huit mensuels dont *Science et Vie*, organise du mardi 4 au 7 septembre 1979, le premier forum national de la Presse à l'école.

Deux thèmes ont été choisis pour ce premier forum :

- La connaissance de la presse : les ateliers, animés par les responsables de rédaction, gestion et fabrication des publications membres de l'association, regrouperont les participants par petits groupes de 15 à 10 personnes.
- La pédagogie de la presse : l'animation sera réalisée par des membres des associations d'enseignants et des journalistes. Deux axes ont été choisis : méthodologie générale, application par discipline.

Sont également prévus : un invité du jour qui sera une personnalité de la presse, des visites et des débats. Quelques thèmes évoqués ont retenu notre attention, permettant d'en finir avec les idées reçues : l'introduction de la presse à l'école est-elle un facteur de division politique ? Le changement d'attitude de l'enseignant quand il n'est plus le seul détenteur du savoir...

Ce forum se tiendra dans un établissement scolaire de la région parisienne où les participants seront hébergés en chambre individuelle. Les droits d'inscription s'élèvent à 300 F par personne et couvrent tous les frais pédagogiques et d'hébergement. Des billets de réduction S.N.C.F. seront envoyés aux stagiaires venant de province. Les inscriptions des enseignants intéressés seront reçues dès maintenant dans la limite des places disponibles, au centre de perfectionnement des journalistes.

Ecrire à : Madame Debeauvais,

Forum National de la Presse à l'Ecole C.P.J., 33, rue du Louvre, 75002 Paris, tél. 508.86.71.

ECONOMIE

Le prix des médicaments dépend de la richesse des malades

Tomber malade est nettement moins coûteux en Italie qu'en Allemagne : les mêmes médicaments y sont vendus trois fois moins cher. C'est ce que vient de constater le BEUC : le Bureau Européen des Unions de Consommateurs, au terme d'une enquête qui a comparé, dans

les différents pays de la Communauté, les prix de 77 catégories de produits, répartis en trois groupes qui représentent l'essentiel de la consommation pharmaceutique : antibiotiques, psychopharmacologiques et produits cardio-vasculaires.

Ainsi les prix moyens de ces 77 produits, lorsqu'ils atteignent 100 en Allemagne, sont de 91 aux Pays-Bas et au Danemark, 62 en Belgique, 42 en Grande-Bretagne, 40 en France et 30 en Italie. Et ces mêmes disparités se retrouvent lorsque l'on ne considère plus l'ensemble des 77 produits étudiés, mais chacun des trois groupes médicamenteux dont ils relèvent.

Sans doute, si les médicaments sont meilleur marché en Italie, en France et au Royaume-Uni, c'est en raison du contrôle des prix effectués dans ces pays par les Pouvoirs publics, soit directement, soit par le biais de la Sécurité Sociale.

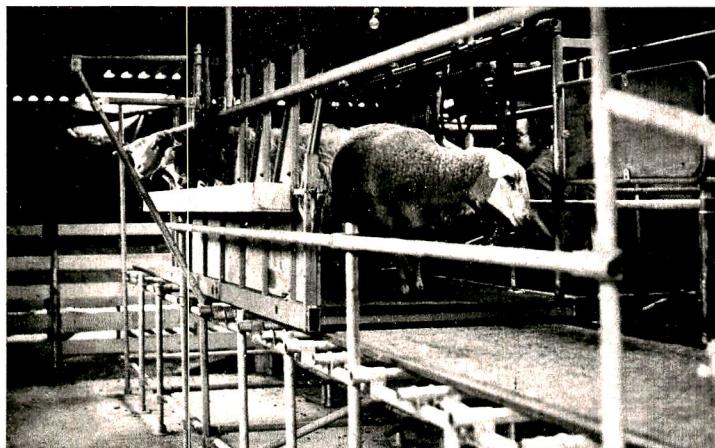
Mais pour le BEUC, la principale explication est surtout que les grandes sociétés de produits pharmaceutiques fixent les prix les plus élevés que peuvent supporter les différents marchés.



JOHN PLAYER KING SIZE

Une salle de traite pour sauver l'élevage de la brebis laitière

Seulement 8 % du cheptel ovin français est constitué de races laitières : c'est peu et cela risque de diminuer encore si l'on ne résout pas le problème de la mécanisation de la traite des petits troupeaux.



La traite des brebis pour la fabrication de fromage est principalement localisée dans l'Aveyron et ses départements limitrophes (Région de Roquefort), les Pyrénées Atlantiques et la Corse.

Sauf dans la région de Roquefort, où 50 % des exploitations sont équipées d'une machine et fournissent 70 % de la production, la traite manuelle reste la règle générale, malgré des problèmes de main-d'œuvre de plus en plus vifs.

C'est que la mécanisation n'est pas toujours rentable pour l'éleveur qui dispose d'un petit troupeau (moins de 250 brebis) et exploite une race facile à traire à la main (par exemple la race Manech dans les Pyrénées : 55 brebis traités à l'heure par homme).

Par contre, dans la région de Roquefort, la race locale, la Lacaune, ne se traite pas facilement manuellement : 20 brebis à l'heure par trayeur. La mécanisation y est donc rentable : elle permet, au minimum, de tripler la productivité. Dès 1929, le simple pot trayeur permettait de traire 40 à 50 brebis à l'heure. En 1961, apparaît le système « Casse » (du nom de la ferme expérimentale où ce système de traite a été mis au point), qui permet de traire 80 brebis à l'heure. Cadence qui atteint 160 brebis par heure en 1972, 180 aujourd'hui, grâce à l'amélioration du système et à une traite

simplifiée. Le système Casse est une salle de traite où le trayeur manipule les brebis depuis une fosse centrale au-dessus de laquelle sont fixées les canalisations à lait sur lesquelles sont branchées les tuyauteries des gobelets trayeurs. Les brebis sont placées sur des quais, situés de part et d'autre de la fosse. Cette manœuvre des lots de brebis représente un « temps mort » obligatoire qui peut dépasser 20 % du temps de traite.

Au contraire, dans les actuelles salles de traite rotatives (manèges), l'admission, la contention et la libération des animaux s'effectuent sans aucune intervention du trayeur, à l'aide de butées mécaniques déclenchées par la rotation du manège. Ce système continu permet une productivité de 300 brebis par heure. Mais d'une technologie complexe et d'un investissement coûteux (125 000 F la Roto 30 places Alfa-Laval), ces installations ne conviennent qu'aux grands troupeaux (plus de 350 brebis).

Jusqu'ici, aucune solution n'était donc proposée au petit éleveur voulant traire vite. Pourtant la demande potentielle est évaluée pour la seule région de Roquefort à 2 000 installations. Une nouvelle salle de traite, conçue par l'INRA, l'Institut National de la Recherche Agronomique, et qui sera commercialisée à la fin de l'année par la

Société Alfa-Laval, vient combler ce manque. Elle consiste à utiliser, de chaque côté d'un couloir où évolue le trayeur, 2 chariots animés d'un mouvement rectiligne alternatif (vitesse : environ 200 m/h) portant chacun 5 à 7 brebis. Cette traite en continu garde les avantages du manège dont elle a les performances (300 brebis/heure et par homme), avec un prix de revient diminué de plus de 50 %. De plus, elle n'occupe que 35 m² (50 m² pour un manège équivalent). Les mouvements des animaux s'effectuant à proximité immédiate du trayeur, la surveillance de la traite est facilitée. Ce procédé peut s'appliquer à la traite des chèvres et des vaches.

Selon M. Le Du, chercheur à l'INRA et père de cette invention (baptisée LeducEUR), le développement des machines à traire dans les Pyrénées est indispensable pour sauver l'élevage de la brebis laitière dans cette région. Cette nouvelle salle de traite est donc un espoir pour les éleveurs qui, trop pauvres ou trop petits, peuvent se considérer comme les « oubliés de la mécanisation ». Tout y est mécanique et un moteur de la puissance d'un fer à repasser suffit pour l'animer.

ENSEIGNEMENT

Plus d'un élève sur deux redouble

Au cours de leur vie scolaire, plus de la moitié des élèves redoublent un jour ou l'autre. C'est ce que montre la dernière édition des Tableaux des enseignements et de la formation, présentée par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

Six ans est l'âge de l'entrée au cours préparatoire. Pourtant, déjà dans cette classe 14,8 % des enfants ont un an de retard, 1,9 % deux ans, 0,7 %

trois ans. Très peu — 2,6 % — ont un an d'avance. Le taux de redoublement dans cette classe d'apprentissage à la lecture est le plus élevé de tout l'enseignement primaire : 14,9 %. Ce taux diminue ensuite (7,1 et 6,4 %), pour remonter fortement dans le cours moyen 2^e année (10,3 %), qui est celui qui précède le passage en premier cycle. Ensuite les choses ne font que s'aggraver : en classe de 5^e, il y a plus d'élèves qui ont redoublé à un moment de leur scolarité, que d'élèves qui ont suivi normalement le cycle scolaire.

En 4^e, la situation semble se rétablir : 49,7 % des élèves ont 13 ans, ce qui est l'âge théoriquement normal, 37,2 % en ont 14 et 6,8 % 15. Amélioration toute théorique, cependant, puisque c'est à ce niveau qu'interviennent les sorties du système scolaire : si le taux de scolarisation est de 100 % à 11 ans, il n'est plus que de 96,1 % à 14 ans et de 69,6 % à 16 ans. Sans compter les sorties vers les classes nouvelles : 116 000 élèves dans les « CPPN », des classes préprofessionnelles de niveau, dont les trois quarts ont 14 ans, et 64 000 élèves dans les « CPA », les classes préparatoires à l'apprentissage, dont plus de 80 % ont 15 ans. Et sans oublier non plus les 451 000 élèves qui, à partir de la 5^e, ont opté pour le CAP, le certificat d'aptitude professionnelle en 3 ans.

Au niveau du baccalauréat, et malgré tout le « dégraissement » ainsi opéré parmi les élèves, la situation s'est à nouveau dégradée : seulement 40,7 % des élèves de l'enseignement public et 34,7 % des élèves de l'enseignement privé qui passent cet examen ont l'âge de leur classe, 35,7 % et 35,6 % ont un an de retard, 2,7 % ont au moins 20 ans.

Dans les classes préparatoires aux grandes écoles, les effectifs redeviennent jeunes, parce que ces classes sont suivies en principe par ceux qui ont eu le moins de difficultés sur l'ensemble de leur scolarité : 15,4 % des étudiants ont un an d'avance, c'est-à-dire 17 ans, alors que les enfants ayant un an d'avance ne constituent que 4 % des effectifs du premier cycle et 7,5 % du second cycle long. Dans ces classes préparatoires, on recense même 0,6 % d'élèves n'ayant que 16 ans.

ECONOMIE

Des exportations qui coûtent cher (suite)

Un récent rapport des Trades Unions (syndicats) britanniques fait le point sur le développement de l'industrie chimique de l'Europe de l'Est. Pas moins de 421 usines y sont en construction ou en projet : 152 en URSS, 86 en Yougoslavie, 59 en Pologne, 55 en Roumanie, 26 en Tchécoslovaquie, 20 en Bulgarie, 16 en Allemagne de l'Est et 7 en Hongrie.

Toutes ces usines sont, ou seront, construites avec l'aide technologique et financière des Occidentaux. Si bien que la dette globale, toutes industries confondues, des pays de l'Est à l'égard des pays occidentaux passera de 52 milliards de dollars au début 1979, à 65 milliards à la fin de l'année prochaine et, en 1990, à 140 milliards, disent les optimistes, 200 milliards, annoncent les pessimistes, ce dernier chiffre étant avancé par l'Institut autrichien d'analyses économiques internationales comparatives.

Et la majorité de ces fonds, les pays occidentaux ne les verront jamais rentrer dans leurs caisses. Car, ainsi que nous l'indiquions dans un récent article (Science et Vie n° 739 d'avril 1979, « Comment la France finance les produits de la concurrence »), ces dettes seront réglées non pas en monnaie, mais en marchandises. Les marchandises fabriquées par ces usines, qui sont mises sur pied avec les technologies et avec les fonds occidentaux... et des marchandises qui viendront gravement concurrencer les productions occidentales.

Une conférence de syndicalistes européens se tiendra cet automne à Genève, pour étudier les conséquences de telles pratiques sur l'emploi.

Déjà Charles Levinson, président de la Fédération internationale de travailleurs de la chimie, à qui revient l'initiative de cette conférence, déclare : « Sous couvert de détente, nous allons être noyés sous les produits chimiques de l'Est, car c'est en marchandises que les pays communistes paient les livraisons d'usines. Un contrat avec l'Est aide souvent à créer des emplois, mais quand le paiement commence, on s'aperçoit que pour un emploi créé, il y en a deux qu'il faut supprimer. La gauche communiste et les syndicats qu'elle contrôle, ne veulent pas, évidemment, discuter de ces problèmes ;

quant à l'industrie, elle garde secrets les chiffres de ses échanges en forme de troc ».

La classe politique, qui fait preuve de bons et nobles sentiments, s'en réjouit, professant que la détente politique ira de pair avec la détente économique, que si le rideau de fer se lève les idées suivront le même chemin que les denrées. Tous les autres sont sceptiques...

INFORMATIQUE

L'ordinateur appelle votre taxi

En 1982, les trois grandes villes suédoises, Stockholm, Göteborg et Malmö, seront équipées d'un système de contrôle de la circulation des taxis par ordinateur. Plus besoin pour les opérateurs de centraux téléphoniques d'appeler les taxis et d'attendre la réponse de celui qui est le mieux placé, ou le plus rapide à répondre. Un ordinateur, centralisant et affichant sur un écran toutes les données, choisira le taxi libre le plus proche et communiquera au chauffeur, par l'intermédiaire d'une petite imprimante installée sur son véhicule, le nom et l'adresse du client.

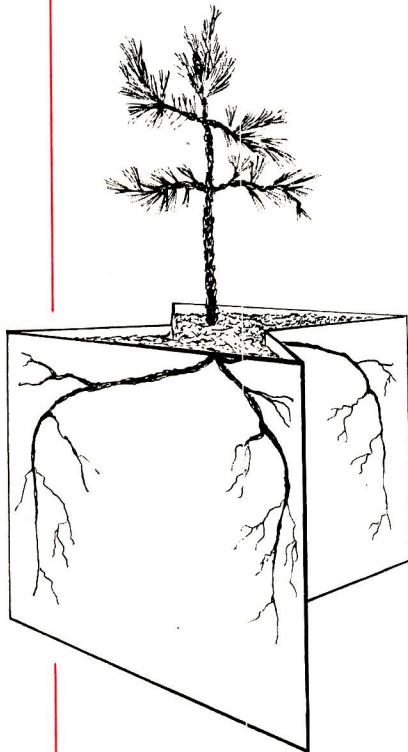
Ce dernier sera ainsi immédiatement renseigné sur la disponibilité, ou non, d'une voiture, et sur le temps qui lui est nécessaire pour arriver au point où il l'attend. Il n'aura plus à subir, en outre, le brouhaha et les crachotis de la radio qui relie le taxi à son central, que certains chauffeurs laissent branchée en permanence.

Permettant une utilisation optimale de la flotte des taxis, le système augmenterait également la sécurité des chauffeurs : en cas d'incident, ceux-ci n'auraient qu'à presser un bouton pour alerter le central.

INNOVATION

Un dièdre aigu pour éviter les « chignons » de racines

La culture en conteneurs des jeunes plants forestiers tend à devenir la règle quasi-générale chez les pépiniéristes. Parce qu'elle offre de nombreux avantages : contrôle du sub-



strat, de l'arrosage, de la nutrition minérale, entre autres, et surtout transplantation possible et facile pendant une grande partie de l'année.

Mais elle présente aussi un inconvénient d'importance : dans les conteneurs ronds et les sacs en plastique, les jeunes racines des plants se heurtent au cours de leur croissance aux parois.

Elles ont alors tendance à s'enrouler pour former des « chignons ». Le problème est que cette tendance persiste même après l'enlèvement du conteneur, après la transplantation. Sans grande importance au début de la vie de l'arbuste, ces déformations peuvent par contre entraîner, 10 ou 20 ans plus tard, un développement insuf-

fisant du système racinaire, une mauvaise exploration du sol, un ancrage défectueux. D'où une mauvaise nutrition de l'arbre et son déracinement possible.

Ce problème et ces inconvénients viennent d'être résolus par les chercheurs de l'INRA, l'Institut National de la Recherche Agronomique, qui ont étudié le mécanisme de la direction de croissance des racines et du comportement de ces dernières lorsqu'elles rencontrent un obstacle. Ils ont ainsi observé que les racines horizontales étaient déviées vers le fond du conteneur lorsqu'elles butent sur un dièdre aigu, ce qui supprime leur enroulement.

Ce qui les a conduit à imaginer ce conteneur dont les parois forment des dièdres. Avantage complémentaire : la forme particulière de ces conteneurs permet de les juxtaposer sans aucune perte de place, de la même manière qu'on assemble un puzzle.

■ ■ ■ XV^e Présentation de Matériel Scientifique organisée par le Cast-Centre d'actualisation scientifique et technique — sur le campus de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, du 18 au 21 septembre prochains. Des matériels de recherche et de laboratoire aux matériels pédagogiques. 850 firmes françaises ou étrangères y ont été représentées en 1978 et 7 000 visiteurs accueillis (Cast-Insa, Bât 705-20 avenue A.-Einstein — 69621 Villeurbanne Cedex).

ENVIRONNEMENT

Programme informatique contre marées noires

Une filiale de British Petroleum, Scientific Control Systems, a réalisé un programme informatique dont elle assure qu'il est capable à la fois d'identifier les navires coupables de dégazage en mer et de prévoir le déplacement des nappes de pétrole, en cas d'accident dans les gisements offshore ou de naufrage de pétrolier.

L'idée est née à la suite de l'explosion d'Ekofisk. Globalement, ce programme est nourri de données sur les divers états de la mer et les caractéristiques géophysiques des régions concernées. Il suffirait alors d'introduire des données sur les conditions météorologiques régnantes au moment de l'accident pour obtenir des prévisions sur le comportement de la nappe.

Pour identifier l'origine d'une nappe arrivant sur le littoral, le système opère en sens inverse, par un processus de déduction, pour remonter à la source de la pollution. L'identification finale s'effectue par référence aux mouvements de navires enregistrés dans la zone d'où provient la nappe. Si le capitaine du navire présumé coupable niait les faits, il suffirait d'analyser et de comparer les compositions chimiques de la nappe et du pétrole transporté dans les soutes de son navire.

INFORMATION

Le Who's Who de l'océanologie

Le Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) vient de publier un répertoire des laboratoires et des chercheurs du secteur public engagés dans le domaine de l'océanologie. Personne n'aurait pu le faire mieux puisque le CNEXO, au titre de la mission de coordination qui lui est assignée, recueille toutes les informations sur les activités océanologiques françaises.

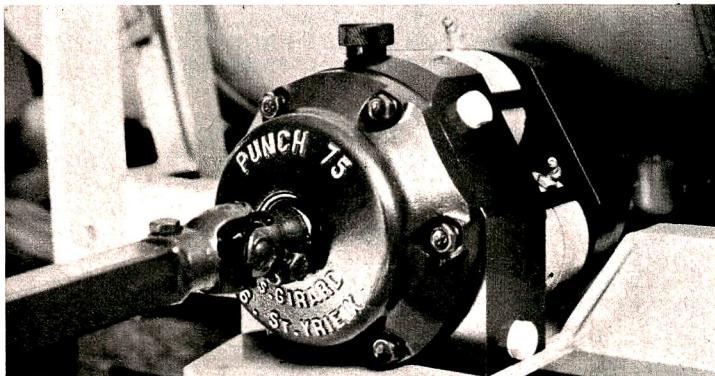
L'ouvrage est scindé en deux parties. La première présente une description détaillée des unités de recherche (nom du laboratoire et de son directeur, ministère de tutelle, disciplines et thèmes de recherches, personnel, moyens matériels propres, etc.). La seconde est constituée par un répertoire des ingénieurs et des chercheurs.

(218 pages en feuillets détachables, 45 F. Diffusion : Centre Océanologique de Bretagne, Service documentation, B.P. 337, 29273 Brest Cedex.) □

Des marchés à saisir

Les innovations (produits menés au dernier stade de leur développement industriel) 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 et 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 » clo Science et 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.

POMPE DE REFOULEMENT A HAUTE PRESSION



Quoi ?

Une pompe destinée au refoulement à haute pression d'eau ou de fluides chargés, abrasifs ou corrosifs, dont volume et poids sont 2 à 3 fois plus faibles que ceux des matériels de caractéristiques équivalentes et dont la maintenance est particulièrement réduite.

Comment ?

Les pompes traditionnelles ne permettent pas toujours la séparation totale entre le fluide de travail et l'huile de graissage, ce qui conduit à fabriquer l'ensemble de ces pompes à l'aide d'un matériau unique résistant au fluide et exclut l'utilisation d'alliages légers. La

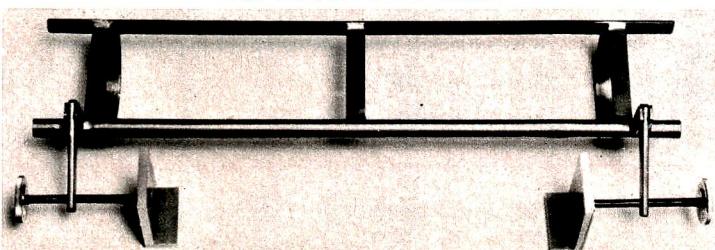
maintenance de ces pompes s'en trouve délicate et compliquée : elle entraîne une immobilisation prolongée, dans la mesure où elle nécessite un démontage complet, exigeant un outillage spécial.

L'originalité de cette pompe est d'être constituée d'un assemblage de trois sous-ensembles facilement séparables. Des joints d'étanchéité spéciaux délimitent bien les zones en contact avec le fluide pompé et excluent toute pénétration de ce fluide dans la partie mécanique d'entraînement. D'où la possibilité d'utiliser des alliages légers, faciles à usiner et d'obtenir un ensemble extrêmement compact et très léger.

Marché

Cette pompe peut équiper les matériels les plus divers, neufs ou usagés : tous ceux où la haute pression, la puissance d'impact, garantit l'efficacité et l'économie. Les applications vont donc de l'agriculture (projection et épandage des produits, injections dans le sol), à l'industrie (surpresseurs hydrauliques, adduction à refoulement important, lavage de matériels, dépoussiérage, humidification, etc.), des grands chantiers (mines, forages), au bâtiment (blanchiment, désinfection, décapage à froid des façades).

BLOQUEUR D'ÉCHELLE



Quoi ?

Un dispositif de sécurité qui évite à la fois le glissement latéral de l'échelle et son basculement en arrière, même lorsqu'on est lourdement chargé et en position de déséquilibre, tout en protégeant la gouttière de tout écrasement dû au poids de l'échelle qui vient s'appuyer contre elle.

on verra que l'appareil comporte, au 2^e plan, un dispositif métallique qui vient s'insérer dans

la gouttière, épouser sa forme et donc l'empêcher de se déformer. La seconde fonction, le blocage de l'échelle, est assurée par les deux flasques que l'on voit au premier plan, que l'on resserre sur l'échelle, la fixant ainsi.

Marché

Ce bloqueur s'adapte sur toutes les gouttières et il se fixe aussi bien sur des échelles en bois que sur des échelles métalliques.

Science et Vie rappelle à ses lecteurs que grâce à des accords exclusifs passés avec « Technotec » et avec « Transinove », outils informatiques des transferts de technologies, savoir-faire et produits nouveaux fonctionnant à l'échelle internationale, notre revue offre aux inventeurs-innovateurs, dont nous sélectionnons chaque mois les créations pour les publier dans « Des marchés à saisir », l'insertion gratuite de leurs créations, pendant un an, dans les deux banques de technologies disponibles gérées par « Technotec » et par « Transinove ». Ils seront ainsi en contact avec les demandeurs de produits-procédés originaux du monde entier.

Comment ?

En se reportant à notre photo,

les numéros
«HORS SÉRIE»
disponibles



**SCIENCE
et VIE**

POUR RÉPONDRE A LA DEMANDE
DE NOMBREUX LECTEURS, NOUS
INDIQUONS CI-DESSOUS UNE
SÉLECTION DE NUMÉROS HORS
SÉRIE ENCORE DISPONIBLES

- N° 97 PHOTO CINÉ (1972)
- N° 100 AUTO 72-73 (1972)
- N° 101 PHOTO CINÉ SON (1973)
- N° 104 AUTO 73-74 (1973)
- N° 105 HAUTE FIDÉLITÉ (1973)
- N° 108 CHEMIN DE FER 75 (1974)
- N° 109 PHOTO CINÉ (1974)
- N° 113 HI-FI ET SONS 76 (1975)
- N° 117 MALADIES DE CIVILISATION (1976)
- N° 118 PHOTO-CINÉ 77 (1977)
- N° 119 AVIATION 77 (1977)
- N° 121 LA TERRE NOTRE PLANÈTE (1977)
- N° 122 LE MONDE VÉGÉTAL (1978)
- N° 123 RÉSISTANCE HUMAINE (1978)
- N° 124 LES JEUX DE RÉFLEXION
- N° 125 LE COMPORTEMENT ANIMAL
- N° 126 ÉNERGIE
- N° 127 AVIATION 79

BON DE COMMANDE

à découper ou recopier et à retourner à Science et Vie, 5, rue de la Baume - 75382 Paris Cedex 08.
VEUILLEZ M'ENVOYER LES NUMÉROS HORS-SÉRIE :

N° _____

JE JOINS 10 F (franco) par EXEMPLAIRE

RÈGLEMENT A L'ORDRE DE SCIENCE ET VIE

C.C.P. 3 volets (sans indiquer le n° de compte)

C. Bancaire

Mandat Poste

NOM _____

PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CHOISIR SES PILES SANS PAYER LE PRIX FORT

De même voltage et de mêmes dimensions, tel modèle de pile peut valoir 3 à 4 fois le prix de tel autre. Ces écarts peuvent être justifiés par des composants différents (rarement indiqués) mais pour un type de pile requis par un matériel, inutile, généralement, de choisir la marque la plus coûteuse.

► Le nombre des appareils fonctionnant avec des piles électriques n'a cessé d'augmenter. Autrefois presqu'exclusivement employée dans les lampes de poche, cette source d'énergie est aujourd'hui entrée dans les postes radio à transistors, les jouets, les rasoirs, les appareils photo, les caméras, les montres, les calculatrices, les systèmes d'alarme, etc. La diversification des piles, cependant, ne tient pas seulement à cet élargissement des appareils qu'elles alimentent. Pour chacun d'eux, en outre, les fabricants proposent plusieurs sortes de piles apparemment interchangeables. Elles diffèrent entre elles par leur présentation extérieure, plus ou moins belle. Mais, surtout, leurs prix sont très variables.

Si l'on considère, par exemple, la traditionnelle pile plate de 4,5 V, nous relevons des prix qui, selon les détaillants et les types, passent de 1,30 F à 4,80 F. On trouve un écart encore plus grand avec la pile 1,5 V la plus courante, modèle bâton : les prix s'échelonnent de 1 à 11 F. Une autre, d'emploi courant, la pile 1,5 V cylindrique, de gros diamètre (33 mm) et de 6 cm de long, coûte, selon les marques et les types, de 1,60 F à 5,30 F.

On comprend fort bien que ces écarts de prix se justifient en partie par les différences de constituants des piles (manganèse, mercure, argent, ...) et les soins de fabrication (très apparents extérieurement). Mais on peut se demander s'il est bien utile et rentable d'acheter une pile chère, alors qu'il en existe une bon marché qui semble assurer, sinon le même service, du moins un usage très voisin. En d'autres termes — et pour prendre l'exemple concret d'un récepteur radio — est-il nécessaire, pour gagner quelques heures d'écoute, de payer trois fois plus cher un jeu de deux piles plates de 4,5 V, c'est-

à-dire 9 F au lieu de 3 F, alors que les trois jeux de piles ordinaires qu'on pourrait acquérir pour cette somme rendraient un bien plus long service ?

La réponse — indiquons-le immédiatement (nous verrons dans un instant pourquoi) — est négative. Par contre, il paraît certain que pour un même type de pile, les différences de prix qui existent d'une marque à l'autre n'apportent aucun avantage réel en raison des fluctuations des fabrications et de divers facteurs qui peuvent modifier le service qu'elle est censée rendre (fraîcheur de la pile, condition de stockage chez le détaillant, etc.). Le consommateur a donc intérêt à acheter la marque la moins chère. Mais cela suppose qu'il est en mesure de découvrir à quel type de pile appartiennent celles que proposent chaque producteur. Ce qui est souvent impossible, les fabricants ne le précisant sur les piles ou dans leurs catalogues, que pour certains modèles.

La présence sur le marché de plusieurs types de piles est imposée par les conditions d'alimentation variables des appareils. Le courant électrique qui est demandé à la source d'énergie, en effet, doit avoir des caractéristiques adaptées aux matériels auxquels elle est destinée. Ainsi, les moteurs ou les circuits travaillent à une tension déterminée. Mais les exigences vis-à-vis de cette tension ne sont pas les mêmes pour tous les matériels.

La plupart des moteurs, par exemple, fonctionnent normalement même si la tension tombe au-dessous de sa valeur optimale (caméras, magnétophones, tourne-disques, ...). Un système de régulation permet de conserver une vitesse constante (importante avec ces appareils). Bien entendu, il y a un seuil au-dessous duquel la vitesse

LES CINQ GRANDES FAMILLES DE PILES : DES TEMPS D'UTILISATION

	ZINC-CARBONE	ALCALINE-MANGANESE
Tension nominale	1,5 V	1,5 V
Capacité (quantité de courant disponible)	Faible	Environ 70 % de plus qu'une pile au zinc-carbone
Énergie massique watt-heure par kg	77	92
Durée de conservation jusqu'à 80 % de la capacité	6 à 18 mois	30 mois
Température d'emploi	En moyenne : — 8 à + 60°. Pour certains types dopés : — 10 à + 70°	— 20 + 70° (certains types : — 30 à + 60°)
Stabilité de la tension durant la décharge	Mauvaise (la tension descend rapidement, en décharge continue).	Bonne (la tension descend lentement)
Temps d'utilisation (exemple de décharge à 200 mA)	11 heures	50 heures
Gammes de prix	1 à 2 F	2 à 5 F

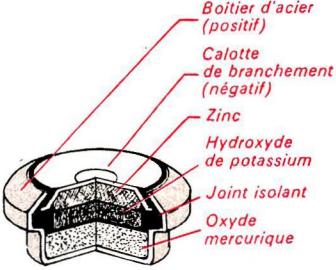
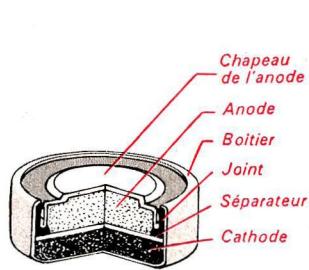
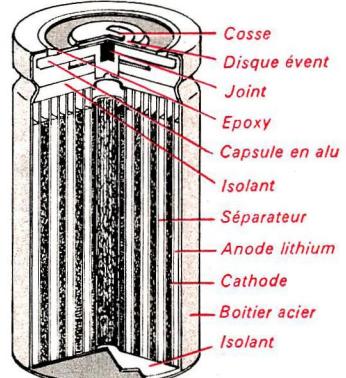
n'est plus satisfaisante, la régulation ne pouvant plus se faire. Dans d'autres cas (jouets) il importe beaucoup moins que la vitesse de rotation du moteur diminue un peu avec la tension. Le petit train ou l'automobile électrique ira alors un peu moins vite, ce qui n'est pas bien grave. Avec certains instruments, il est par contre indispensable que la tension d'alimentation reste absolument constante. Il en est ainsi, en particulier, des cellules photoélectriques, notamment celles des appareils photo, ou des montres électroniques. Des piles capables de débiter un courant de tension invariable durant toute leur vie sont par conséquent nécessaires.

Le débit demandé à une pile ou à un jeu de piles varie selon les utilisations. Parfois, il est intermittent avec des périodes de fonctionnement assez courtes (caméras de cinéma, flashes électriques, torches électriques, rasoirs) ou avec des périodes plus longues de 1 à 4 heures (radio, magnétophone). Parfois, ce débit doit être permanent durant des mois ou même des années

(montres, réveils, alarmes.)

Le débit de fonctionnement d'un appareil peut être très variable. Il est de quelques milliampères (ou même moins) pour les cellules ou les appareils de correction auditive et atteint plusieurs centaines de milliampères avec les moteurs de caméras ou des magnétophones. Certains appareils possèdent des pointes de consommation d'énergie. Une caméra qui a besoin de 200 mA pour fonctionner à 18 im/s demande 230 à 250 mA pour filmer à 36 im/s. Un poste radio à transistors peut ne demander que 40 à 60 mA durant un morceau de musique douce et avoir besoin de 100 à 200 mA durant des fortissimi. Avec un poste recevant la modulation de fréquence les appels de courant sont plus importants encore et dans les montées de puissance les piles peuvent être appelées à débiter de 300 à 500 mA. Encore faut-il qu'elles puissent répondre à ces demandes de courant. Au cas contraire, la puissance sonore correspondante n'est pas obtenue et des distorsions sensi-

MULTIPLIÉS PARFOIS PAR HUIT

MERCURE	ARGENT	LITHIUM
		
1,35 V (oxyde de mercure) 1,40 V (oxyde de mercure dopé au manganèse)	1,5 V	2,95 V
Environ le triple d'une pile au zinc-carbon et 80 % de plus qu'une pile au manganèse	Environ 30 % de plus qu'une pile au mercure	Comme une pile alcaline-manganèse
123		330
30 mois	18 mois	60 mois
— 30 à + 70°	— 40 à + 60°	— 40 à + 70°
Excellent pour le type au mercure Très bonne pour le type dopé.	Excellent (tension constante jusqu'à la fin de la décharge)	Excellent (tension constante et élevée jusqu'à la fin de la décharge)
90 heures	Pas de pile de même type	50 heures
5 à 20 F	4 à 8 F (piles miniatures)	

bles se produisent.

Lorsque les piles ont une trop grande résistance interne et donc ne peuvent pas fournir le débit nécessaire d'une façon constante, elles s'échauffent et peuvent couler. Les substances alcalines attaquent alors certaines parties de l'appareil.

Une autre caractéristique est parfois importante : le maintien du débit de la pile malgré une élévation ou une baisse de température. Ainsi, aux sports d'hiver, des matériaux peuvent être appelés à fonctionner avec des températures de plusieurs degrés au-dessous de zéro. Certaines piles ne sont plus satisfaisantes dans de telles circonstances.

Pour répondre à cette variété d'exigences les fabricants ont réalisé des piles utilisant des substances et des techniques différentes.

Les piles les plus anciennes en usage aujourd'hui, sont du type au carbone-zinc. Elles comportent essentiellement une cathode au carbone dépolarisée par du bioxyde de manganèse, une

anode en zinc et un électrolyte à base de chlorures (chlorure d'ammonium, de magnésium, de calcium, de zinc, etc.).

Les piles carbone-zinc ne se prêtent pas à la miniaturisation. Ce sont celles qui sont utilisées pour les lampes de poche ou certains jouets. Elles ont l'avantage d'être de faible prix. Mais elles présentent divers inconvénients qui les rendent imprévisibles à certains usages (appareils photo, caméras, magnétophones, flashes, gros postes radio, tous récepteurs FM, etc.) : faible capacité, baisse rapide de tension durant la décharge, conservation médiocre, débit insuffisant aux basses températures, faible protection contre les fuites d'électrolyte.

Certaines piles carbone-zinc, cependant, ont bénéficié d'améliorations ces dernières années : blindage les rendant plus étanches, dopage autorisant un rendement un peu plus élevé. Ces piles sont utilisables avec les petits récepteurs radio à transistors et les petits flashes magnésiques ou électroniques.

UN CHOIX DE PILES POUR CHAQUE USAGE

(Piles 1,5 V type bâton: 14,5 x 50 mm)

USAGES	PILES	TYPE	PRIX MOYEN (F)
ECLAIRAGE (TORCHES), VISIONNEUSES PHOTO, JOUETS, SONNERIES	<i>Hellesens 775</i> <i>Leclanché R 6</i> <i>Mazda TR 6</i> <i>UCAR 1015 Super</i> <i>Wonder TOP 06</i> <i>Wonder DYN 06</i> <i>Wonder Score 06</i>	Charbon-zinc Charbon-zinc Charbon-zinc Charbon-zinc Charbon-zinc Charbon-zinc Charbon-zinc	1,20 1,50 1,10 1,60 1,40 1,10 1,10
CALCULATRICES	<i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory MN 1500</i> <i>Mallory ZM 9</i> <i>Mazda LK 6</i> <i>Mazda SMP 6</i> <i>Mazda Plus MP 6</i> <i>UCAR E 91</i> <i>Varta 4003</i> <i>Varta Super Dry 3006</i> <i>Varta Super 2006</i> <i>Wonder TOP 06</i> <i>Wonder ATALI</i>	Alcaline Mercure Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Mercure	4,50 11 2,90 1,60 1,40 2,70 4 2,20 1,70 1,60 11
CAMERAS, MOTEURS D'APPAREILS PHOTO	<i>Hellesens MN 1500</i> <i>Hellesens ZM 9</i> <i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory MN 1500</i> <i>Mallory ZM 9</i> <i>Mazda LK 6</i> <i>UCAR E 91</i> <i>Varta Super Energy 4006</i> <i>Varta Super Dry</i> <i>Wonder TOP 06</i> <i>Wonder ATALI</i>	Alcaline Mercure Alcaline Alcaline Mercure Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Mercure	4 4,50 11 2,90 2,70 2,20 1,60 11
FLASH	<i>Hellesens MN 1500</i> <i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory MN 1500</i> <i>Mazda LK 6</i> <i>UCAR E 91</i> <i>Varta Super Energy 4006</i> <i>Varta Super Dry 3006</i> <i>Wonder TOP 06</i>	Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline	4 4,50 2,90 2,70 2,20 1,60
HORLOGERIE	<i>Leclanché R 6</i> <i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory MN 1500</i> <i>Mallory ZM 9</i> <i>Mazda Plus MP 6</i> <i>UCAR E 91</i> <i>UCAR Super Life 1215</i> <i>Varta Super Energy 4006</i> <i>Varta Super Dry 3006</i> <i>Wonder TOP 06</i>	Charbon-zinc Alcaline Alcaline Mercure Alcaline Alcaline Charbon-zinc Alcaline Alcaline	1,20 4 4,50 11 1,40 2,70 1,40 2,20 1,60
MAGNETOPHONES A CASSETTE	<i>Hellesens 768</i> <i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory ZM 9</i> <i>UCAR E 91</i> <i>Varta Super Energy 4006</i> <i>Varta Super Dry 3006</i> <i>Wonder TOP 06</i> <i>Wonder ATALI</i>	Alcaline Mercure Alcaline Alcaline Alcaline	4 11 2,90 2,20 1,60 11
RADIO AM	<i>Hellesens 728</i> <i>Leclanché R 6</i> <i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory MN 1500</i> <i>Mazda Plus MP 6</i> <i>Mazda TR 6</i> <i>UCAR E 91</i> <i>UCAR Super Life 1215</i> <i>Wonder TOP 06</i> <i>Wonder DYN 06</i>	Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Charbon-zinc Alcaline	1,20 4 4,50 1,40 2,50 2,70 1,40 1,60 1,40
RADIO FM	<i>Hellesens ZM 9</i> <i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory ZM 9</i> <i>Mazda LK 6</i> <i>UCAR 91</i> <i>Varta Super Energy 4006</i> <i>Wonder TOP 06</i> <i>Wonder ATALI</i>	Mercure Alcaline Mercure Alcaline Alcaline Alcaline Alcaline Mercure	4 11 2,90 2,70 1,60 11
RASOIRS ÉLECTRIQUES	<i>Leclanché R 6 S</i> <i>Mallory MN 1500</i> <i>Mazda Super Plus SMP-6</i> <i>UCAR Super Life 1215</i> <i>Varta Super Dry 3006</i> <i>Wonder TOP 06</i>	Alcaline Alcaline Alcaline Charbon-zinc	4,50 1,60 1,40 2,20 1,60

La plupart des inconvénients de la pile carbone-zinc sont éliminés par la pile alcaline au manganèse. Celle-ci comporte un boîtier étanche dans lequel se trouve une cathode en oxyde de manganèse, une anode en zinc et un électrolyte alcalin (hydroxyde de potassium).

Les piles alcalines sont des sources d'énergie étanches qui conviennent aux appareils comportant des parties fragiles. La tension nominale est de 1,5 V. Pendant la décharge, cette tension baisse, mais plus lentement que pour les piles au carbone-zinc. Elles permettent des durées de fonctionnement très longues (4 à 5 fois celle des piles au carbone-zinc dans les mêmes conditions de décharge) et peuvent fournir de forts débits de courant en régime continu (3 à 6 fois plus que les piles au carbone-zinc). Elles fonctionnent dans une large gamme de température (-20 à $+70^\circ$). Leur stockage peut être prolongé (après 2 ans de stockage à 21° , elles conservent 90 % de leur capacité).

Le prix des piles alcalines au manganèse est plus élevé que celui des piles au carbone-zinc. Mais dans de nombreux appareils, elles sont seules à pouvoir assurer un fonctionnement normal durant un temps assez long : gros postes de radio AM, récepteur radio FM, magnétophones, moteurs de caméras ou d'appareils photo, torches sous-marine, flashes électroniques, alarmes, calculatrices à diodes électroluminescentes...

Des caractéristiques souvent voisines de celles des piles alcalines au manganèse sont données par les piles au mercure. Celles-ci possèdent une cathode au bioxyde de mercure, une anode en zinc et un électrolyte alcalin. Elles ont une différence de potentiel de 1,35 V. Une variante de pile au mercure est dopée au bioxyde de manganèse : leur tension est alors de 1,4 V.

Les piles au mercure ont une stabilité à la tension qui est parfaite (1 % près durant une décharge de longue durée). Cette tension tombe brutalement seulement lorsque la pile est usée. La pile au mercure dopée au manganèse a une stabilité un peu moindre en début de décharge. Elle est donc conseillée pour des usages grand public notamment les prothèses auditives.

La stabilité du débit des piles au mercure associé à leur aptitude à stocker une grande quantité d'énergie dans un très faible volume permet de les employer pour l'alimentation des circuits électroniques miniaturisés, des cellules, des montres, etc. Leur faible résistance interne, leur capacité élevée, leur possibilité de décharge sans période de récupération, leur stabilité aux basses et hautes températures (-30 à $+70^\circ$ et même au-dessus) permet aussi de les employer pour l'alimentation des moteurs de caméras, de magnétophones ou autres appareils gourmands en énergie. Toutefois, le prix des piles au mercure est très élevé. Aussi, dans les cas courants, est-il préférable d'utiliser les piles alcalines au manganèse.

Très souvent, on remplace aujourd'hui les piles au mercure du type miniature par des piles

à l'argent. Celles-ci sont de même composition à part la cathode qui est en oxyde d'argent monovalent.

Les propriétés des piles à l'argent sont les mêmes que celles des piles au mercure, mais leur tension est plus élevée (1,5 V) et leur capacité plus grande. Le débit maximal du courant est élevé et peut atteindre 100 mA. De plus, le comportement à basse température de ce type de pile est particulièrement bon. Ces qualités destinent les piles à l'argent aux systèmes miniaturisés gros consommateurs d'énergie, tels les circuits électroniques avec cellules au silicium ou à affichage numérique (cellules d'appareil photo, montres électroniques).

Les piles à l'argent sont coûteuses et le métal de base rare. Aussi ne produit-on aucune grosse pile de cette sorte.

Depuis quelques années, est apparu un nouveau groupe de piles, à base de lithium électrolyte organique. Leur technologie est différente de celle des piles classiques, avec une anode en feuille de lithium, un séparateur et une cathode à base de carbone, l'ensemble étant enroulé en spirale.

Cette source de courant a plusieurs avantages déterminants : l'énergie massique offerte est 4 fois plus élevée qu'avec une pile alcaline et 3 fois plus qu'avec une pile au mercure (330 W heure par kg) ; pour un même volume de pile, cette énergie est encore de 50 % plus élevée que celle de la pile alcaline. Malgré son faible volume, la pile au lithium est la seule capable de fournir une tension double de celle des autres piles (près de 3 volts).

La durée de cette source énergétique est remarquable. Des essais accélérés ont montré qu'elle avait encore 50 % de capacité après dix ans de stockage. Elle fournit des très hauts courants de décharge à basse température (-40°). La pile au lithium, très chère, reste cependant d'emploi limité aux applications exigeant une haute énergie sous faible volume.

Les caractéristiques des piles doivent, en principe, guider les choix du consommateur. Mais, nous l'avons vu, les fabricants indiquent rarement (et de moins en moins) à quel type se rattache une pile. De plus, les fabricants ne produisent plus eux-mêmes toutes leurs piles mais font apposer leurs marques sur des fabrications concurrentes, essentiellement japonaises.

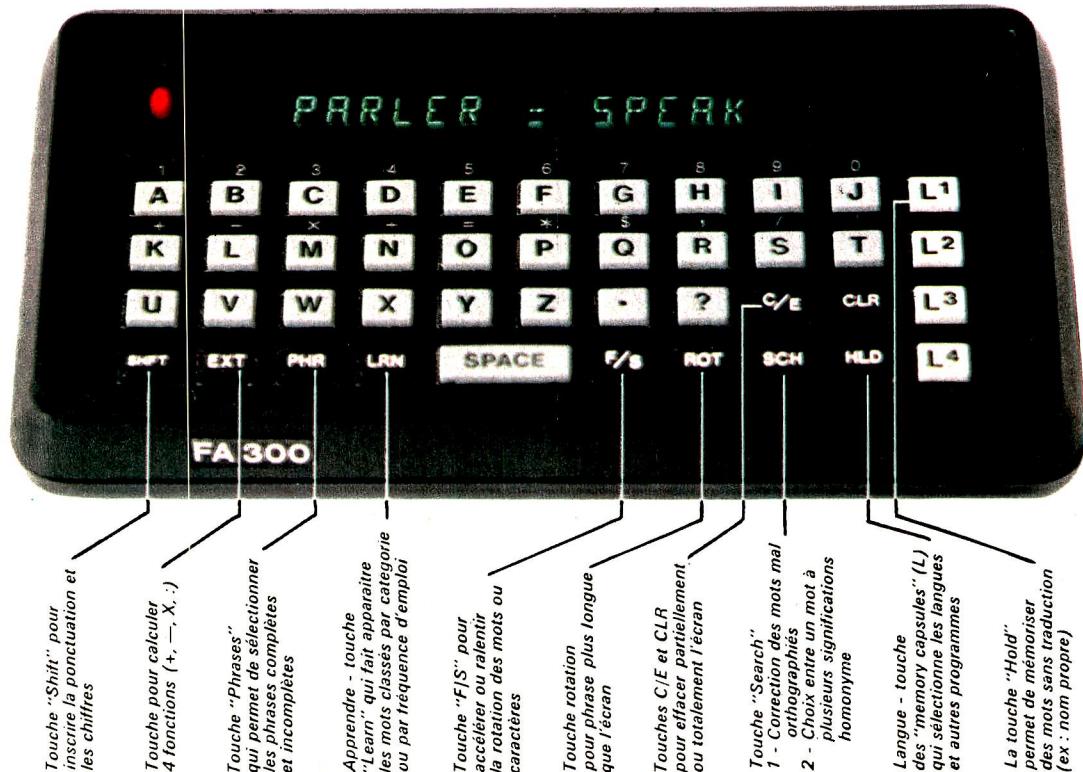
Les piles les mieux signalées sont les types au mercure ou à l'argent. Toutes les piles au manganèse, par contre, ne comportent pas une mention en clair. Les divers types carbone-zinc encore moins. En définitive, pour choisir la source d'énergie convenable, l'utilisateur ne peut guère se fier qu'aux prescriptions du fabricant de piles ou de celui de l'appareil à alimenter. Et, comme nous l'avons indiqué, entre 2 piles de même type, recommandées par les fabricants pour le même appareil, il n'y a aucun intérêt évident à retenir la plus chère.

Roger BELLONE ■

NOTRE ESSAI DE LA TRADUCTRICE DE POCHE

Après la « calculette », la traductrice électronique de poche fait irruption sur le marché. Si son succès est assuré, il lui reste de grands progrès à accomplir.

mots et quelques phrases dans une langue donnée. La conception des modules est différente sur les deux traductrices. Chez Lexicon, on place un microprocesseur dans chaque module, ce qui permet éventuellement de changer le programme d'un module à un autre. Le système Friends-Amis, qui consiste à planter un microprocesseur dans le boîtier de la traductrice, n'a pas cet avantage, mais il en a d'autres. En premier lieu, le coût moindre des cassettes, qui reviennent environ trois fois moins cher que celles de Lexicon, puisqu'elles ne contiennent que le composant mémoire pour une



Touche "Shift" pour inscrire la ponctuation et les chiffres

Touche pour calculer 4 fonctions (+, -, X, :)

Touche "Phrases" qui permet de sélectionner les phrases complètes et incomplètes
Apprendre - touche "Learn" qui fait apparaître les mots classés par catégorie ou par fréquence d'emploi

Touche "F/S" pour accélérer ou ralentir la rotation des mots ou caractères

Touche rotation pour phrase plus longue que l'écran

Touches C/E et CLR pour effacer partiellement ou totalement l'écran

Touche "Search"
1 - Correction des mots mal orthographiés
2 - Choix entre un mot à plusieurs significations homonyme

Langue - touche des "memory capsules" (L) qui sélectionne les langues et autres programmes

La touche "Hold" permet de mémoriser des mots sans traduction (ex : nom propre)

► Bientôt, les dictionnaires et autres méthodes de langues seront aussi démodés que le sont devenues, avec l'essor des calculettes, les tables de logarithmes et les règles à calcul. Grâce aux traductrices de poche, qui viennent d'apparaître aux Etats-Unis et seront prochainement commercialisées en France, à un prix voisin de 1 400 F.

En attendant que les géants de l'électronique ne s'emparent de ce créneau plein d'avenir, ce sont deux petites sociétés qui ont lancé les premiers modèles. L'une, Lexicon, est installée en Floride ; l'autre, Friends-Amis, a

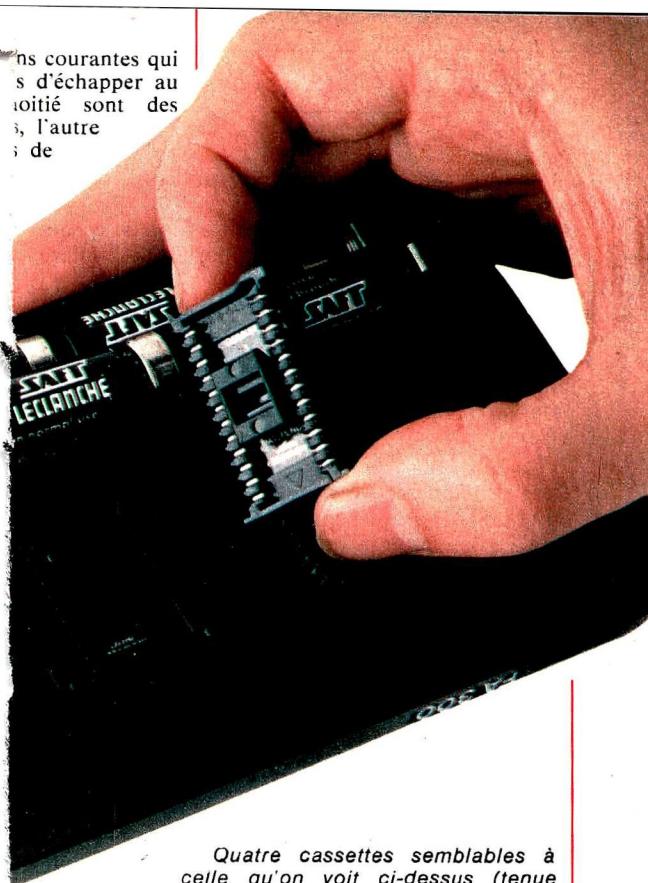
été créée en Californie, il y a tout juste un an, par une équipe franco-américaine.

Les traductrices de poche ressemblent tout à fait à des calculettes, à ceci près que les lettres remplacent les chiffres. Les mêmes composants équipent les deux modèles : sur la Lexicon comme sur la F.A. 300, le « cerveau » est un microprocesseur de la firme Mostek, au Texas ; pour le vocabulaire, on utilise des cassettes interchangeables, comme sur un simple magnétophone ; pour être plus précis, il s'agit de modules-mémoires miniaturisés, qui contiennent environ 1 500

langue. Autre avantage : sur la F.A. 300, trois cassettes de langue sont en place simultanément. Elle traite ces trois langues à la fois.

Comment utiliser une traductrice de poche ? Rien de plus simple. Vous tapez sur le clavier « Bonjour », le mot s'inscrit sur l'écran et un instant après apparaît la traduction américaine « Hello ». Vous pouvez ainsi demander tous les mots qui figurent en mémoire. La machine distingue aussi certains homonymes : par exemple, si vous demandez, sur la F.A. 300, le mot « carte », vous serez invités à préciser s'il s'agit d'une carte rou-

ns courantes qui
s d'échapper au
moitié sont des
s, l'autre
s de



Quatre cassettes semblables à celle qu'on voit ci-dessus (tenue par le sujet) constituent la mémoire de la traductrice F.A. 300. Le cerveau est un microprocesseur intégré au boîtier. Les photos sont pratiquement grandeur nature.

ent sur l'écran, il est, pour les de seize signes, permet de la faire voir alors apparemment les différentes phrases. Il, deux fonctions traduction : d'une troisième cassette permet conversions d'unimétrique dans le axon ; par ailleurs une spéciale traductrice en une filer qui effectue ions. Disponibles actuellement français, l'anglais, l'espagnol, l'italien, et transcription ro-

eniser des capabilités ? Si la plus performante grâce est de conformances restent à bord, 1 500 mots ni conjugaisons, même beaucoup

moins qu'un dictionnaire moyen. Il est probable que sur ce plan, de grands progrès peuvent être réalisés, ne serait-ce qu'en augmentant la capacité des capsules mémoires, ce qui ne pose pas de problèmes techniques. Par la même occasion, il serait souhaitable d'améliorer la traduction parfois très approximative de certains termes. Chez Friends-Amis, on envisage de préparer des cassettes de vocabulaire spécialisé, qui s'adresseraient à des catégories précises d'utilisateurs.

Mais du point de vue de la traduction, le véritable progrès serait de doter la machine d'une certaine « intelligence » qui lui permettrait de dépasser le stade du seul « mot à mot ». On en est encore loin.

Lexicon et Friends-Amis espèrent, en 1979, vendre 250 000 modèles chacun. Il est probable qu'ils y parviendront. La « percée » de la traductrice de poche consacre un peu plus l'avènement de la micro-électronique dans notre vie quotidienne.

Michel de PRACTICAL ■

SCIENCE ET CONSCIENCE

(suite de la page 30)

à la mort dans de nombreux milieux écologiques ;

- qu'ils soient sensibles aux ultra-violets, ce qui les rendrait incapables de supporter la lumière du jour ;

- qu'ils ne puissent pas recevoir d'informations génétiques d'autres organismes ;

- qu'ils puissent résister à une multitude de phages et qu'ils soient donc immuns à l'acquisition ou à la transmission d'ADN de ou à des virus.

Ce qui nous ramène à la conversation entre Berg et Pollack, que nous citions plus haut : « Ecoutez, Bob, je peux fabriquer un *E.coli* qui ne vive que là où je veux. »

Voilà pour l'aspect « défensif », si l'on peut ainsi dire, de l'ingénierie génétique. Son aspect « agressif » n'est pas moins important.

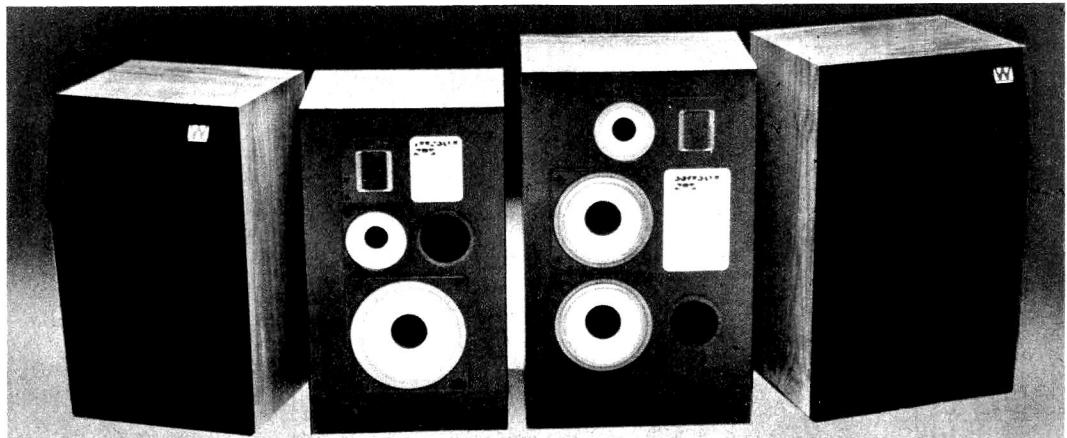
C'est l'ingénierie génétique et elle seule qui peut permettre de mieux connaître le fonctionnement des cellules humaines ; comme l'a rappelé Berg, on n'a pas identifié plus de 150 gènes dans le génome humain, qui en contient de 5 à 10 000. L'inventaire de tous les gènes qui restent à découvrir est inestimable pour la compréhension et la prévention d'un nombre immense de maladies héréditaires ou non, de troubles fonctionnels, de déficiences immunitaires, etc., de l'athérosclérose à la schizophrénie.

L'ingénierie génétique, qui a permis tout récemment aux chercheurs de l'Institut Pasteur de faire le premier pas vers la mise au point d'un vaccin contre l'hépatite, pour ne citer que cet exemple, peut accomplir bien d'autres réussites : elle peut permettre de créer des bactéries : ou des espèces végétales qui fixent mieux l'azote de l'air et qui n'auraient donc plus besoin d'engrais.

On peut même reprendre les travaux de Chakrabarty et essayer de mettre au point une bactérie qui fabrique du pétrole par fermentation végétale, mais qui, cette fois, soit inoffensive pour l'homme.

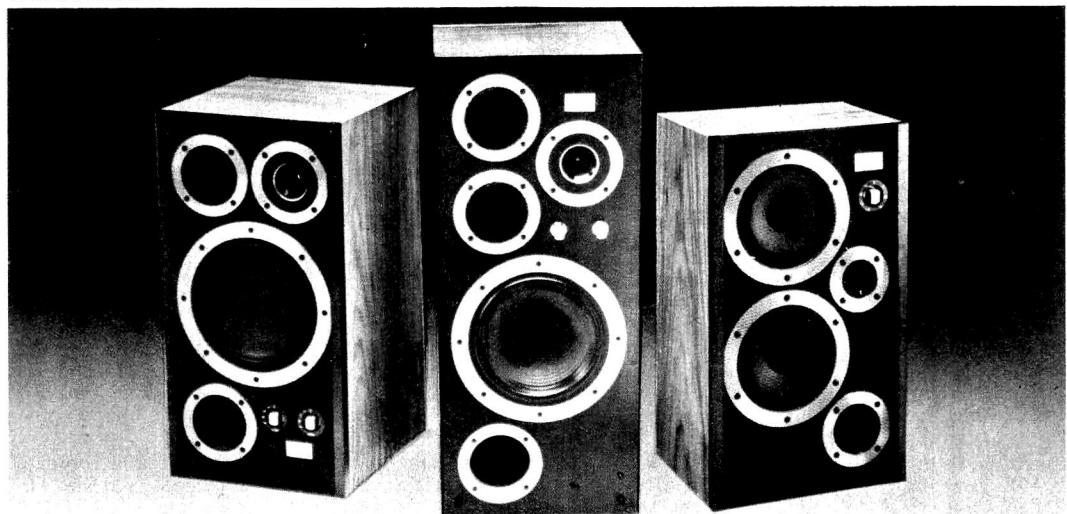
Peut-être faudra-t-il pour que l'ingénierie génétique atteigne enfin son plein rendement que ceux qui commandent son destin se défassent d'une double illusion. La première illusion est que ce que fait « La Nature » est bien fait et qu'il ne faut pas intervenir dans ses mécanismes. Si l'on n'était pas intervenu dans les lois de la nature en commercialisant les antibiotiques, les bactéries auraient fait depuis trente ans plus de morts que cent bombes thermonucléaires. La deuxième illusion consiste à croire que la science est un monstre sans conscience qui mènera l'humanité à l'abîme si on lui laisse la bride sur le cou.

Gérald MESSADIÉ ■



TEESDALE SP2

DOVEDALE SP2



E50

E70

E30

**VOUS CHERCHEZ DES ENCEINTES HAUTE FIDELITE
MAIS... QUE CHOISIR?**

Wharfedale est le spécialiste britannique en tête de la fabrication des enceintes haute fidélité. L'incomparable SERIE "E" pour l'utilisation à grande puissance ainsi que la nouvelle SP 2 munie d'un haut parleur ISODYNAMIQUE à fréquences élevées (jusqu'à 26 kHz) sont la preuve de la qualité de nos techniques de pointes.

Deux générations d'enceintes pour des générations de mélomanes.



WHARFEDALE
fondée en 1932

Britain's most famous speakers

BIEN SÛR!

- CHEVIN XP2 20W
- DENTON XP2 25W
- SHELTON XP2 28W
- LINTON XP2 30W
- GLENDALE XP2 40W

 **RANK HAUTE FIDELITE**

LE DERNIER QUART D'HEURE DE SKYLAB

Cette fois, la NASA en est, hélas, sûre : Skylab se désintégrera dans l'atmosphère avant le 20 juin prochain. Pierre Kohler, astronome à l'Observatoire de Meudon, explique la trajectoire du grand labo qui va choir.

► Cette fois l'événement est imminent : la chute de la station spatiale américaine « Skylab » n'est plus qu'une question de jours, sinon d'heures, les prévisions donnant une « rentrée » pour le 20 juin au plus tard. Il est donc intéressant d'imaginer le spectacle que provoquera la pénétration dans les couches denses de l'atmosphère de ce mastodonte de 76 tonnes qui, après avoir bouclé près de 34 000 orbites, va se consumer comme une vulgaire étoile filante.

Avec quelques différences, toutefois. Les météorites, plus communément désignées sous le nom d'étoiles filantes, pénètrent en effet dans l'atmosphère terrestre suivant une trajectoire presque perpendiculaire. Il s'ensuit une combustion relativement brève, ne dépassant pas quelques secondes, et une trajectoire s'étendant sur quelques dizaines de degrés angulaires seulement, pour un observateur au sol, soit l'équivalent de deux ou trois constellations. La traînée de feu que nous observons correspond à un trajet s'effectuant entre 110 et 80 km d'altitude, rarement plus, rarement moins. Au total, donc, un parcours de seulement 30 kilomètres. Au contraire, dans le cas d'un satellite artificiel, la trajectoire est quasiment tangente à l'atmosphère et dès l'instant où l'engin « décroche » de son orbite, la chute se fait suivant une courbe très ouverte, le point d'impact virtuel pouvant se situer à plusieurs milliers de kilomètres de là (voir dessin). Le vitesse, en outre, est bien inférieure à celle d'une météorite : 8 km/s contre 10 à 70 km/s, au début de la phase d'incandescence. Il s'ensuit, pour les satellites, une désagrégation plus lente, le spectacle étant celui

d'une boule de feu suivie d'une « queue » formée par une multitude de fragments incandescents détachés du corps principal de l'engin. Les satellites sont en effet formés d'un assemblage plus ou moins cohérent d'éléments de nature et de résistance différentes : il y aura donc une tendance au fractionnement.

Un certain nombre de rentrées de satellites ont pu ainsi être suivies à l'œil nu. La première fut celle de Spoutnik 2, second satellite de la Terre, le 14 avril 1958. Spoutnik 2 qui, on s'en souvient, emportait la petite chienne « Laika », premier être vivant à n'être pas mort sur Terre, a commencé de se désagréger sur l'Atlantique au large du Canada pour finalement s'éteindre dix minutes plus tard au large de la Guyane, après un plongeon dans l'atmosphère de quelque 5 000 kilomètres. A hauteur de la Martinique ce magnifique météore traînait derrière lui une queue de fragments incandescents de 100 kilomètres de long !

Rappelons que les satellites artificiels retombent sur Terre, à plus ou moins brève échéance, du fait qu'ils évoluent dans un milieu qui n'est pas parfaitement vide. L'atmosphère terrestre, en effet, bien que mal délimitée puisque sa densité fluctue au gré de l'activité solaire, s'étend jusqu'à environ 3 000 ou 4 000 km d'altitude, soit un demi rayon terrestre : c'est seulement à cette distance que sa densité commence à se confondre avec celle du milieu interplanétaire. Les satellites artificiels, circulant dans leur grande majorité en deçà de cette distance, rencontrent donc une certaine résistance à l'avancement qui va littéralement « user » leur orbite et les transférer sur des orbites de plus

en plus basses. Certes, au-delà de 1 000 km, leur durée de vie se chiffre en siècles et ils peuvent donc être considérés comme éternels à l'échelle humaine. Mais pour les autres, arrive un moment où la densité devient telle que le freinage subi interdit au satellite d'effectuer une autre orbite complète : c'est alors le décrochement et la plongée dans les couches denses avec destruction de l'objet par fusion, sauf s'il a précisément été conçu pour résister à cette épreuve du feu ; c'est le cas, par exemple, pour les cabines spatiales.

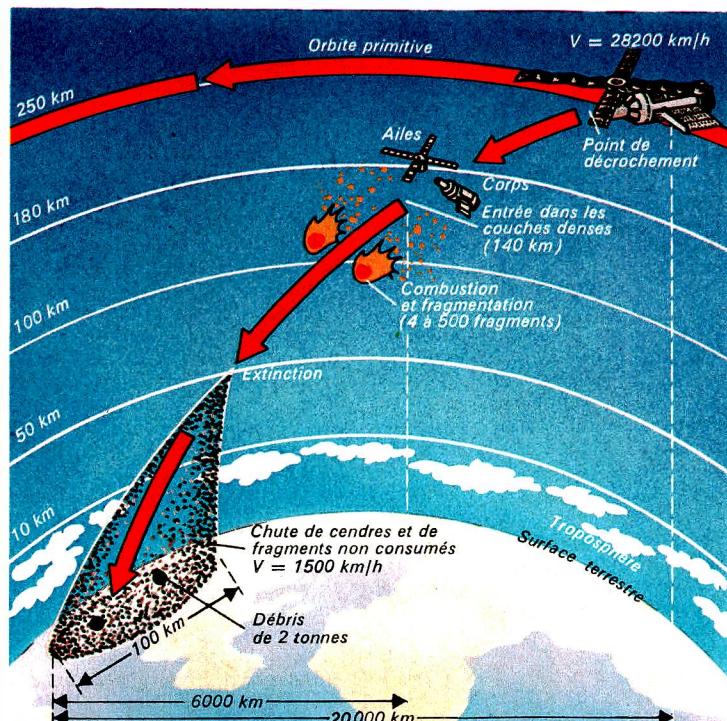
La phase d'incandescence débute vers 100 kilomètres, à peu près au même niveau que pour les météorites, mais le décrochement intervient quant à lui vers 130 ou 140 km d'altitude. Dans le cas de Skylab, on attend même que le début de la chute proprement dite intervienne dès 250 kilomètres. Devenu lumineux par friction contre les molécules et atomes de l'atmosphère, le satellite prend d'abord une teinte jaunâtre. À mesure que l'altitude décroît, le freinage se fait plus intense et le corps principal de l'engin prend alors une teinte d'un blanc éclatant, parfois teintée de bleu ou de vert, suivant la nature des métaux qui le composent. Les fragments qui s'en détachent forment une traînée incandescente ressemblant à une projection d'étoiles filantes, avec une dominante rouge.

Vers 50 kilomètres la combustion est généralement achevée, et ce sont ensuite des cendres ou de menus fragments de métal qui descendent vers le sol après un trajet qui peut durer plusieurs heures en raison des courants ascendants de la troposphère et des courants-jets de la stratosphère. C'est dire que la plupart du temps, on ne retrouve pas trace du satellite.

Il arrive toutefois que certaines parties compactes résistent totalement ou partiellement à cette rentrée atmosphérique et, dans ce cas, des masses métalliques de plusieurs kilos peuvent percuter le sol. C'est ainsi que des fragments de satellites, d'ailleurs tous soviétiques, sont tombés ces dernières années en des endroits divers : une plage de l'Alaska, la banlieue de Chicago, les environs d'une bourgade finlandaise, devant un cultivateur tchécoslovaque, sur le pont d'un cargo japonais, et dans un champ du Limousin... Sans parler, évidemment, des débris radioactifs du satellite-espion Cosmos 954, qui se sont dispersés voici 16 mois en bordure du

lac des Esclaves, dans le Grand Nord canadien, en suscitant les réactions que l'on sait. Le gouvernement canadien vient d'ailleurs d'adresser au gouvernement soviétique la facture des dépenses occasionnées par cette chute intempestive : elle se monte à 6,1 millions de dollars (environ 27 millions de F). Encore ce chif-

Skylab, fort heureusement, ne renferme aucune charge radioactive. Il n'en reste pas moins que les dégâts qu'il est susceptible de provoquer du seul fait de l'impact de ses plus gros fragments, pourraient conduire les Etats-Unis à avoir à régler aux victimes une facture élevée d'indemnisations.



LA CHUTE DE SKYLAB. Après le décrochage de l'orbite, Skylab se cassera en plusieurs morceaux qui se consumeront vers 100 km d'altitude en atteignant les couches denses de l'atmosphère. Les plus lourds atteindront le sol. La rentrée de Skylab dans l'atmosphère s'effectuera dans un couloir de 6 000 km de long et de 150 km de large. Selon la NASA, cet événement se passera entre le 10 et le 25 juin prochain. Pendant cette période, le satellite sera visible en France dans la soirée. Si vous voulez avoir des chances d'observer ce phénomène, voici le détail des tranches horaires de visibilité pour la France :

10 juin : de 23 h 30 à 0 h 30
11 juin : de 23 h 15 à 0 h 30
12 juin : de 22 h 45 à 0 h 30
13 juin : de 22 h 30 à 0 h 30
14 au 21 juin : de 22 h 15 à 0 h 30

22 juin : de 22 h 15 à 0 h 15
23 juin : de 22 h 15 à 0 h 00
24 juin : de 22 h 15 à 23 h 30
25 juin : de 22 h 15 à 23 h 15

fre ne concerne-t-il que les dépenses liées aux opérations de décontamination, le coût total, opérations de recherche comprise, atteignant près de 22 millions de dollars ! Moscou n'a toujours pas accusé réception de la note, mais une convention internationale de l'ONU, signée en 1972 par un certain nombre de pays, dont l'URSS, fait obligation à l'Etat propriétaire d'indemniser toute victime de la chute d'un de ses satellites.

Car les experts de la NASA, après avoir étudié dans le détail la structure de la station spatiale ont estimé à 500 le nombre de fragments susceptibles de résister, individuellement, à la combustion atmosphérique. Au total, cela représentera 20 à 25 tonnes de ferraille, soit près du tiers du poids total du satellite. Les deux plus importants morceaux seront le sas d'amarrage et un blindage protecteur en plomb.

Dès le début de la phase d'in-

candescence, vers 100 kilomètres, se détachera l'ATM (Apollo Telescope Mount), c'est-à-dire l'observatoire solaire, simplement fixé à la station proprement dite par quatre longerons métalliques. Ce sous-satellite commencera lui-même par perdre les quatre grands panneaux de photocellules qui le surmontent, à la manière des ailes d'un moulin ; ces structures, relativement fragiles, brûleront comme du papier. Par contre, le blindage en plomb du container qui abritait les cassettes de film, parviendra sans doute au sol presque intact ; il pèse environ 2 tonnes.

Parallèlement, le corps de la station commencera de se consumer, sans doute assez facilement, car il ne s'agit en fait que d'un grand bidon métallique, de 7 mètres de diamètre pour 30 mètres de long. Ce sont en fait les nombreux accessoires placés à l'intérieur qui alimenteront la traînée incandescente qui se formera derrière lui. L'unique panneau solaire qui se trouve encore fixé à la station (l'autre avait été détruit lors du lancement), se consumera également très facilement, comme ceux de l'ATM. Par contre, le sas cylindrique placé à l'avant, et qui permettait aux astronautes d'amarrer leur cabine Apollo au Skylab, résistera certainement à la traversée de l'atmosphère, constituant l'autre fragment de deux tonnes susceptible d'atteindre le sol.

La désagrégation de tous ces éléments (et non désintégration comme on a pu le dire ou l'écrire par ailleurs), s'effectuera sur un parcours d'au moins 6 000 kilomètres de long, avec une dispersion latérale qui pourrait atteindre 100 kilomètres. L'aire ainsi « arrosée » aurait alors une superficie largement supérieure à celle de la France !

La NASA, le 24 avril, a perdu tout contrôle de sa station spatiale et ne pourra donc pas, contrairement à ce qui avait été un moment envisagé, tenter de « piloter » le satellite en agissant sur son orientation de manière à contrôler son vol plané dans l'atmosphère. L'énorme station est donc désormais livrée à elle-même, et seul le hasard déterminera son point de chute.

Si celle-ci s'effectue sans provoquer de dégâts, nombreux sont ceux qui pousseront un soupir de soulagement. Nombreux aussi, sans doute, seront ceux qui se lanceront alors dans une chasse au trésor d'un nouveau genre.

Pierre KOHLER ■

JEUX ET INFORMATIQUE

Minimil, minibil, et milfac

A la suite du problème d'extraction d'une racine 37^e publié voici quelques mois, plusieurs lecteurs (à qui je ne puis répondre individuellement) m'ont demandé d'autres problèmes de calcul du même genre. Malgré ce que l'on entend parfois, l'arithmétique passionne toujours autant !

Voici donc (tiré d'un problème de « Technology Review », une revue du célèbre Massachusetts Institute of Technology), une histoire de diviseurs assez particulière. Armez-vous de machines à calculer, de tous modèles, car certains nombres mis en cause sont colossaux.

Le problème posé (dans la livraison de mars/avril 1978 de la revue) consistait à trouver le plus petit nombre entier possédant au moins un million de diviseurs (y compris lui-même et l'unité).

Plusieurs solutions proposées furent révélées fausses. Il semble, après un an de discussions, et l'apport d'un lecteur passionné qui travaillait depuis onze ans (!) sur ce type de problème, que la bonne solution soit 278 914 005 382 139 703 576 000, dont la décomposition en facteurs premiers est : $2^6 \times 3^5 \times 5^3 \times 7^2 \times 11 \times 13 \times 17 \times 19 \times 23 \times 29 \times 31 \times 37 \times 41 \times 43 \times 47$. Ce nombre de 24 chiffres possédant 1 032 192 diviseurs est appelé « **minimil** », le suffixe mil rappelant le million. Rappelons au passage qu'il est assez facile de calculer le nombre de diviseurs d'un nombre dont on connaît la décomposition en facteurs premiers : il suffit de multiplier entre eux les exposants des facteurs premiers, augmentés de 1 : ainsi le nombre de diviseur de minimil se calcule en effectuant $7 \times 6 \times 4 \times 3 \times 2^{11}$.

Le lecteur dont nous parlons plus haut, Théodore Engel, rapporte qu'il a dressé une liste de 3 388 nombres, qu'il appelle les « Champions des Facteurs », qui possèdent tous la propriété d'avoir plus de diviseurs qu'aucun nombre qui leur est inférieur.

Le premier des champions est 4 (= 2^2 , qui possède 3 diviseurs), puis l'on trouve 6, 12, 24, 36, 48, 60, 120, 180, 240, 360, 720 et 840. Minimil est le 212^e nombre du palmarès des champions.

A titre d'exercice, je vous proposerai de découvrir le 444^e nombre de cette liste, appelé « **Minibil** »,

car c'est le plus petit nombre possédant au moins un milliard de diviseurs (milliard se dit « billion » en américain, d'où le suffixe « bil »). Minibil a 42 chiffres de long, il faut donc s'armer de patience et de précision. On comprend le soulagement qu'éprouva Engel lorsque les premières calculettes de poche firent leur apparition. Le dernier nombre de sa liste, le 3 388^e comprend 182 chiffres et le logarithme décimal de son nombre de facteurs est 27,00301. Il est donc de l'ordre de dix milliards de milliards de milliards.

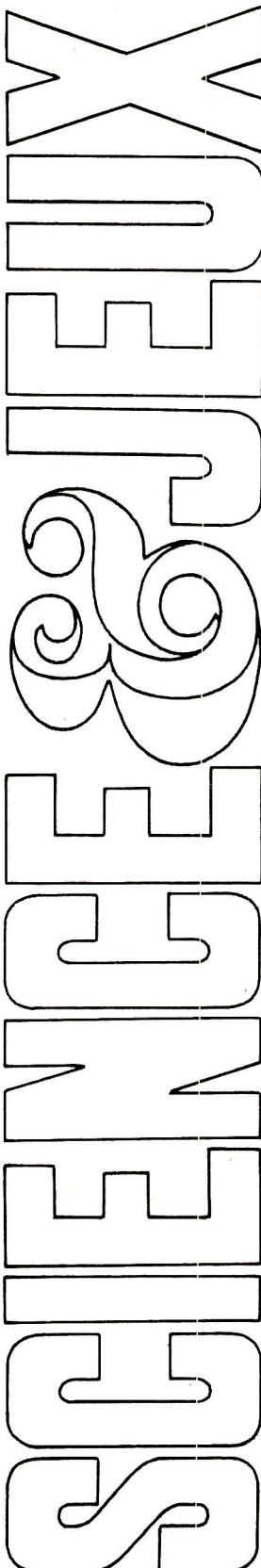
Pour faciliter sa notation, Engel a inventé un raccourci : il note minimil : 6532-O, où les quatre premiers chiffres sont les exposants des quatre premiers nombres premiers, et où O est la lettre (et non zéro) désignant 47, le 15^e nombre premier comme O est la 15^e lettre de notre alphabet. Z désigne donc le 26^e nombre premier, A' désigne le 27^e, Z' désigne le 52^e, A'' le 53^e, et ainsi de suite.

Pour terminer, un autre exercice d'application dont il est peu probable qu'un lecteur trouve la solution exacte, car elle a exactement 50 174 chiffres ! Il faut trouver « **Milfac** », le plus petit nombre ayant exactement un million de diviseurs, autres que lui-même et un. Sauf à en donner tous les chiffres, le problème n'est en réalité pas très difficile. J'espère que ces exercices procureront de longues heures de plaisir aux amateurs de calculs. Une calculette 4 opérations et 8 chiffres suffit.

Retour sur la « Tchouka »

(S. & V. n° 739). Un lecteur, M. Lescoublet, a écrit sur une calculette TI 58 un programme qui joue jusqu'à 34 assiettes, avec 39 mémoires et 159 pas de programme (sur la TI 58 il est possible d'affecter indifféremment la place mémoire à des données ou à des programmes). Ce programme n'assure pas le gain à tout coup, mais utilise admirablement un adressage doublement indirect : le numéro d'une assiette est donné par le contenu d'une adresse, elle-même donnée par le contenu d'une autre adresse.

Jean TRICOT □

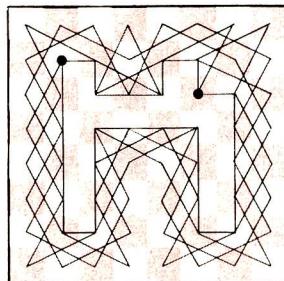


JEUX ET PARADOXES

Cavaliers économomes...

L'économie ne laisse pas indifférent le cavalier d'Echecs. Depuis des siècles, il sait accomplir son tour d'échiquier en passant une fois et une seule par chacune des 64 cases et en revenant, si possible, sur la première, en un circuit fermé. Depuis quelque temps il va plus loin dans l'effort, en s'imposant des soucis supplémentaires.

Dans ce sens, l'économie constraint le cavalier à se déplacer en occupant le moins d'espace possible. A l'initiative de Bernard Moricard (S. et V. août 76, avril 77) on compte les carrés unitaires laissés libres par le parcours. L'auteur appelle d'ailleurs ses records : parcours « maxi-aérés ». Si le parcours est ouvert (début et fin sur des cases différentes), Bernard Moricard parvient à libérer 16 cases (**figure 1**) comme l'avait fait



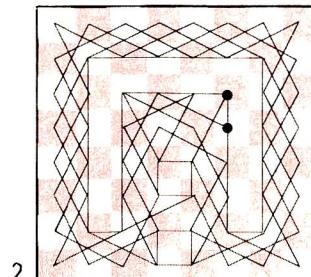
1

Michel Toupidet en 76 et Christian Cessot en 77.

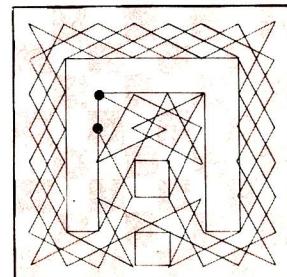
Si, en restant dans les circuits ouverts, l'on s'impose en outre de libérer un espace symétrique, il ne semble pas possible de dépasser 15 cases. Bernard Moricard

Sur un autre azimuth, une nouvelle étoile, en fait vieille de plusieurs siècles, se lève dans le ciel de la magie et mérite les recherches des amateurs. Michel Criton attire mon attention sur un problème posé par Bernard Frénicle de Bessy, dans une lettre à Fermat de mars 1640. C'est une extension (ou une réduction) des carrés magiques. Il s'agit de rendre des carrés magiques au sens habituel (en disposant les entiers consécutifs à partir de 1, pour obtenir une même somme sur lignes, colonnes et diagonales) mais après avoir noirci un même nombre de cases sur chaque ligne, colonne et diagonale. Pratique-

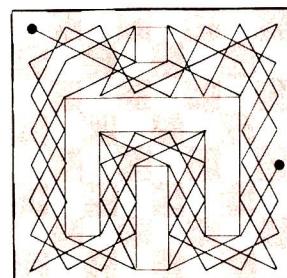
réalise ainsi les **figures 2, 3 et 4**.



2



3



4

En recherchant non plus la symétrie, mais la fermeture du circuit

... et carrés magiques réduits

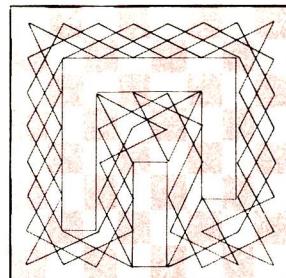
ment, un carré de côté n'est rempli des $n \times (n-p)$ premiers entiers, en laissant p cases vides par ligne, par colonne et par diagonale.

Michel Criton donne des solutions pour : $n = 5$ et $p = 1$ (**fig. 7**)

	17	3	14	8
20	2		7	13
1	19	16	6	
10		5	15	12
11	4	18		9

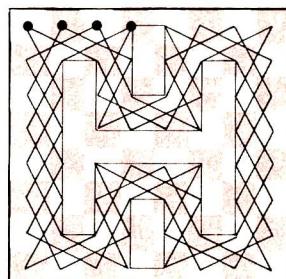
$n = 6$ et $p = 2$, $n = 7$ et $p = 3$.

(départ et arrivée sur la même case) il semble inévitable de planer à 15 cases (**figure 5**).



5

Pour faire mieux, B.M. utilise les « polycircuits » : des circuits indépendants (départs et arrivées sur des cases différentes). Il libère de cette manière un espace symétrique de 17 carrés, par 4 circuits fermés (**figure 6**). Mais des cir-



6

cuits élémentaires plus courts permettent d'aller beaucoup plus loin. irez-vous, comme Bernard Moricard et Christophe Rizzo, jusqu'à 23 et même 25 cases libres symétriques ? Quelle est votre limite ?

Michel Leroux fait de même pour : $n = 5$ et $p = 2$ (**figure 8**)

		2	7	15
10	11			3
	4	8	12	
13			5	6
1	9	14		

tout en promettant des procédés automatiques de construction. Que découvrirez-vous dans ce nouveau domaine ?

Pierre BERLOQUIN □

JEUX DE RÉFLEXION

« Push » au banc d'essai

Jeu présenté

Nom : « PUSH »
Editeur : Spear's-Waldi (France)
Durée : 10 mn
Joueurs : 1 ou 2

Matériel

Un plateau moulé formant une matrice 5×5 , 13 billes noires et 13 billes blanches.

But du jeu

Former une configuration pré-déterminée de billes sur la matrice en un minimum de coups (« pushes »).

Comment jouer

25 billes sont disposées dans les alvéoles du carré central. La 26^e, placée dans l'une des 10 positions-« push », numérotées de 0 à 9, servira à pousser une rangée de 5 billes et à rejeter la dernière de ces billes à l'extérieur. Ainsi de suite. A deux joueurs, la figure de départ est la « Dame Noire » (damier, billes noires et blanches alternées). Le premier joueur, tiré au sort, prend les billes blanches, l'autre les noires. Il s'agit pour chacun de construire un bloc de 3×3 ou 3×4 billes de sa couleur. On joue aussi longtemps que l'on fait sortir ses propres billes.

En solitaire, le joueur passe de l'une à l'autre des 16 figures proposées. Il y a donc 240 « jeux » possibles.

Commentaire

Les règles donnent un exemple concret de transformation d'une configuration en une autre en 7 coups et les alvéoles numérotées permettent au joueur de noter d'une façon très simple ses coups. Le système de marquage des points est moins simple que le mécanisme du jeu proprement dit car — dans la version à deux joueurs — si, en formant un bloc, le joueur fait sortir une bille de sa propre couleur, il gagne 9:0 pour un bloc 3×3 , ou 12:0 pour un bloc 4×3 ; si, par contre, il fait sortir une bille adverse, le second joueur a le droit de rejouer et s'il réussit, lui, à former un bloc, le marquage devient 9:9 ou 12:9. Il existe deux versions de Push, l'une deux fois plus grande que l'autre, avec des billes en bois au lieu de plastique, le plateau étant, lui, toujours en plastique. La qualité du « mini » est très correcte ainsi que son prix.



Verdict

Un jeu tactique pour deux et un solitaire durable en raison des multiples configurations possibles.

Notation

- Originalité : 6/10
- Présentation : 7/10
- Clarté des règles : 9/10



- Note globale : 6/10 pour le « maxi », 7/10 pour le « mini ».

De nouveaux jurys de lecteurs sont en cours de constitution en Province. D'autres candidats sont toujours les bienvenus. Adressez-vous à : Peter WATTS, Science et Vie, 5, rue de la Baume, 75008 PARIS. Les nouveautés présentées au Salon du Jouet en février 1979 étaient nombreuses et nous n'aurons malheureusement pas la possibilité de vous les présenter toutes dans cette rubrique. Un conseil : ouvrez la boîte et lisez les règles ou faites-les vous expliquer par la vendeuse, la qualité ludique variant considérablement de l'un à l'autre.

Peter WATTS □

GO

Les petits jeux récréatifs : le Go linéaire

On sait qu'au Go la règle de départ est extrêmement simple. Tellelement qu'on peut dire que le jeu obéit plus à des conventions qu'à des règles. C'est un jeu très souple. Pour s'amuser, on peut réduire les dimensions du Go Ban, les augmenter, les modifier. Jouer à 13/13 ou 9/9 est possible et même conseillé quand on ap-

prend à jouer aux enfants. On peut même enlever une dimension, on obtient le Go linéaire.

Les règles sont les mêmes, mais on verra vite l'importance prise par le Ko et par la règle qui détermine le fin de la partie (les deux joueurs passent).

- Si on joue sur 1 point, le jeu

reste vide, on a une partie nulle, en japonais « Jigo ».

- Sur 2 points, si noir joue (1), blanc prend (2) et gagne de 2



points (1 point + 1 prisonnier). Noir passe ; si blanc joue, noir prend et gagne de 2 points, blanc passe. Les 2 joueurs ont passé, la partie est terminée, Jigo.

- Sur 3 points, le point vital (1) est évident. Les autres points sont



mauvais. Noir joue (1) et gagne de 2 points.

- Sur 4, il y a 2 points vitaux équivalents. Noir joue (1) ou (1)



et gagne de 3 points ; les réponses blanches sont indifférentes et ne changent pas le score.

- A 5, ça se complique ; il est tentant pour le noir de jouer au



milieu (1) ; blanc audacieusement répond (2), noir prend (3), blanc s'entête (4), noir prend (5) et croit avoir triomphé, mais sournoisement blanc reprend la pierre (3) et joue (6) en (2) : il y a là en effet un KO. Noir suffoque... prend une pierre vengeresse, mais ne peut pas la jouer, il passe et blanc négligemment joue (8) en (4), prend les deux pierres noires et fait ses comptes (3 prisonniers + 3 points — 2 prisonniers blancs = 4 points).

La solution : il y a là encore 2 points vitaux ; quand noir joue



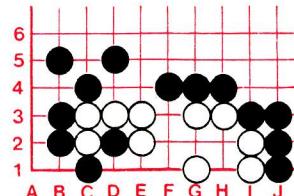
1 (et non au centre) blanc répond 2, les 2 joueurs passent, Jigo, 1 point chacun.

Vous pouvez envoyer vos propositions pour la suite, nous les discuterons.

Tsume Go

Un problème assez difficile ; j'indique l'amorce de la solution en fin de rubrique ; à vous de trouver la suite ou d'attendre le prochain numéro. Blanc ne peut pas éviter le KO.

Nouvelles : le premier championnat du monde amateur s'est déroulé à Tokyo du 13 au 17 mars et a vu la victoire prévisible des Chinois (1^{er} Nieh Wei Ping, 2^{er} Chen Tsu Te). Pourquoi les Chinois ? D'abord ils sont très forts, ensuite les meilleurs



joueurs japonais sont professionnels, mais ils commencent à considérer avec pas mal de respect et d'appréhension les progrès des joueurs chinois.

Début de la solution : Noir H2.

Pierre AROUTCHEFF □

ÉCHECS

Relativité

L'une des premières choses qui surprend le débutant, c'est que le gain d'un simple pion suffit souvent à la victoire. Mais une fois qu'il s'en est persuadé, ce qui finit de le désorienter, c'est que le gain s'obtient également souvent en abandonnant un ou même

me plusieurs pions pour accélérer le développement.

Ce n'est pourtant pas contradictoire : le développement n'est qu'une forme latente du matériel. Ne retrouve-t-on pas là l'équivalence einsteinienne entre l'énergie et la matière ?

MAKARITCHEV - ALBOURT URSS 1978

Défense Alekhine

1. e4 Cf6	10. 0-0(c) Fg4	19. Fa5+ b6
2. e5 Cd5	11. h3 Fx f3	20. Te4 Dc5
3. c4 Cb6	12. Cx f3 e6	21. b4(g) Cx b4
4. c5 Cd5	13. Cg7 Fe7?(d)	22. Fx b4 D x b4
5. Fc4 c6(a)	14. Fd2 Db6	23. Tae1 Tf8(h)
6. De2(b) Da5	15. C x e6! f x e6	24. Fb3 Da3(i)
7. Cf3 D x c5	16. ex d6 Ff6(e)	25. Fg4 Db7
8. d4 Db4+	17. Dx e6+ Rd8	27. D e8+ les noirs
9. Cbd2 d6	18. Tfe1 D x d4(f)	abandonnent (l)

a) Une nouveauté. On joue habituellement 5... e6 pour obstruer la diagonale a2-f7 du puissant Fou c4.

b) Abandonne le pion c5 dont le gain fera perdre beaucoup de temps aux noirs.

c) Pour un pion, les blancs ont acquis une sérieuse avance de développement.

d) Il fallait jouer 13. ... d x e5 pour pouvoir ramener la Dame noire en défense en e7. Le coup du texte, bon d'apparence puisque coup de développement, permet aux blancs de désintégrer la position noire en 2 coups.

e) 16. ... F x d6 n'est pas meilleur à cause de 17. D x e6 Fe7; 18. Tfe1 Dc7; 19. Te2 suivi de Tae1.

f) Cette fuite en avant est encore le meilleur coup. Après 18. ... Cd7 l'ouverture de la colonne c par 19. F x d5 serait catastrophique.

g) Avec une pièce en moins, les blancs continuent tranquillement à sacrifier : ici, ils donnent un pion pour éliminer de la défense le puissant Cavalier d5.

h) Sinon 24. Df7 serait mortel.

i) Si la Dame quitte la diagonale a3-c5, les blancs gagnent par 25. De7!!+, F x e7; 26. d x e7+, Re8; 27. e x f8 = D+, R x f8; 28. Te8 mat.

j) Jolie manœuvre du Fou blanc qui va changer de diagonale pour l'assaut final.

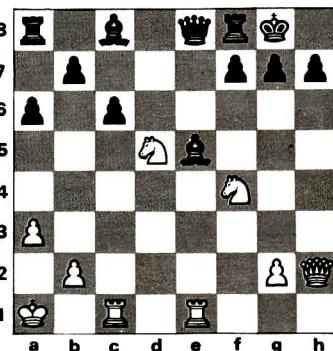
k) Le seul moyen après 26. Fg4 de

parer les menaces 27. Dc8 ou Dd7 mat.

l) Car ils sont mat au coup suivant (27. ... T x e8; 28. T x e8 mat).

Exercice n° 59

Les blancs ont 3 pions de moins ? Apparemment seulement. En fait, si l'on regarde les pièces actives, ils ont un énorme avantage. Comment le concrétisent-ils rapidement ?



Solution de l'exercice n° 58

1. Fd1 Ff7 (défend le pion h5).
2. Ff3! menace à la fois les pions d5 et h5.

Les noirs sont zugzwang : ils ne peuvent jouer sans perdre un pion, par exemple : 2. ... Rg6 (si le Fou joue, un pion tombe immédiatement).

3. Re5 avec gain d'un pion... et de la partie.

Alain LEDOUX □

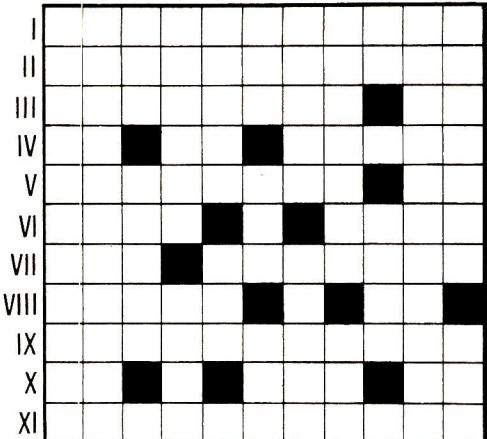
MOTS CROISÉS

Horizontalement

I. Il vous ferait même croire qu'une roue tourne à l'envers. — II. Des états ou des agents de corruption. — III. C'est parfois surmonter des revers - Dans les dents ou chez Citroën. — IV. Environ 576 mètres - Dans les dents ou sur la boussole - « Je fis en sorte que l'envie vous prit de lire Science et Vie ». — V. Tablettes murales - Négation. — VI. Il a la

queue si fragile qu'il l'a perdue ici ! - Un qui n'en démord jamais. — VII. Personnel - Star gauloise. — VIII. Point d'eau - Obstacle. — IX. La doctrine des connaissances sacrées. — X. Au début de l'hymne à St-Jean-Baptiste - Pour être nom, il faut qu'il soit catégorique - La fin de l'hiver. — XI. Une qui passe muscade.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



Verticalement

1. Homme des cavernes. — 2. Qui ont des voix de tonnerre. — 3. Temps chaud - Escorteur. — 4. Faut-il qu'elle soit fausse pour porter un chapeau rouge taché de blanc - Un cabanon à Novgorod. — 5. Un petit vent qui, malgré les apparences, ne casse rien - Tout un tas en désordre. — 6. Un oui pointu - Thymus - Fille

d'Harmonie. — 7. Un mètre cube - Vieille guimbarde. — 8. Il va aux eaux - Suffixe. — 9. Adverbe et conjonction - L'Amoureux de Psyché. — 10. Affectations. — 11. Ils portent des fusées - Peut marquer un nouvel ordre des choses, mais toujours la fin de la misère.

(Solution page 150)

PHYSIQUE AMUSANTE

Quand le rayon laser dessine la musique

Parmi les quelques grandes découvertes scientifiques qui ont marqué les dernières décennies, deux seulement sont parvenues à une très large diffusion, entrant ainsi dans le domaine des objets d'usage courant : le transistor et les calculatrices. Or il est une troisième invention d'importance majeure en physique, le laser, dont la commercialisation reste pour l'instant limitée à des usages quasiment professionnels. Et

pourtant, du point de vue scientifique, le laser mesure la distance de la Terre à la Lune, guide les fusées, soude les aciers ou découpe la matière vivante. Il était donc tentant d'ajouter cet outil à nos manipulations de physique, et de réaliser ainsi des expériences d'avant-garde. Mais la rareté même de l'engin, instrument de laboratoire et non mécanisme de grande série, posait un problème. En effet, les multiples

expériences que nous proposons dans cette rubrique doivent répondre à trois critères qu'il n'est pas toujours facile de concilier : intérêt scientifique, facilité de construction, bas prix de revient. Cette dernière exigence n'a pu être satisfaite dans le cas qui nous intéresse ce mois-ci : le laser est cher.

Toutefois, son prix de revient n'excède pas celui d'un bon appareil photo ou d'une calculatrice scientifique programmable de bon niveau. D'autre part, il peut servir de base à de très nombreuses expériences dont l'intérêt scientifique est toujours exceptionnel. Aussi avons-nous décidé de l'inclure dans notre rubrique de ce mois, avec une application à la fois technique et esthétique : la visualisation des ondes sonores. Pour ceux de nos lecteurs que la science intéresse beaucoup, nous avons pu obtenir des conditions spéciales auprès de la société Laser Optronic, ce qui leur permettra de se procurer un appareil professionnel à un prix très intéressant. Il s'agit du laser LS-05 R, puissance 1 mW, avec alimentation en 220 V intégrée, qui leur sera vendu 1 670 F TTC. Il suffit d'adresser la commande à Laser Optronic, 4, rue J.-Houdon, 78000 Versailles, accompagnée d'un chèque représentant le tiers du prix, soit 556 F ; ils recevront rapidement leur matériel contre remboursement du solde. Cette offre est valable pendant 2 mois après la parution du présent article.

Rappelons que le faisceau laser est un rayon lumineux dont toutes les ondes ont même fréquence et sont en phase. Ce sont là des conditions très particulières et difficiles à obtenir ; la lumière du jour, ou celle émise par une ampoule, est faite d'une multitude de fréquences toutes diphasées. Il y a la même différence entre la lumière habituelle, incohérente et la lumière cohérente du laser qu'entre une foule déambulant au hasard sur un boulevard et la même foule mise en rang au pas cadencé.

Le faisceau laser regroupe toute sa puissance sur une mince colonne de lumière dont toutes les ondes vont au même pas dans la même direction. De ce fait, le faisceau diverge très peu et porte donc très loin : avec l'appareil que nous proposons, on peut projeter la minuscule tache de lumière à des centaines de mètres. Mais la nature même de ce rayon concentré oblige à une élémentaire prudence : ne jamais mettre l'œil sur le trajet du rayon ;

autrement dit, ne jamais diriger le faisceau sur le visage de quelqu'un et ne pas essayer de le regarder soi-même de face. Cette précaution étant prise, l'appareil ne présente aucun danger et n'émet aucun rayonnement parasite genre rayons X. La lumière émise se situe dans le rouge-orangé, sur la longueur d'onde de 0,6328 μ. Grâce à sa finesse et à sa cohérence, le laser se prête particulièrement bien à la visualisation des vibrations mécaniques, en particulier celles qu'engendrent les ondes sonores sur une surface mince. Nous allons ici mettre en évidence les oscillations de la membrane d'un haut-parleur, oscillations qui normalement ne sont accessibles qu'à l'oreille sous forme de sons. Le principe retenu est donc celui de la réflexion du faisceau sur la membrane d'un petit haut-parleur relié à un récepteur de radio.

En plus de l'émetteur laser, il faudra se procurer du polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur et quelques pièces annexes qu'on trouvera chez tout revendeur de pièces détachées pour la radio :

- un haut-parleur de 8 ohms, diamètre 50 mm ;
- 50 cm de fil à deux conducteurs.
- une fiche dite « Jack » de diamètre correspondant à la prise femelle du récepteur radio ; faire attention, car il existe deux diamètres de jacks. Ceux qui auraient un appareil muni d'une prise DIN se procureront la fiche mâle correspondante ;
- de la lumalyne (genre de plastique métallisé) en vente chez les spécialistes de fournitures pour artistes et maquettistes — par exemple Berty, 49, rue Claude-Bernard, 75005 Paris ;
- une vis diamètre 3 mm, longueur 25 mm (ou plus) avec écrou et rondelles ;
- un petit morceau de polystyrène expansé récupéré sur un emballage quelconque.

La figure 1 donne à la fois la vue éclatée, les cotes, et la vue en plan du modulateur. On commence par découper les pièces A1 et A2. Sur A1, enlever un disque dont le diamètre sera celui de la culasse de notre haut-parleur — ce diamètre peut varier selon les modèles. De toute façon, cette culasse devra pénétrer à force dans l'ouverture pour être ainsi maintenue en place. Après découpe de l'ouverture circulaire, on assemblera A1, A2, B1, B2, C1, C2.

On passe ensuite à la genouillère formée des pièces D, E1, E2, F1,

F2, F3 qui seront percées aux cotes indiquées figure 1. On assemble et on colle le socle G à l'emplacement indiqué.

Reste maintenant à réaliser le miroir mobile associé au courant modulé fourni par la sortie HP du récepteur radio. Avec une lame de rasoir, on découpe un petit dé de polystyrène expansé d'environ 10 × 10 × 7, ces cotes n'étant qu'indicatives. On le colle au centre de la membrane mobile du haut-parleur comme indiqué figure 2, avec une colle au néoprène ; puis, avec la même colle, on met le disque de lumalyne, taillé au diamètre de 70 mm, sur le carré de polystyrène ; on vérifiera que ce disque réfléchissant ne touche pas l'armature du haut-parleur.

Sur les cosses de ce haut-parleur, on soude le fil de liaison dont l'autre extrémité sera reliée aux cosses de la fiche jack ; la soudure est la plus délicate, car les contacts sont très rapprochés et la qualité des fiches en général médiocre ; on fera donc attention à éviter les mauvais contacts et les courts-circuits à l'intérieur de la prise, une fois revisé le manchon isolant. Pour vérifier la bonne marche du montage, on branche le jack — ou la prise DIN — dans la sortie HP qui comportent presque tous les récepteurs, même les plus petits portatifs. Le haut-parleur supplémentaire ainsi branché doit fonctionner.

Cela étant, il ne faut pas considérer que ce montage est destiné à écouter de la musique ; il accumule même les défauts que cherchent à éliminer les amateurs : haut-parleur non enclos dans une enceinte, adjonction d'une membrane actionnée à son centre sans être maintenue à la périphérie, etc.

Mais sa fonction n'est pas de fournir une bonne écoute musicale : il est uniquement destiné à fournir une surface vibrante accordée à la modulation, et le montage proposé remplit très bien ce rôle. Pour visualiser la musique tout en gardant de bonnes conditions d'écoute, trois solutions sont possibles :

- prendre le signal directement aux bornes du haut-parleur normal d'un récepteur assez puissant ; on évite ainsi la coupure que le jack enfoncé dans la prise écouteur produit sur beaucoup de récepteurs portatifs ;
- partir d'un appareil plus puissant muni de réelles prises pour haut-parleurs supplémentaires ; en

général ces prises sont aux normes DIN ;

- utiliser deux appareils : un portatif pour brancher le montage, un autre de bonne qualité pour suivre l'émission musicale.

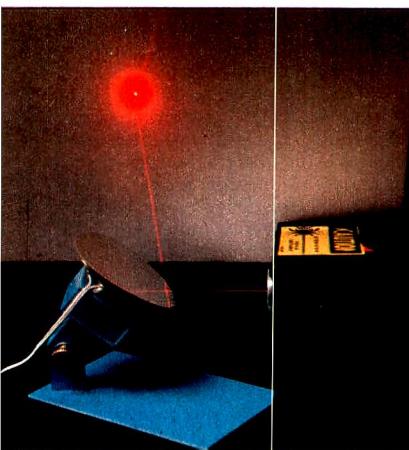
On peut maintenant passer à l'expérimentation. La modulation optique du signal fourni à la sortie d'un récepteur se fait en disposant les éléments comme indiqué figure 3. Dans une pièce peu éclairée, on placera le laser et le modulateur de telle façon que le faisceau soit dirigé vers le plafond ou vers un mur clair. Le laser étant allumé, et le haut-parleur fonctionnant, on cherchera à obtenir un déplacement maximal de la tache lumineuse. Pour cela, on essaye plusieurs zones du disque réfléchissant, et on met la plus grande distance possible entre le modulateur et l'écran (mur ou plafond).

Les effets obtenus sont d'autant meilleurs que la musique comporte de grandes variations dans l'amplitude du signal : le pop et le disco, malgré leur médiocrité, conviennent parfaitement. Notons que ce procédé est couramment utilisé dans certaines « boîtes » dites de nuit. Cette expérience décorative peut être améliorée en utilisant deux modulateurs : le faisceau est renvoyé par le premier sur le second, et de là part sur l'écran.

Ce n'est bien sûr pas la seule manipulation qu'on puisse faire avec un laser ; la finesse et l'intensité du faisceau cohérent permettent aussi de visualiser de manière très nette la trajectoire d'un rayon lumineux soumis à des réflexions et des réfractions. Pour cela, on se procurera une boîte en plastique transparent, rectangulaire ou carrée ; le célèbre Pierre Courbier, créateur de ces manipulations a employé un emballage de coton-tige qui, comme le montre la figure 4, convient parfaitement ; ses dimensions : 90, 90, 90 mm ; mais toute boîte du même genre peut servir aussi bien, surtout si ses dimensions sont plus importantes : les trajets, plus longs, sont encore mieux repérés.

Après avoir allumé le laser, on souffle dans le cube transparent un peu de fumée de cigarette. On le dispose ensuite devant le faisceau qui se dessine immédiatement très distinctement. A l'endroit où il frappe la paroi opposée, on dispose alors, et à l'intérieur, un petit carré de lumalyne qui renverra le rayon sur l'autre face. En multipliant les réflexions selon le même principe, on ob-

tiendra un effet de maillage spatial très démonstratif. On peut même installer un miroir percé à l'entrée du rayon ; le faisceau



Projetée sur un mur, la tache brillante du rayon laser dessine le rythme de la musique.

est alors renvoyé de ce miroir à celui qui lui fait face, selon un principe qui rappelle celui qui est à l'origine de l'effet laser dans le tube d'émission ; mais il faut que les miroirs soient rigoureusement parallèles, ce qui est très difficile à réaliser. En pratique ils ne le sont que rarement, et le faisceau va décrire un zig-zag très serré entre les deux miroirs.

On peut aussi obtenir un effet particulier en remplissant d'eau le bac transparent et en y ajoutant cette suspension, la tache lumineuse formée sur un écran apparaît animée d'une scintillation curieuse, reflet du mouvement des particules dans l'eau.

Mentionnons enfin une expérience de polarisation du faisceau laser, ou plus exactement de dédoublement de ce faisceau par un filtre polarisant. La plupart de ces filtres possèdent la propriété d'être biréfringents, c'est-à-dire qu'un rayon incident est dédoublé en deux faisceaux à la sortie ; le Spath d'Islande constitue un cas classique de la biréfringence : si on pose un tel cristal sur une feuille imprimée, on voit en transparence le texte dédoublé.

Il n'est pas question de faire ici la théorie d'un tel phénomène et nous n'en retiendrons que les faits d'expérience : les cristaux biréfringents possèdent deux indi-

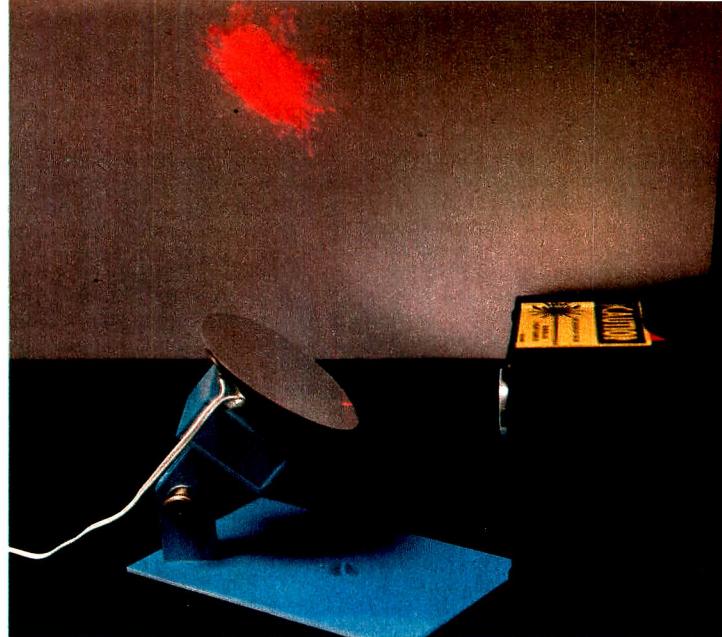


Figure 1 : vue générale du support de haut-parleur

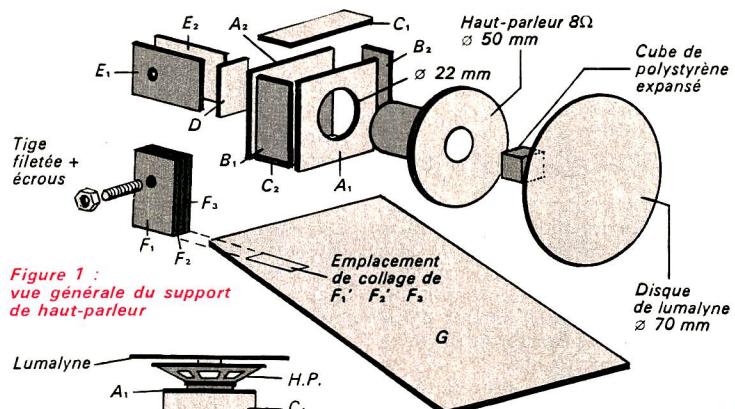


Figure 2 : vue de dessus du montage

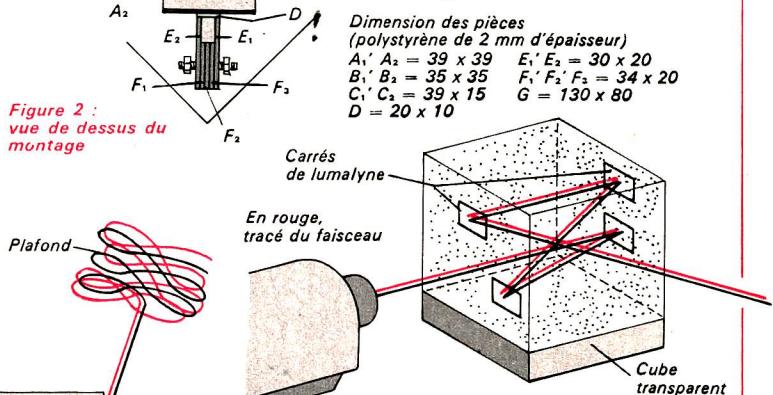


Figure 4 : réflexions multiples du faisceau rendues visibles par de la fumée de cigarette



Figure 5 : expérience sur la variation en phase du faisceau laser obtenue grâce à un filtre polarisant

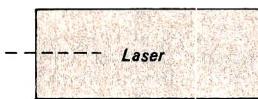


Figure 3 : disposition du laser et du modulateur

ces de réfraction, ce qui revient à dire que la lumière les traverse avec deux vitesses différentes : un des rayons émergents sort un peu avant l'autre. Comme ces rayons sont de nature ondulatoire, il en résulte que les amplitudes sont décalées dans le temps.

Avec un faisceau laser dont toutes les ondes sont en place, le décalage va être immédiatement perceptible sous forme de battements ; les deux faisceaux émergents gardent même fréquence mais sont déphasés de très peu. Les deux ondes se composent pour donner une onde unique de basse fréquence, c'est-à-dire que l'amplitude de la lumière varie lentement avec le temps. Un tel phénomène est facile à observer en acoustique quand deux sons de fréquence très voisine sont émis simultanément : l'oreille perçoit un son lentement modulé, avec une succession de fortissimo et d'extinctions presque totales.

De même on peut facilement réaliser une expérience de battements avec la lumière cohérente de notre laser. Après l'avoir allumé, on dispose un filtre polarisant sur le trajet du rayon ; le plus simple consiste à le mettre juste sur l'orifice de sortie. On tourne ensuite le filtre sur lui-même et on constate que, pour un certain angle de rotation, la lumière se trouve atténuee : la tache lumineuse formée sur un écran s'affaiblit brusquement. En se reportant à la figure 5, on fixe alors le filtre dans cette position à l'aide d'un ruban adhésif et on observe la tache lumineuse. On constate alors que son éclat varie de manière périodique : faible à un moment, il finit par s'éteindre presque complètement ; plus l'intensité remonte, la luminosité passe par un maximum avant de redescendre et le cycle continue. La fréquence des battements ainsi mis en évidence ne dépend pas de la fréquence du rayon laser, mais des caractéristiques du filtre.

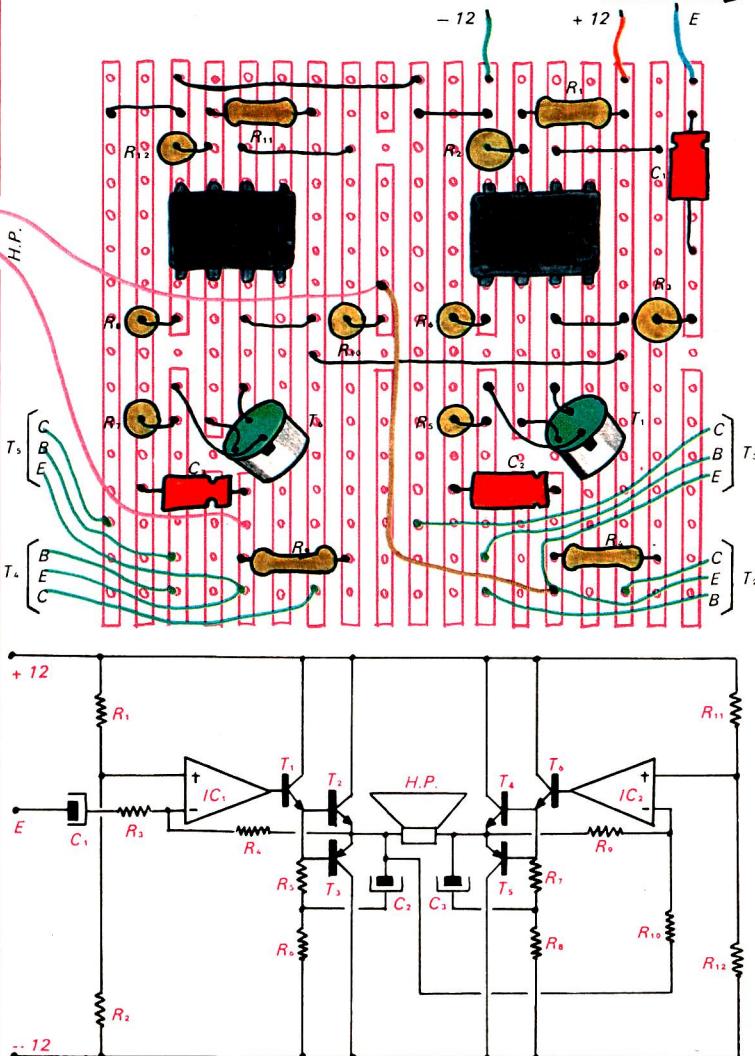
Nous avons utilisé un verre provenant de lunettes solaires Polaroïd, mais le filtre que nous avons proposé dans cette rubrique en mai 79 convient aussi bien. Nos lecteurs scientifiques pourront d'ailleurs essayer d'autres substances birefringentes, en particulier le Spath d'Islande. Comme dans toutes les manipulations de physique que nous proposons ici, les possibilités d'expérimentation sont considérables et dépassent de beaucoup les quelques exemples que nous indiquons.

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Élevez au carré la puissance de votre auto-radio

Nous vous proposons aujourd'hui un petit montage qui vous permettra d'élever au carré la puis-

sance de votre auto-radio et d'atteindre ainsi une dizaine de watts pour un haut-parleur de quatre



NOMENCLATURE

$R_1 = 1 \text{ kohm}$	(brun-noir-rouge)	$R_{10} = 4,7 \text{ kohms}$	(jaune-violet-rouge)
$R_2 = 1 \text{ kohm}$	(brun-noir-rouge)	$R_{11} = 1 \text{ kohm}$	(marron-noir-rouge)
$R_3 = 2,2 \text{ kohms}$	(rouge-rouge-rouge)	$R_{12} = 1 \text{ kohm}$	(marron-noir-rouge)
$R_4 = 4,7 \text{ kohms}$	(jaune-violet-rouge)	$IC_1 = SN 72741 - DIL$	
$R_5 = 220 \text{ ohms}$	(rouge-rouge-marron)	$IC_2 = SN 72741 - DIL$	
$R_6 = 22 \text{ ohms}$	(rouge-rouge-noir)	$C_1 = 15 \text{ microfarads - 15 volts}$	
$R_7 = 220 \text{ ohms}$	(rouge-rouge-marron)	$C_2 = 150 \text{ microfarads - 15 volts}$	
$R_8 = 22 \text{ ohms}$	(rouge-rouge-noir)	$C_3 = 15 \text{ microfarads - 15 volts}$	
$R_9 = 4,7 \text{ kohms}$	(jaune-violet-rouge)	Haut-parleur : 4 ohms - 15 watts	
		$T_1 = 2N 1711$	$T_4 = AD 161$
		$T_2 = AD 161$	$T_5 = AD 162$
		$T_3 = AD 162$	$T_6 = 2N 1711$

ohms. Ce montage existe déjà dans une forme commercialisée sous le nom de « booster ». Il ne s'agit donc pas d'une trouvaille inédite, mais plutôt d'une version simplifiée. Le problème de l'alimentation ne se pose pas pour ce montage puisqu'il est conçu pour être connecté sur le + 12 volts de votre voiture et son branchement ne nécessite aucune modification de l'installation déjà existante. Notre montage ne comporte qu'un seul fil d'entrée, deux de sortie (pour un nouveau haut-parleur plus puissant) et deux pour l'alimentation bien sûr. Donc pour l'installation, pas la moindre difficulté.

Le problème pour obtenir de la puissance à la sortie d'un auto-radio tient à la limitation due à la tension d'alimentation. C'est un corollaire de la formule $P = U^2/R$. Dans notre cas, R est l'impédance de notre haut-parleur, soit environ quatre ohms, U est la tension efficace que nous pouvons développer aux bornes du haut-parleur et P la puissance disponible qui en résulte. Nous ne sommes pas maître de l'impédance du haut-parleur, et pas davantage de la tension d'alimentation elle-même, mais le tout est de savoir l'utiliser.

Dans le cas de l'auto-radio, la tension d'alimentation, c'est-à-dire les 12 volts de la batterie nous permettent d'obtenir au maximum un signal alternatif de 12 volts crête à crête, soit 4,2 volts efficaces et donc une puissance maximum de 4,5 watts. En réalité comme les composants ne sont jamais parfaits, on dispose en moyenne d'une puissance de 3,5 watts. Dans le cas du booster par contre, nous arrivons à développer aux bornes du haut-parleur une tension alternative deux fois plus grande que dans le cas de l'auto-radio par une petite astuce qui consiste en une inversion de phase sur l'une des bornes : on dispose ainsi de deux fois 12 volts. Et comme nous avons doublé U,

nous avons quadruplé la puissance aux bornes du haut-parleur en sortie du « booster ».

Pour la réalisation pratique, vous aurez besoin de 12 résistances, 3 capacités et deux circuits intégrés. Cela représente déjà un nombre appréciable de composants et nous vous conseillons de suivre d'assez près l'implantation sur la plaquette M. Board que nous vous proposons. Pour assurer un refroidissement correct des transistors de puissance nous vous recommandons absolument de les fixer sur deux cornières que vous percerez à cet effet. L'une de ces cornières portera les deux AD 161, l'autre les deux AD 162, ceci afin d'éviter un court-circuit car les boîtiers des transistors sont reliés au collecteur.

Aucun des deux fils de sortie vers le nouveau haut-parleur ne devra être relié au châssis de la voiture, comme cela arrive dans les installations classiques. C'est là une condition de survie pour votre booster. Pour un montage stéréo, il faudra bien sûr câbler un deuxième circuit identique.

Maintenant il ne vous reste plus qu'à connecter le booster à son auto-radio. Pour cela vous branchez normalement tous les fils du booster, sauf celui d'entrée. Puis, une fois votre auto-radio allumé (afin d'avoir un contrôle sonore), vous le connectez à l'une des bornes du haut-parleur de l'auto-radio. Si aucun son ne sort, vous le placez simplement sur l'autre borne et le tour est joué.

Pour ceux d'entre vous qui pensent faire une utilisation sérieuse de ce booster nous leur conseillons d'équiper ce montage d'un fusible de 3,5 ampères et d'un interrupteur marche-arrêt en série sur le + 12 volts.

Pierre PENEL
et Olivier GUTRON □

Solution des mots croisés

Horizontalement : I. Stroboscope. — II. Pourritures. — III. Entoiler - DS. — IV. Li - NS - Rimai. — V. Etagères - Ne. — VI. Orve - Têtu. — VII. Lui - Astérix. — VIII. Oasis - Os. — IX. Gnosticisme. — X. Ut - Non - Er. — XI. Escamoteuse.

Verticalement : 1. Spéléologue. — 2. Tonitruants. — 3. Rut - Aviso. — 4. Oronge - Isba. — 5. Brise - Ast. — 6. Oil - Ris - Ino. — 7. Stère - Tacot. — 8. Curiste - Ine. — 9. Or - Eros. — 10. Pédantis mes. — 11. Essieux - Ere.

Luc FELLOT □

JEUX ÉLECTRONIQUES



Le bridge à l'heure des microprocesseurs

Après le joueur d'échecs, le joueur de dames, le joueur de Backgammon, (voir Science et Vie n° 735), voici le joueur de bridge électronique. Le jeu de cartes le plus pratiqué au monde est aujourd'hui, grâce à la technique des microprocesseurs, programmé sur mini-ordinateur soit comme un adversaire, c'est le Bridge Challenger (3 600 F), soit comme un professeur, c'est le Bridge Bidder (2 400 F). Le Bridge Challenger utilise 204 300 bits R.O.M. (combinaisons possibles en mémoire programmée) et possède également 8 500 bits R.A.M. (combinaisons aléatoires). Ainsi il peut pratiquer tous les systèmes d'encheres utilisés dans les tournois internationaux. Il offre toutes les possibilités : être le quatrième, jouer la ligne opposée ou encore les différents partenaires réciproques. Le scanner optique « lit » les cartes distribuées tandis que les voyants fluorescents indiquent le déroulement du jeu (y compris les levées restant à faire).

Durant les enchères, Bridge Challenger utilise indifféremment les conventions Staymann, Blackwood, Gerber, Baron, Texas, Jacoby etc... Pendant le jeu, il varie habilement entre la défensive, les finesse et les squeezes. Le Bridge Bidder est un professeur sérieux qui pourra faire d'un joueur débutant un joueur expert. Il suffit de programmer la main, l'appareil indique l'annonce adéquate et explique les raisons de ces annonces. Lorsqu'on programme les réponses, il indique la redemande. Les conventions utilisées sont les mêmes que celles du Bridge Challenger. En permanence les scores en cours sont affichés, au-dessus et en-dessous, de la ligne sur deux voyants lumineux. Ces deux appareils seront en vente dans les mois à venir (distribués par Rexton, B.P. 75755 Paris Cedex 15). ■

UN MICRO-ORDINATEUR POUR LES FOUS DU DÉCODAGE.

Vous avez la passion du Master Mind ?

La technique du micro-processeur vous permet d'exercer votre esprit de déduction dès que vous avez un moment libre.

L'Electronic Master Mind de voyage vous propose des codes de 3, 4 ou 5 chiffres, soit : 1.000, 10.000 ou 100.000 combinaisons possibles.

Comme il tient dans votre poche, vous l'avez toujours sous la main. Rien de tel qu'un peu d'entraînement pour devenir un crack !

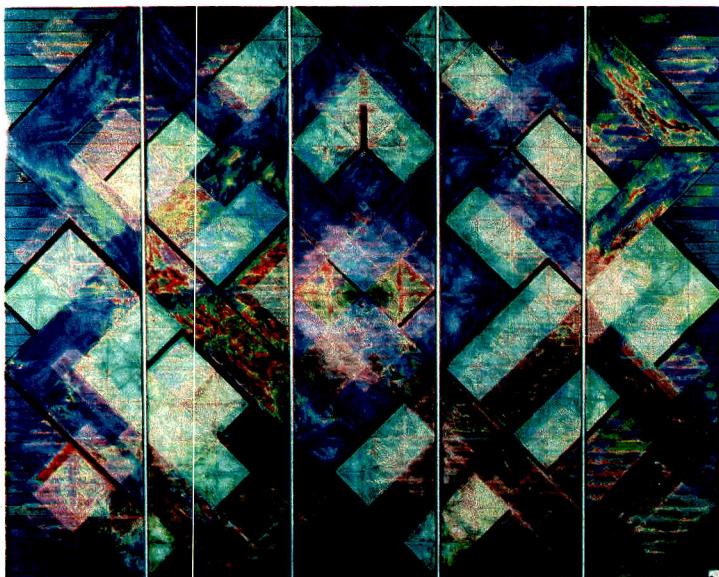
ELECTRONIC MASTER MIND DE VOYAGE



capipepa
JEUX EDUCATIFS

PEINDRE AVEC DES CRISTAUX LIQUIDES

Procurant des couleurs mouvantes selon le temps et la lumière, certains cristaux liquides commencent à être utilisés par des peintres qui trouvent là un matériau particulièrement adapté à l'art « cinétique ». Un laboratoire de Rhône-Poulenc s'honneure déjà d'une immense fresque qui doit tout à la physique des molécules. Et une exposition va avoir lieu à l'école des « Arts Décos » de Paris du 7 au 15 juin.



Le panneau de cristaux liquides d'Yves Charnay

► On peut voir depuis l'été 1976 dans un hall du Centre de Recherches de la société Rhône-Poulenc à Aubervilliers (Seine-Saint-Denis), un grand panneau mural dont les couleurs extrêmement vives et chatoyantes rappellent celles qu'on peut observer sur la carapace de certains insectes ou sur les ailes des papillons : des bleus métalliques profonds voisinant avec des rouges flamboyants ou des verts phosphorescents. Mais il y a plus étonnant encore : les couleurs de la composition varient au gré des heures et des saisons. Le matin en hiver,

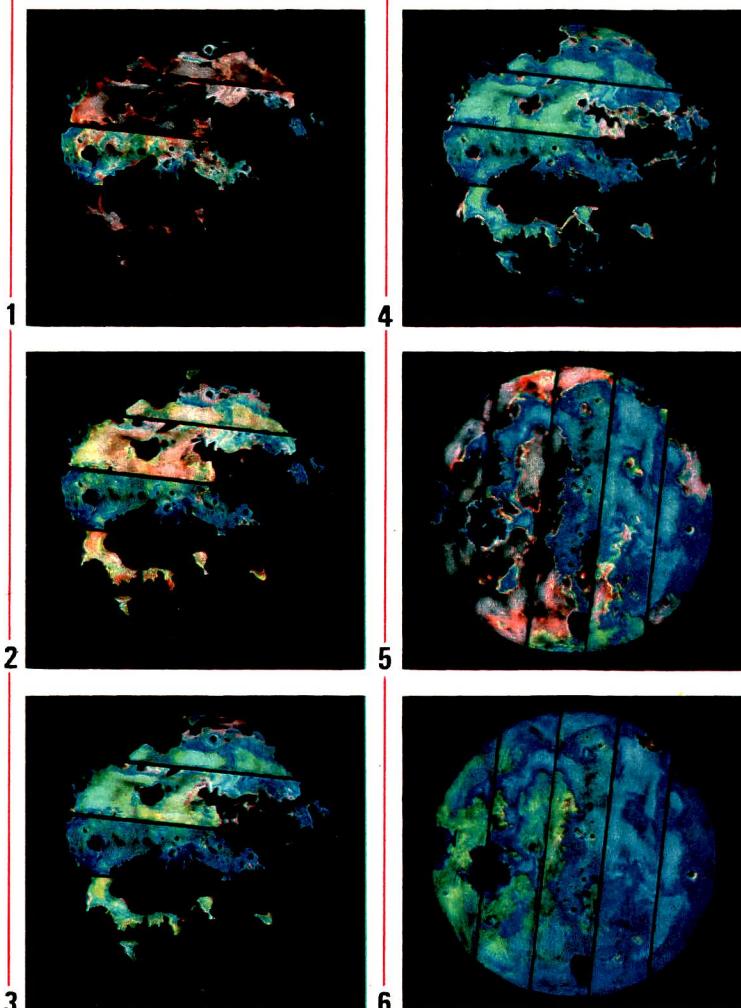
les rouges dominent. A mesure que la température croît, le tableau se transforme, les zones foncées sont peu à peu gagnées par des taches d'autres couleurs qui se multiplient, se rejoignent, font « monter », en une série de subtiles métamorphoses, l'ensemble de la composition vers les couleurs plus claires. Et, selon votre angle de vision ou selon l'incidence de l'éclairage solaire, c'est encore une nouvelle perspective de couleurs qui peut vous apparaître instantanément. Cette remarquable composition (de 2,08 m × 1,67 m) est la pre-

mière application artistique à grande échelle des propriétés optiques des cristaux liquides, et, plus précisément, des cristaux liquides cholestériques. Les molécules de ces cristaux ont, dans un même plan, la même orientation, mais, dans un plan perpendiculaire au précédent, des orientations qui tournent en spirale. Aussi le pas de l'hélice d'un tel cristal varie-t-il très rapidement avec la température ou la pression, ce qui se traduit immédiatement par des variations de couleurs. Le panneau décoratif a été commandé par la firme Rhône-Poulenc (qui d'ailleurs ne fabrique pas de cristaux liquides) à un peintre, Yves Charnay, actuellement professeur à l'Ecole des Arts Décoratifs de Paris.

Au cours de ses premières recherches, Y. Charnay a étudié les diverses préparations disponibles dans le commerce et sélectionné celles qui avaient les propriétés optiques les plus intéressantes du point de vue esthétique : « Une palette peut ainsi être composée en mélangeant divers produits et en notant pour chaque produit obtenu le rapport couleur/température. Ensuite on peut utiliser trois autres paramètres : l'épaisseur (effet de diffusion), les superpositions (mélanges optiques de couleurs) et l'angle d'incidence de la lumière (variation de la couleur autour de la dominante) ». Y. Charnay a d'abord construit des petites surfaces de cristaux et testé les techniques qui permettaient d'en faire varier les couleurs. La grande difficulté provient de ce qu'il est nécessaire d'étaler le cristal liquide sur le support (verre ou plastique) et de l'y maintenir plus ou moins fermement à l'aide d'un produit neutre, en évitant l'intrusion de bulles d'air.

« Pour réaliser une image, dit Y. Charnay, on peut soit utiliser les densités et les fluidités variables des produits pour définir les différentes parties du dessin, soit fractionner le dessin pour pouvoir le reconstituer par fragments cloisonnés. Le premier système ne permet que la réalisation d'images de dimensions réduites dont le trait peut être fin mais l'ensemble approximatif. Le deuxième type, par contre, permet des réalisations à grande échelle par la multiplication des fragments de base cloisonnés. C'est la technique de la mosaïque ou du vitrail. La qualité du rendu et la finesse de l'image dépendront de la dimension minimale des cloisonnements. » La bonne tenue

de l'ensemble dépend du compresseur placé à l'arrière de la préparation et de sa rigidité. Au-delà de 50 cm, même une plaque de verre se déforme légèrement et peut donc produire une discontinuité de la préparation avec un glissement de produits. On risque d'obtenir des effets de poches, des bavures de zones les unes sur les autres.



QUELQUES DEGRÉS POUR FAIRE CHANTER LES COULEURS.

On voit avec cette série d'images un exemple des métamorphoses qu'on peut obtenir par simple variation de la température sur une composition à base de cristaux liquides. On passe ici de 15 à 30° et l'image évoque d'abord une forme de crâne humain (vers 24°) puis une forme « planétaire » (vers 30°). La composition a été obtenue en juxtaposant des produits aux propriétés différentes, selon le dessin pré-établi.

Pour sa composition géante, Yves Charnay a donc travaillé sur des plaques de verre. L'ensemble a été préparé comme un vitrail avec des calques de découpages. Le dessin choisi est une forme géométrique : la structure molé-

culaire simplifiée d'un cristal. Trois grandes zones de couleurs stabilisées se superposent et interfèrent. Les matériaux de base ont bien entendu été choisis en fonction des courbes de variation de température des locaux où devait être exposé le panneau. Toute la composition a été découpée en bandes de 3 cm de large. Une couche de cristal liquide était dis-

des produits les uns par les autres, puis, éventuellement, une seconde couche était appliquée et à son tour recouverte par un nouveau film de plastique. Une seule couche de cristaux liquides associés donne des tonalités pures et contrastées. La superposition de plusieurs couches (il y en a jusqu'à six !) donne au contraire des couleurs de plus en plus claires (les jaunes, les roses et les orangés par exemple). Les essais préparatoires et la fabrication du panneau ont demandé un an. Outre les difficultés déjà évoquées, la manipulation des cristaux liquides suscite quelques autres problèmes. Par exemple, il est nécessaire lors de toutes ces opérations de travailler dans une pièce à température constante afin de pouvoir toujours contrôler le matériau et ses effets. Précisons aussi que les cristaux liquides sont des produits coûteux mais qui ne paraissent pas subir de dégradation avec le temps. Faute de chercher à se renouveler, d'utiliser des matériaux nouveaux, d'explorer les frontières de la perception visuelle, les artistes dits « cinétiens » ont vite trouvé leurs limites, et — encore plus vite — se sont démodés. Les cristaux liquides, en revanche, semblent offrir un vaste champ d'expérimentation à des artistes ayant des préoccupations plus « modernes ». « Ce sont des produits dont les caractéristiques optiques sont différentes de celles de la peinture classique », explique Yves Charnay. On doit donc les exploiter selon leurs propres particularités, par exemple leur effet de « profondeur », la saturation des couleurs dues aux couches minces, l'impression d'extrême richesse du matériau... Je pense qu'il faut aussi limiter les figures du dessin qui risqueraient de faire disparaître ces caractéristiques. »

A partir du moment où de telles surfaces sont obtenues sans problèmes, on peut imaginer toutes sortes d'utilisations artistiques. L'écran de cristaux liquides peut rester inerte, simplement soumis à l'influence de la chaleur et de la lumière ambiante. Mais il peut aussi être « travaillé » selon un programme par un dispositif de chauffage cyclique. Ou encore couplé à une musique et varier avec le son d'un haut-parleur (effet de la pression). Le cristal liquide est donc un matériau qui correspond parfaitement aux préoccupations esthétiques modernes.

Alain JAUBERT ■

posée sur la plaque de verre puis recouverte d'un film protecteur de plastique qui était soudé au support afin de former une sorte de récipient plat. Le film était ensuite soigneusement nettoyé pour éviter les contaminations

LA « SONO » D'UN SUPERMARCHÉ N'EST PAS CELLE D'UN NIGHT-CLUB

Si la technique permettait qu'il existe, l'idéal d'une audition parfaite serait malmené par les circonstances. Car entre ce que recherche le mélomane qui écoute chez lui son concerto préféré et la nécessité de faire entendre, entre deux disques, des messages publicitaires aux clients d'un supermarché, il y a tout un jeu de techniques de sonorisation...

► Le bon sens le dit : l'idéal d'une rediffusion musicale devrait être la reproduction parfaite de sons naturels. Pourtant, compte tenu des conditions réelles d'écoute, il s'agit là d'une fausse évidence. Outre que les matériels sonores actuels ne le permettent pas, cela n'est pas toujours nécessaire à l'auditeur. En effet, l'écoute d'une chaîne haute-fidélité en appartement n'est pas comparable à une écoute dans un auditorium situé en plein air. Ou bien encore, l'écoute d'une musique dite d'ambiance diffusée dans un salon de thé, n'aura rien de comparable avec celle que l'on supporte actuellement dans les night-clubs.

Selon les lieux et les heures interviennent des facteurs plus proches de la psycho-acoustique ou de la compensation physiologique que de la technicité pure. La matérialisation du lieu d'écoute, son éclairage, sa chaleur, son ambiance, son esthétique, son confort, auront parfois beaucoup plus d'importance que la qualité technique réelle destinée à reproduire (autant que faire se peut) des sons naturels dans la meilleure acoustique possible. Autre facteur physiologique important : l'adjonction de projections visuelles en synchronisation avec la diffusion sonore.

Mais revenons, pour le moment, aux exemples les plus simples : ceux cités plus haut. Chez lui, le mélomane doit « tout faire » pour obtenir une reproduction fidèle des sons, de manière à retrouver également « l'effet de salle », l'ambiance acoustique du lieu où a été effectué l'enregistrement. Tout cela va dépendre non

seulement de la qualité du matériel de reproduction employé, mais aussi, du positionnement des enceintes acoustiques, de l'acoustique ou des fréquences de résonance propres à la salle d'écoute et — pour finir — du réalisme de la source de modulation ou du support musical lui-même. Et de là, du talent du preneur de son, puis du métier du copieur ou du graveur, puis du sérieux du pressage dans le cas d'un disque microsillon, etc.

Cependant, même si cet enregistrement est jugé bon lorsqu'il est écouté dans un appartement, il en sera autrement dans un auditorium situé en plein air. Première constatation : le message musical a été enregistré, 99 fois sur 100, dans un studio d'enregistrement ou dans une salle de concert. Lieux parfaitement clos ayant une acoustique propre. Ce qui sortira de haut-parleurs placés en plein air et quelles que soient les qualités de l'enregistrement, sera obligatoirement différent de l'original.

Il va donc falloir « compenser ». Jouer par exemple avec la disposition des enceintes acoustiques par rapport à l'environnement et à la structure du relief : crique entourée de rochers, clairière dans une forêt, plage de sable entourée de végétation et dominée par le bruit du ressac, pelouse entourée de jardins et de haies. L'idéal étant, si on savait le refaire aussi bien, le petit théâtre antique à la grecque...

Deuxième constatation : un auditeur dans une salle de concert perçoit la plupart des sons de manière indirecte, c'est-à-dire par réflexion.

D'autre part en fonction de la chaleur, de l'hygrométrie, de la pression atmosphérique, de la densité de l'air, de sa composition (pour ne pas dire contexture...), sans oublier le moindre courant d'air, la propagation et la réception des sons ne seront pas les mêmes. Pour mémoire, l'air est un fluide gazeux. L'air que l'on dit pur, autre ses 3/4 d'azote et son 1/4 d'oxygène, peut contenir de l'argon, du néon, du krypton, du xénon, de l'hélium. Quant à l'air que l'on respire ordinairement d'un endroit à l'autre, il va renfermer plus ou moins de vapeur d'eau, de gaz carbonique et va retenir en suspension une multitude de poussières microscopiques.

Bref, en plein air, « l'acoustique » d'un lieu est tributaire de la « qualité » de l'air ambiant qui sera plus ou moins la cause d'une bonne ou d'une moins bonne propagation des ondes sonores. Personnellement, nous avons des souvenirs d'écoute extraordinaires dans des endroits perdus situés en Grèce et en Yougoslavie et qui n'étaient absolument pas destinés à devenir des auditoriums de plein air. Pourtant, la qualité technique du matériel utilisé méritait tout juste la qualification « haute fidélité »...

En plein air, les branchements que l'on doit faire sur toute source de diffusion musicale — à partir de haut-parleurs — ne seront pas les mêmes que ceux que l'on doit effectuer dans une salle fermée. En extérieur, il ne faut pas trop penser aux extrêmes-aigus et surtout aux extrêmes-graves. Il faut donc un peu forcer sur les haut-médium et sur les bas-médium. Il faut également multiplier les points sonores : recréer une espèce de fausse ambiophonie en plaçant des enceintes acoustiques, autour et si possible, derrière les auditeurs. Chaque enceinte ayant un niveau sonore différent mais bien déterminé de façon à garder l'impression d'une écoute ponctuelle et à retrouver la vraie localisation des différents instruments d'un ensemble orchestral. A ces conditions, un bon enregistrement stéréophonique peut être fort bien retraduit en plein air.

Autre exemple : on ne peut diffuser de la même manière une musique destinée à créer un fond d'ambiance et une musique destinée à être écoutée pour danser. Première différence : la musique que l'on va écouter volontairement dans une discothèque ou un night-club, n'a pour but que l'incitation à la danse. La musique d'ambiance, elle, ne sera jamais agressive, elle devra s'adapter aux lieux, aider à améliorer un « climat ». On doit l'entendre, sans plus.

Au contraire de la musique à danser. Celle-ci a même ses exigences... qui parfois dépassent celles de la... musique. Il est évident qu'une animation lumineuse est « obligatoire » sur une piste de danse professionnelle. De plus, on se doit de favoriser certaines fréquences, comme les infra-sons ou fréquences très basses qui ne sont perçues que par la paroi abdominale. Les aigus sont également sur-amplifiés, ce qui n'est valable, bien sûr, que pour les jeunes oreilles !

Niveau sonore excepté, certaines « boîtes » possèdent des sonorisations dignes des meilleures chaînes haute-fidélité du moment. Même si trop de discjockeys se servent fort mal de leurs « égaliseurs ». Peu importe, seul le résultat compte : la piste de danse doit être pleine !

Pour éviter un son qui fasse trop « boum-boum » dans les graves, il vaut mieux prévoir un ou deux caissons de basses (selon la grandeur de la piste de danse) placés au niveau du sol et quatre enceintes 3 voies (aigus + médium + bas-médium) placées légèrement inclinées au-dessus et aux quatre coins de la piste de danse.

Un niveau sonore excessif peut se révéler une véritable drogue qui, après un certain temps d'accoutumance (le temps aux tympans d'encaisser !) transporte l'auditeur dans un espèce d'état second qui donne irrésistiblement l'envie de marquer le rythme avec la main ou le pied. Souvent les deux, et quand on en arrive là, on se retrouve immanquablement et très vite, sur la piste de danse, parce que l'on a vraiment envie de danser. Ce qui est le but recherché. Mais si, pour la plupart, l'agressivité de la drogue sonore n'est pas nocive, il faut néanmoins rappeler qu'au-dessus d'un niveau sonore de 85 dB écouté de façon prolongée, on peut être atteint de surdité plus ou moins prononcée et, à la longue, de troubles nerveux...

La musique d'ambiance, elle, se doit d'être sécurisante : ni agressive, ni claironnante.

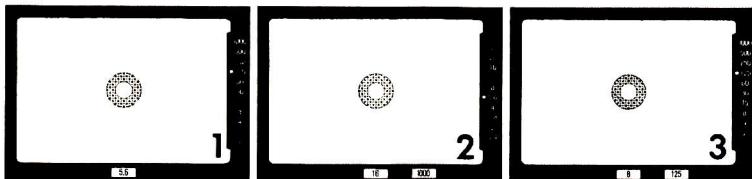
Son choix, comme celui des moyens de sonorisation, dépend, en large partie, des endroits où elle doit être diffusée :

● **Salles de petites dimensions.** Elles sont généralement bien amorties sur le plan acoustique, leur bruit de fond n'est pas important, les personnes qui s'y trouvent ne sont pas bruyantes, aucun message, aucune annonce parlée pour donner des renseignements ou présenter des publicités, ne vont perturber la musique ; comme par exemple : les salons ou salles d'attente, les salons de coiffure, de couture ou de thé, les petits magasins, les bars, les restaurants gastronomiques, etc. Là, il faut installer selon les volumes, de 2 à 8 petites enceintes acoustiques de qualité. Très souvent, 4 suffisent amplement. Seul critère de l'enceinte : elle devra avantager les bas-médium (de par leur volume, il ne peut être question de graves). Grâce aux courbes de Fletcher-Munson, nous savons quelle est la sensibilité moyenne de l'oreille en fonction de la fréquence. A faible niveau, ce qui doit être le cas d'une diffusion de musique d'ambiance (encore une fois on doit l'entendre, non pas l'écouter !), il faut donc relever les graves et un peu moins les aigus. Bien des amplificateurs Hi-Fi possèdent un bouton spécial appelé *compensation physiologique* ou *loudness* ou *contour* en anglais, qui, une fois mis en service, diminue le niveau sonore tout en mettant automatiquement en action les filtres qui favorisent les graves

MON MINOLTA XD7 ET MOI.



Moi, j'aime ce qui est beau. Un appareil photo aussi exceptionnel que le Minolta XD7 ne pouvait pas échapper à mon attention. Boîtier racé, technique japonaise donc hyper sophistiquée. C'est le premier appareil au monde à offrir la double priorité : ouverture (1) et vitesse (2). Et quand j'en ai envie, je peux aussi passer en contrôle manuel (3). Avouez que c'est impressionnant. Le Minolta XD7, ce n'est pas l'appareil photo de tout le monde.



Je l'emporte dans tous mes voyages. Pour prendre le plus de photos possible, j'utilise le moteur. Deux images à la seconde. Pour mes soirées, je m'amuse en le couplant avec l'Auto Electroflash 200 X. Je dois dire qu'avec mon Minolta XD7, j'ai toujours beaucoup de succès. J'ai toujours de bonnes photos aussi parce que Minolta est un des seuls à fabriquer lui-même toutes ses optiques. Minolta possède un avantage certain en plus : un des meilleurs services après-vente. Moi qui n'aime pas attendre, cela ne pouvait que me plaire. C'est d'ailleurs ce qui m'a décidé à l'acheter. Le prix de ce fabuleux Minolta XD7 ? Environ 3400 F avec objectif 50 mm. Cela vous étonne, vous pensiez à plus ? Au fait, il existe une nouvelle version le Minolta XD5, à un prix encore plus intéressant.

Minolta. Le bon réflexe.

357 bis rue d'Estienne d'Orves, 92700 Colombes.

et les aigus. Le positionnement des enceintes acoustiques n'est pas très important — les placer au sol (ce qui favorise les graves) est une solution de facilité. Nous préférions les fixer en l'air de manière homogène et non directionnelle, de façon à ce que le son soit diffusé sous forme de nappe sonore : un véritable nuage de son.

● **Salles de grandes dimensions.** Elles ne sont pas toujours bien traitées acoustiquement parlant : bruit de fond important, endroits très passagers et où, outre la musique d'ambiance, il faut passer des annonces ou des publicités parlées : grands magasins, supermarchés, grands restaurants, halls d'hôtel, aéroports, salles de spectacle où l'on diffuse de la musique pendant les entractes, etc.

Là, il faut multiplier les points sonores en plaçant un maximum de petits projecteurs de son (équipés de haut-parleurs de 17 cm de diamètre) sur les murs et les piliers. Le projecteur de son ayant une diffusion assez directionnelle, il est facile de l'orienter pour qu'il puisse sonoriser une surface précise. De ce fait, un haut-parleur a moins de risque d'entrer en interférence avec d'autres. La solution d'encastrer des haut-parleurs dans un faux plafond est simple mais ne donne pas toujours de bons résultats si la surface totale du plafond dépasse 200 m², à moins qu'il ne soit divisé en plusieurs petits plafonds de niveaux différents. Encore faut-il que chaque haut-parleur possède sa propre enceinte accordée. L'avantage du projecteur de son est sa précision pour la parole à condition d'avantage le médium et sa qualité assez bonne en musique à condition de forcer les aigus et les bas-médium. Les corrections se faisant bien sûr, dès le départ de la sonorisation, c'est-à-dire sur la table de mixage micro-musique. On obtient de bons résultats en installant un ensemble de 24 ou 48 projecteurs de sons, bien adaptés sur un amplificateur de 100 ou 200 watts de puissance efficace. Le branchement des différents projecteurs de son (de 4 ohms) entre eux peut fort bien se faire en basse impédance. A l'aide de séries parallèles, on retombe facilement sur une impédance totale de ligne de 8 ohms, c'est-à-dire l'impédance de sortie de tout bon amplificateur standard. Seul inconvénient, il faut utiliser un câble de liaisons haut-parleurs de forte section : minimum 2 × 2,5 mm².

● **Sonorisations couvrant de longues distances :** grands « Salons » (style Porte Maillot, Porte de Versailles, la Défense), aéroports, foires, kermesses, semaines commerciales, gares, etc. La réalisation de ce genre d'installations n'est pas simple. Généralement, on sacrifie la qualité de la musique à la parole car dans la plupart de ces cas, les messages sont de la plus grande importance. La meilleure solution (onéreuse) est de doubler la sonorisation. Des projecteurs de son pour diffuser la musique et la parole mais à faible niveau et un deuxième réseau de petites chambres de compression pour ne diffuser que la

parole mais à fort niveau. Bien évidemment, à cause des longues distances, il faut prévoir des lignes de liaisons haut-parleurs en haute impédance (250 à 500 ohms). Nous n'aimons pas la solution de facilité des lignes dites « 100 volts ». Les lignes « haute impédance » (tout comme les lignes basse impédance) doivent être rigoureusement bien adaptées sur les amplificateurs de puissance. Cela se calcule facilement. Malheureusement à force de rajouter n'importe comment (dans bien des cas) des transformateurs de ligne en parallèle, on en arrive très vite à se désadapter : ce qui se traduit à l'écoute par un son manquant de clarté et de définition. D'autre part, au cours de l'installation des lignes haut-parleurs il faut veiller à ce qu'elles ne cheminent pas le long de câbles électriques ; ce qui peut amener des « ronflettes ». Quant à l'amplificateur de puissance, il doit avoir le meilleur facteur d'amortissement possible.

Pour en terminer avec la diffusion de musique d'ambiance, il ne faut pas oublier que tout message musical et à plus forte raison toute annonce parlée, doivent parfaitement s'adapter psychologiquement avec les besoins réels. Bien évidemment, dans tous les cas, une annonce se doit d'être claire et la plus courte possible. Une musique imposée se doit d'être facile, plus ou moins connue, elle ne doit pas choquer l'oreille. La diffusion musicale prolongée même à faible niveau, peut à la longue provoquer une fatigue qui peut se traduire par un mal de tête. Des expériences ont été faites par exemple dans les banques et dans des ateliers. Dans les deux cas, pourtant différents en ce qui concerne les conditions de travail, on en est arrivé aux mêmes conclusions : faire un découpage de plages horaires musicales et de plages minutées de silence en fonction des niveaux de bruit de fond et du travail plus ou moins intellectuel demandé aux auditeurs.

Dans un prochain article, nous verrons les moyens et les sources possibles de modulation : micro, disque, bande magnétique sans fin, cassette, radio. Problèmes importants, car nous arrivons à une période « charnière » pour le son. Sans parler des nouveautés plus ou moins intéressantes qui sortent tous les trois mois (et que nous analysons chaque fois que faire se peut), d'ici deux ou trois ans, les systèmes numériques risquent de remplacer les systèmes analogiques traditionnels : l'audio-disque, le vidéodisque à lecture laser ! D'ores et déjà, le rapport qualité/prix du matériel basse-fréquence va en s'améliorant depuis 10 ans. Qui aurait pu penser qu'une minicassette au fer pur équipée du nouveau réducteur de bruit Telefunken High-Com, donnerait des résultats comparables aux machines à bobines défilant à grande vitesse ! Qui aurait pu penser qu'un magnétoscope couleur (de type VHS ou Béta max) ne coûterait pas plus cher qu'un bon magnétophone ?

Nous y reviendrons.

Alain BELZ ■



éditions
presse inter

L'APRES-BAC GUIDE ANTI-CHOMAGE

que le Nouvel Observateur a appelé «La bof génération» exprime un certain désarroi face à la conjoncture économique.

Avoir un bac. Et qu'en faire ? Le bac ? Et alors ! Et après... L'après-bac. Voilà pourquoi les journalistes de

Presse Inter lancent le guide de l'après-bac. Guide pratique. Guide d'orientation avec test. Guide anti-chômage. Quelles écoles ? Quelles facs ? Quelles formations ? Quels métiers ? Quels débouchés ?... Là où il n'y a pas de chômage.

Graffiti 79 : Je flippe. C'est ce qui allait être écrit sur ce mur. Provocation ? Non. Réalité économique. Celle

L'APRES BAC VIENT DE SORTIR CHEZ LES MARCHANDS DE JOURNAUX ET MAISONS DE LA PRESSE (kiosques exceptés)

OUVERTURE JEUDI 15 NOVEMBRE 1979

L'APRES-BAC
guide anti-chômage 1979/80

des formations • des métiers • des débouchés

Si vous ne trouvez pas le guide, écrivez-nous. Je joins la presse inter. Je désire recevoir après-bac. Editions Presse de 15 rue Froichet 75008 Paris. Je joins la somme de 5 F (francs d'envois) par chèque ou par tirage. Nom _____ Prénom _____ Adresse _____ Ville _____



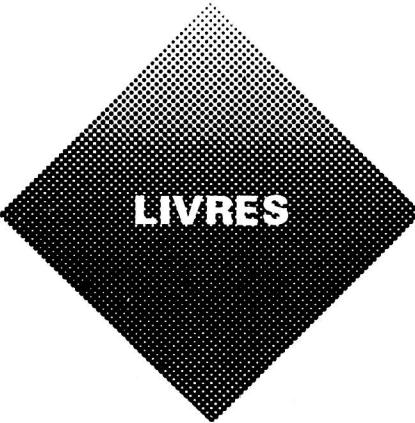
REGARD EN COIN

avec le **28 mm/f 2.0 Vivitar®**

Que votre reflex soit un Canon, un Nikon, un Minolta, un Olympus, un Konica, à baïonnette ou à vis... un quart de tour suffit à lui donner un nouveau regard. Le regard 28 mm Vivitar. Une optique photographique de haute précision programmée par ordinateur. Une très grande profondeur de champ. Une très grande ouverture, pour photographier sans recul, à très grande vitesse et dans les conditions de lumière les plus défavorables... un grand angulaire très compact qui vous fera vraiment regarder les choses sous un autre angle.

Zooms - télés - grands angles - flashes - filtres et agrandisseurs.





LIVRES

SURVEILLER ET PUNIR

Une certaine émotion publique semble accueillir le livre du médecin soviétique Michel Stern, *La vie sexuelle en U.R.S.S.**. Directeur pendant 28 ans d'un service d'endocrinologie en Ukraine, le Dr Stern résume ses expériences sous l'angle suivant : influence du régime politique communiste sur l'équilibre physique et psychique des citoyens soviétiques du point de vue de la sexualité. La conclusion qu'on en dégage est simple : le puritanisme communiste soviétique compromet le double équilibre cité plus haut. Divers témoignages de voyageurs avaient déjà donné à penser que les régimes totalitaires, et particulièrement le régime soviétique, ne sont pas les paradis des amoureux. Sont neufs dans le livre les récits et les détails du praticien qui fut, par ailleurs, en butte aux persécutions administratives du K.G.B.

D'autres témoignages sur d'autres régimes ont révélé le caractère répressif du pouvoir totalitaire : en Chine, il n'y a pas si longtemps, les mariages étaient quasiment contingents et fortement découragés avant la trentaine. Les conditions étaient bien pires encore au Cambodge sous les fusils des Khmers Rouges et l'on ne sait pas ce qu'il faut en déployer le plus : la féroce répression sexuelle ou les répercussions graves des conditions matérielles de vie sur l'équilibre hormonal des Cambodgiennes, qui ne seront certes redevenues fertiles le jour du départ de MM. Pol Pot et Ieng Sary**.

Ces faits sont tous détestables, du point de vue moral autant que médical. Toutefois, ils ne prennent leur pleine signification que si on les replace dans le contexte plus vaste des rapports entre la sexualité individuelle et les groupes sociaux. Le caractère répressif des sociétés ne date pas de l'avènement des régimes totalitaires au sens actuel de ce mot. Témoins les rapports de Sigmund Freud sur les dérangements physiques et psychiques des citoyens de l'ancien empire austro-hongrois, où la répression morale n'était peut-être pas toujours doublée par un appareil policier, mais n'en était pas moins efficace. « Surveiller et punir », pour reprendre le titre d'un ouvrage de Michel Foucault sur les systèmes pénitentiaires, cela a toujours été l'objectif des pouvoirs fortement centralisés.

La biologie nous a par ailleurs appris depuis de nombreuses an-

nées déjà qu'il n'est guère besoin d'un pouvoir politique centralisé et policier pour qu'une société de mammifères réprime et désorganise la sexualité de ses individus : à partir d'un certain degré de surpeuplement, par exemple, des souris mâles ou femelles commencent à souffrir de troubles sexuels caractéristiques, dont la stérilité n'est pas le moindre. Ce serait toutefois du réductionnisme, c'est-à-dire une simplification coupable, que d'expliquer l'hégémonie sociale sur la sexualité dans les sociétés humaines en se basant sur les sociétés animales. Cette hégémonie est bien plus complexe dans les groupes humains, comme l'explique Michel Foucault dans le premier tome de son « Histoire de la sexualité », *La volonté de savoir****. Pour Foucault, la main-mise de la société sur la sexualité ne s'explique pas seulement par une opposition entre le libre-exercice du corps de l'individu et un pouvoir social désireux de contrôler la reproduction des individus : elle s'explique aussi par la conscience de plus en plus grande que la société a de la sexualité. En fait, même dans les sociétés libérales, la psychanalyse freudienne aboutit à une « récupération » de la sexualité humaine par la société. Et dans les sociétés totalitaires l'apparition d'une psychiatrie « normative » témoigne également de la volonté d'intégrer la sexualité individuelle dans la sexualité collective. Mais psychanalyse et psychiatrie n'auraient sans doute pas existé si les sociétés ne s'intéressaient tant à la sexualité.

Le résultat reste sans doute le même : sexualité individuelle contre code social. Mais dès lors qu'on en a pris conscience, il se pose une autre question : à partir de quel moment une société commence-t-elle à pâtir du déséquilibre psychique et physique que son système répressif provoque chez l'individu ? En ce qui concerne le Cambodge, par exemple, cette répression aura amené la nation cambodgienne au bord de la disparition pure et simple, par suite de la réduction catastrophique des naissances. En Occident, par ailleurs, la réduction du taux des naissances semble poser des problèmes plus complexes, mais non moins alarmants, pour des raisons qui semblent exactement opposées. Où se trouve donc le juste milieu ? Nous attendons encore le savant qui nous le dira...

Gérald MESSADIE

* Albin Michel, 55 F, 67 F franco.

** Science et Vie n° 736.

*** Gallimard, 211 p., 27 F, 36 F franco.

ANDRÉE GOUDOT-PERROT

Mémoire innée et Mémoire acquise

Maloine, 149 p., 58 F., 65 F franco

L'acquéreur de ce livre va se trouver bien déçu. Dans les 140 petites pages de ce texte, il n'est guère question de mémoire, si ce n'est pour raconter l'expérience de Pavlov, avec ses chiens salivant à la clochette ou, un peu plus loin, la mémorable — et

dantesque — histoire des Planaires à qui l'on fit manger leurs congénères réduits en bouillie, pour les rendre plus intelligents (ce fut un échec et voilà plusieurs lustres que des générations d'étudiants rappellent cet échec pour meubler leurs questions de cours). Ce livre est en fait l'exposé laborieux d'une sorte de survol de biologie, plus allusif qu'explicatif ou même démonstratif. Piaget y revient de temps en temps entre une invocation à Kant, un bon paquet d'ADN, un peu de sommeil selon Jouvet, de la choline et un zeste d'IMAO. L'auteur n'est évidemment pas biologiste, et surtout pas neurobiologiste. Sa conception des neurones, des synapses, des structures cérébrales, est pour le moins étonnante ; et surtout imprudente, si l'on imagine que des élèves, des étudiants se risquent à une telle lecture, et tentent d'incorporer son contenu, respectant, comme c'est trop souvent le cas, la chose imprimée. Il est en effet dangereux d'inventer une « voie réflexe » subcorticale, allant du thalamus « centre de l'émotion » (sic) aux noyaux striés, voie réflexe qui serait un raccourci pour les influx nerveux lorsqu'un apprentissage étant fait, le cortex n'a plus à participer aux opérations !!! Un mot de trop, de ci, de là, en dit long sur le contenu de ce livre : par exemple, page 82 : « les messages sensoriels passent souvent par des centres de relais avant d'atteindre les centres d'intégration du cortex ! Voilà un « souvent » annonçant donc que ce ne serait pas la règle, qui risque de perturber bien des lecteurs. Comme d'ailleurs, à la même page : « Les vapeurs odorantes qui émanent d'un plat... excitent la membrane olfactive avant même que les papilles du goût soient excitées » ; nos étudiants qui ont appris que les papilles du goût ne réagissent qu'à l'amer, au doux et au salé, pourraient se poser des questions... Il n'est aucun chapitre où l'on ne trouve de telles perles — broutilles, à côté des chapitres culminants du livre. Là en effet, il n'est pas tellement plus question de mémoire, mais l'exposé sur la fonction nerveuse atteint le niveau du canular : ne faut-il pas beaucoup d'humour pour publier dans ce petit livre scientifique sur la mémoire : « Les sensations excessives sont alors interprétées comme « algésiogènes ». Ainsi, par acte réflexe, les paupières se ferment pour protéger les yeux d'une lumière trop vive. On bouche instinctive-

ment le conduit de l'oreille avec les mains pour amortir un bruit trop strident. On se protège du froid trop vif et on évite la trop forte chaleur. « Cette citation est véridique, je ne l'ai pas inventée, elle est imprimée dans le livre. Il y en a beaucoup d'autres du même genre, vous pourriez les trouver facilement ! Mais n'oubliez pas que c'est pour rire.

Dr Jacqueline RENAUD

PIERRE PAPON

Le pouvoir et la science en France

Le Centurion, 320 p., 65 F., 74 F franco

Ecrit par l'un des animateurs de la Commission de la Recherche du Parti Socialiste, cet ouvrage vient fort à propos, en ces temps de réorganisation et de ré-orientation de la Recherche scientifique française. Il est d'ailleurs intéressant de noter que ce livre est pratiquement le seul qui soit paru récemment sur ce grave et important sujet, qui ne fait l'objet d'aucun débat public, comme si l'avenir de la science n'intéressait pas nos contemporains.

Après avoir constaté que la possession des connaissances scientifiques et technologiques représentent un enjeu pour les Etats modernes, Pierre Papon montre quelles furent, jusqu'à ces dernières années, les relations entre la science et le pouvoir en France. De 1954 à 1967, sous l'action des divers gouvernements, la recherche française fondamentale et spécialisée a connu, grâce à des grands organismes comme le CNRS, le CEA, l'INRA, le CNES, un développement considérable qui l'a hissée au niveau international. Par contre, la recherche technologique constituait un échec à peu près total (souvenons-nous du plan calcul, du microscope électronique, de Concorde, de la filière graphite-gaz). Cette recherche technologique visant à faire de la France un pays indépendant, n'a pu être fructueuse en raison de l'absence de corrélation entre la politique technologique et la politique industrielle. L'échec de la politique scientifique française a été, souligne Pierre Papon, « précisément de ne pas concevoir comme un tout l'activité de recherche. Le cloisonnement entre les organismes de recherche d'une part, entre les laboratoires de recherches et les industries d'autre part, la méfiance des industriels à l'égard de la recherche publique (en particulier de la recher-

che universitaire), l'absence totale de larges vues des syndicats de chercheurs qui cachent souvent sous un langage idéologique un solide conservatisme, et enfin, le manque d'imagination des pouvoirs publics après 1969, ont contribué à « balkaniser » la politique de recherche française ». De même, à cette époque, les pouvoirs publics n'ont pas compris à temps que la compétition internationale allait se jouer sur le terrain technologique et que la science permettait justement de se défendre sur ce terrain. Restée sans gouvernement, la recherche est devenue une simple affaire d'administration.

Les réformes de la recherche scientifique actuellement en cours, tendent à rapprocher la recherche de l'industrie en l'axant essentiellement sur des préoccupations industrielles à court et moyen terme (5 à 7 ans). Cette nouvelle orientation de la recherche n'est pas la bonne, selon Pierre Papon, pour préparer l'avenir. La seule politique de recherche valable pour résoudre les problèmes à long terme tels que le renouvellement des sources d'énergie après l'épuisement des sources de combustibles fossiles, consiste à planifier la recherche à long terme, ce qui est évidemment aux antipodes de l'orientation que le gouvernement entend actuellement donner à la recherche scientifique. La position de Pierre Papon évidemment ne surprendra personne. Cependant, elle a le mérite de constituer une excellente base de réflexion.

J. R. GERMAIN

MARIE-JOSÉ JAUBERT

Les bateleurs du mal joli, le mythe de l'accouchement sans douleur

Editions Balland, 49 F., 61 F franco

Il y a eu les luttes pour le droit à la contraception puis pour le droit à l'avortement. L'accouchement, cette étape fondamentale de la vie des femmes, sera-t-il le prochain thème des luttes féministes ? C'est en tout cas le thème du dernier ouvrage de M.J. Jaubert. Selon les statistiques les plus optimistes, celles des partisans de l'accouchement sans douleur (ou ASD), on observe 20 % d'indolisation complète et 63 % d'indolisation partielle. Et encore, on sait qu'il existe de toutes façons un certain pourcentage de femmes — 10 à 13 % — qui accouchent naturellement sans douleur, en dehors de toute préparation.

Ce qui prouverait que seulement environ 7 à 10 % des femmes ont un accouchement sans douleur grâce à la préparation psycho-prophylactique. Admettons aussi que 63 % des autres femmes, pour lesquelles une indolorisation partielle est notée, ont bénéficié d'un accouchement un peu amélioré grâce à la préparation (mais comment le savoir ?), il est évident que la méthode psycho-prophylactique est loin de tenir ses promesses.

Il y a donc abus de langage lorsqu'on surnomme la méthode « accouchement sans douleur » et lorsqu'on prétend supprimer totalement les manifestations douloureuses de ce phénomène. Il n'empêche qu'effectivement, certaines techniques respiratoires et certaines techniques de contrôle permettent de dominer en partie dans certains cas les réactions naturelles. Si l'ASD était une technique très élaborée visant effectivement, comme le yoga, à une maîtrise parfaite, les résultats en seraient sans doute meilleurs. Mais tel qu'il est diffusé et pratiqué, l'ASD est plutôt une technique de discipline. L'accouchement est devenu un examen : « La femme qui abordera l'accouchement dans une attitude passive d'attente et de soumission souffrira ». La femme est rendue responsable de son propre échec, de sa propre douleur.

Sophie SEROUSSI

Dictionnaire Marabout de la médecine

Marabout, 2 vol., 42 F, 54 F franco

L'« engouement » n'est pas seulement un enthousiasme obsessionnel, mais aussi l'obstruction d'un conduit naturel. Et l'acide nicotinique n'a rien à voir avec le tabac, c'est la vitamine PP. Voilà deux notions entre quelque 6 000 autres que l'on pourra préciser en consultant cet excellent dictionnaire de poche qui vient de paraître. C'est, en fait, un abrégé du grand Dictionnaire en 7 volumes déjà publié par Marabout et qui était une traduction de l'excellente « Sesam Medische Gezinencyclopédie » allemande. Son grand intérêt provient autant de sa clarté que de l'originalité et de la variété des entrées. L'abcès chaud et l'abcès froid ont chacun droit à une entrée, par exemple. Les renvois d'un article à l'autre sont faits avec rigueur et chaque pathologie est suivie d'un paragraphe de conseils pratiques sous le titre « Que faire ? ». Bravoh !

G. M.

Livres reçus

René-Pierre Audras : *Les vingt meilleures chiens de garde*

Daniel Peyraud : *Les moutons*

Robert Longechal : *Menuiserie : assembler*.

Louis Giordano : *Créer un potager*

Collection Dargaud « La vie en vert » — Rustica 96 p., 15 F, 22 F franco

Tous les ouvrages de cette collection : « La vie en vert » s'intéressent à la vie campagnarde. Ils sont présentés simplement et agréablement. Leurs titres disent à qui ils s'adressent.

Donald Watson : *Les maisons solaires*

Editions l'Etincelle, 265 p., 79 F, 91 F franco

Écrit et illustré par un architecte américain, ce livre expose les principes du chauffage solaire des bâtiments d'habitation et les différentes conceptions de maisons solaires et les systèmes qui permettent de capter les rayons sur une très grande surface. De nombreux exemples pratiques appuient des explications théoriques simplifiées.

R. Newton Mayall — Margaret Mayall : *Observation du ciel*

Petit Guide Hachette, 160 p., 12 F, 19 F franco

L'astronomie aux amateurs : comment utiliser l'équipement qui servira à connaître le ciel. Présentation : rapide et succincte ; un livre agréable et facile à consulter.

Jacques Dassié : *Manuel d'archéologie aérienne*

Technip, 376 p., 250 F, 267 F franco

Résultat de prospections conduites par Jacques Dassié, à la fois pilote, photographe et prospecteur, ce livre scientifique d'archéologie aérienne passionnera les amateurs de sites archéologiques. Les terrains étudiés principalement dans les régions de Poitou-Charente, Saintonge et pays d'Aunis, sont photographiés abondamment : les résultats sont très spectaculaires. Se baser uniquement

sur les vues aériennes, pour déterminer un site archéologique, est nettement insuffisant, le travail sera complété par des fouilles systématiques. Cet ouvrage de présentation luxueuse, dans ce domaine très précis, apporte une vision originale des sites historiques.

Leonard Ginsburg : *Les vertébrés ces méconnus*

Hachette, 222 p., 49 F, 58 F franco

Quelques principes de recherche et preuves d'existence des vertébrés primitifs introduisent un passage bien vulgarisé sur les théories de l'évolution. Chaque famille de vertébrés est largement analysée dans le contexte général de ces animaux. Quelques dessins détaillés, mais trop peu nombreux, agrémentent cette étude.

Guy Devos : *Voyage à travers les deux infinis*

224 p. En vente uniquement à : Rossel, 134, rue Royale, 1000 Bruxelles. Tél. (02) 219.41.90.

Un excellent panorama de la physique et de l'astronomie contemporaines, illustré de nombreux dessins et rappelant beaucoup, par simplicité du ton, ce chef-d'œuvre de vulgarisation que le grand physicien George Gamow avait réussi il y a déjà longtemps et qui s'appelait « Un, deux, trois... l'infini ». Devos n'hésite pas à aborder des notions aussi difficiles que celle de spin isotopique ou d'« étrangeté » et il ne s'en tire pas trop mal ; il s'en tire souvent même très bien.

Dominique Laplane : *Le bonheur est-il pour les imbéciles?*

Fayard, 275 p., 45 F, 54 F franco

Sous ce titre agressif, un professeur à l'Université Pierre-et-Marie Curie nous livre ses réflexions sur l'éducation, l'euthanasie, la sexualité, l'avortement, la peine de mort... Tout cela en quelques pages... C'est dire qu'il va vite et c'est également dire qu'on peut le lire vite. Nous avons trouvé un peu bizarre qu'un professeur d'université déclare : « Il est des recherches que la science doit se refuser de faire parce qu'elles sont immorales... La recherche est raciste dans sa racine. »

● *Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science et Vie. Utilisez le bon de commande p. 177.*

Une fortune sous vos pas?



*En direct des U.S.A.
le détecteur
des chasseurs de trésors.*

En France, plus encore qu'aux U.S.A. notre sol est riche en vestiges historiques. Voilà pourquoi nous vous proposons en direct des U.S.A. le PRO2, un détecteur puissant et perfectionné qui vous permettra de découvrir dans le sol ce que vos yeux ne peuvent pas voir : pièces, bagues, armes anciennes. Renseignez-vous. Ce nouveau loisir passionnera tous ceux qui veulent donner un but à leurs promenades.

Nous recherchons des distributeurs et représentants régionaux.

Détecteur A.H. PRO
JRM Electronics B.P. N° 2
Urmatt 67190 F Tél. [88] 97.47.92

Demande de documentation

Nom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

CANON AE 1

Format 15 x 21 cm
136 p. dont 16 en couleurs
35 F Franco : **42 F**



OLYMPUS OM 1 - OM 2

Format 15 x 21 cm
208 p. dont 16 en couleurs
38 F Franco : **47 F**

Ces deux livres réalisés par l'équipe de rédaction de PHOT'ARGUS sont des véritables manuels d'utilisation, les seuls existant actuellement sur le marché.

Ils permettent de connaître toutes les finesses de manipulation et donnent les détails sur l'ensemble des objectifs et accessoires.

BON DE COMMANDE

M. _____

adresse _____

désire recevoir le livre

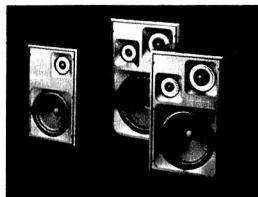
CANON AE 1 OLYMPUS OM 1 - OM 2
au prix franco de **42 F** au prix franco de **47 F**
et joint son règlement de F _____

à l'ordre des

EDITIONS V.M. (C.C.P. 17081 41 Paris)
3, place du Général-Catroux - 75017 Paris

Informations commerciales

UNE EVOLUTION VERS L'IMPEDANCE DE 8 OHMS : HEKO



L'un des leaders Outre-Rhin présente une série d'enceintes de trois modèles, la série « PRO-FITON » en 8 ohms d'impédance.

Les références PT 360, PT 370 et PT 380.

Cette série a de nombreux atouts :

- puissances de 40 à 60 Watts. C'est le créneau des chaînes de 4 à 6 000 F ;
- dimensions réduites, 36 à 46 cm de hauteur ;
- tweeter et médium à dôme. Les composants HEKO jouissent d'une excellente renommée en FRANCE ;
- esthétique soignée ;
- livrées avec cordons ;
- très bonne qualité sonore ;
- et leur prix public de 783 à 1 086 F T.T.C.

AVEC LES MODULES DE BRAUN

Avec les modules de BRAUN : possibilités accrues pour les « compositeurs de Hi-Fi ». Tuner, ampli et platine-cassettes — pierre sur pierre même sans « tour ».

Avec les nouveaux modules extra-plats mis au point à partir de la technique du « système studio » (RS 1 / RA 1 / PC 1) qui a remporté un grand succès, BRAUN répond aux désirs des individualistes parmi les amateurs de Hi-Fi. Ceux qui désirent composer eux-mêmes leur chaîne stéréo jusque dans les moindres détails vont encore avoir davantage de possibilités de variation à l'avenir : deux tuners de catégorie différente et deux versions d'ampli-préamplis à puissance de sortie et équipement différents laissent le choix entre de nombreuses combinaisons.

C'est ainsi que l'on peut combiner le nouveau tuner TS 501 à synthétiseur et le « petit » ampli-préampli A 301 souvent suffisant pour en faire une chaîne complète, ou monter le puissant ampli-préampli A 501 de 2 x 75 Watts avec le tuner T 301 comme module de réception — un appareil exécuté en « technique analogue » sans synthétiseur mais dont les caractéristiques sont également excellentes.

La famille des modules BRAUN est complétée par la nouvelle platine-cassettes Hi-Fi C 301 et les platines-disques Hi-Fi PDS 500 et 550 S.

UN « PETIT GRAND » ZOOM

100 à 200 mm, c'est déjà évoluer vers les focales assez longues, mais mesurer 141,5 mm de long pour ces focales, c'est être petit ! Le nouveau zoom SIGMA 100-200, 1 : 4,5 présente un rapport possibilités/encancombrement intéressant en complément d'un zoom « grand angle » (39-80 ou 35-105) ou même d'une focale normale.

Spécifications techniques :

Focale : 100 à 200 mm

Ouverture : 1 : 4,5 à 1 : 22

Formule optique : 10 lentilles en 6 groupes

Angle de champ : 24 à 10°

Rapport de reproduction : 1/4,5

Mise au point minimale : 0,58 m

Ø filtre : 55 mm

Dimensions : Ø 63 mm x 141,5 mm

Poids : 560 grammes.

Ce nouveau zoom est disponible en monture fixe pour la quasi-totalité des boîtiers 24 x 36 reflex, et en monture interchangeable.

PHOTO

**QUI L'EUT CRU ?
NIKON ATTAQUE LE MARCHÉ DES REFLEX
« TRÈS GRAND PUBLIC »**

Dans quelques semaines Nikon mettra sur le marché français un nouveau reflex 24 x 36 qui possède quatre caractéristiques essentielles :

- il est compact : moins de 600 g avec objectif 1,8/50 mm,
- il est le point de départ d'un nouveau système avec ses objectifs et ses accessoires, mais ce système reste compatible avec les autres matériels Nikon (notamment les objectifs AI),
- il est automatique et reçoit un moteur,
- il est de prix modéré. Quoique les tarifs ne soient pas encore fixés, on peut indiquer que le Nikon EM avec objectif 1,8/50 mm atteindra 1800 F, prix relativement peu élevé pour un modèle automatique.

Le Nikon EM s'adresse aux amateurs. A cet effet, il est d'une extrême simplicité d'emploi : l'opérateur affiche un diaphragme et la cellule règle l'obturateur électronique entre 1 seconde et 1/1000 s. Un signal sonore indique les réglages limites : 1/1000 s dépassé (donc risque de sous-exposition) et vitesse plus lente que 1/30 s atteinte (donc obligation de changer de diaphragme ou d'employer un pied ou un flash).

Le Nikon EM s'intègre au système E, le boîtier pouvant recevoir un moteur (MD-E), des objectifs interchangeables série E et des accessoires (pour l'installant un flash électronique, le SB-E).

Le moteur Nikon MD-E est l'un des plus légers du marché. Il permet aussi bien le vue par vue que les rafales, obtenues de la seule commande de déclenchement de l'appareil. La fréquence atteint 2 im/s. Une diode lumineuse clignote lors de l' entraînement. En fin de film, le moteur s'arrête automatiquement et le voyant reste allumé. Le flash Nikon SB-E Speedlight a un nombre guide de 17 % ASA. Il suffit de le glisser dans la griffe à contact direct du EM, l'appareil étant réglé sur Auto, pour pouvoir prendre en toute confiance, au flash, des photos parfaitement exposées. La vitesse de synchronisation du



flash se règle automatiquement au 1/90 s. La sensibilité en indices ASA du film et l'ouverture sont intégrées automatiquement par le circuit électronique du flash SB-E. Pour des distances de 0,6 m à 3 m, il suffit au photographe de surveiller le témoin de recyclage dans le viseur pour s'assurer d'une exposition correcte.

Une gamme d'objectifs très compacts, la série E, a été conçue pour le Nikon EM. L'objectif 1,8/50 mm en fait partie. Outre cet objectif standard, la série E

comporte un 2,5/35 mm et un 2,8/100 mm. De plus, tous les objectifs Nikkor AI ou modifiés AI sont utilisables avec le bénéfice de la présélection automatique du diaphragme et du posemètre.

Les principales caractéristiques du système EM sont les suivantes :

Boîtier Nikon EM — Obturateur métallique à translation verticale et à commande électronique. Vitesses variables de 1 s

au 1/1 000 s. Vitesse mécanique : 1/90 s. Pose en un temps. Retardateur. Viseur reflex avec dépoli de Fresnel, stigmomètre central, anneau de microprismes et cercles de 12 mm de diamètre délimitant le champ de la prépondérance du posemètre. Posemètre au silicium réglant la vitesse d'obturation. Possibilité de programmer une correction correspondant à deux vitesses. Mise sous tension en appuyant à mi-course sur le déclencheur. Sensibilités : 25 à 1 600 ASA. Dimensions : 13 x 9 x 5 cm environ et 460 g nu.



Moteur MD-E — Dimensions : 13 x 3 x 4,5 cm environ. Poids : 185 g. Permet la vue par vue ou la rafale à 2 im/s maximum. Alimentation avec 6 piles de 1,5 V. Utilisable en automatisme de 1 s au 1/1 000 s et en manuel sur 1/90 s.



Flash Nikon SB-E — NOMBREUSEMENT 17% ASA. Couvre le champ d'un 35 mm. Temps de recyclage de 9 s. Fonctionnement automatique sur le 1/90 s. Alimentation : 4 piles de 1,5 V assurant une autonomie de 80 éclairages (piles alcalines). Poids : 130 g.

PHOTO

CANON, PENTAX ET LES AUTRES : UNE NOUVELLE COLLECTION D'AUTOMNE

Durant l'été ou en septembre, de nouveaux 24 x 36 automatiques à visée reflex vont faire leur apparition sur notre marché. Le Nikon EM déjà présenté dans ces colonnes sera sans doute le premier. Il sera suivi très vite par le Canon AV-1, compact automatique.

L'AV-1 complète la gamme A de Canon qui compte déjà l'A-1, l'AT-1 et l'AE-1. Mais contrairement à ces appareils, l'AV-1 possède un automatisme par réglage de l'obturateur et non plus du diaphragme. Comme le Nikon EM, le Canon AV-1 reçoit un moteur d'entraînement (type A) et un flash électronique (Speedlite 155 A ou 199 A). Il utilise la gamme classique des objectifs FD de Canon.

L'automatisme est commandé par une cellule au silicium. Celui-ci effectue une mesure à pleine ouverture sur tout le champ de visée, après mise sous tension en appuyant légèrement sur le déclencheur. L'obturateur est à commande électronique et procure les vitesses de 2 s au 1/1 000 s. Une correction de 1,5 indice de luminosité peut être programmée.

Les autres caractéristiques du Canon AV-1 sont les suivantes : échelle des vitesses seulement visible dans le viseur, visée reflex avec stigmomètre et anneau de microprismes, rideaux de toile classiques, synchronisation au flash sur le 1/60 s (contact dans la griffe pour accessoires), boîtier mesurant environ 14 x 8,5 x 5 cm et pesant 490 g. Le moteur A permet la prise vue par vue ou en rafale à la cadence de 2 im/s.

D'autres 24 x 36 reflex sont annoncés pour la fin de l'année. Tout d'abord, un modèle Pentax de la série M qui comportera le double système de priorité (du diaphragme et de la vitesse). Aucune autre caractéristique n'a été donnée pour l'instant. Topcon proposera le RM-300, reflex compact recevant des objectifs avec la baïonnette K de Pentax et un moteur. Les autres caractéristiques sont celles du modèle RE-300.

Ricoh, enfin, a réalisé le KR-5, également à baïonnette K Pentax. Ses caractéristiques essentielles sont les suivantes : objectif standard Riconar 1:2,2 de 55 mm, obturateur du type fo-

cal métallique, visée réflexe avec stigmomètre, retardateur.

PHOTO

NOUVEAU FILM INSTANTANÉ KODAK

Dans quelques semaines, le nouveau film Kodak pour la photo instantanée sera commercialisé en France (il l'est actuellement aux Etats-Unis). Par rapport à l'émulsion actuelle, deux améliorations ont été apportées : diminution de moitié du temps qui permet à l'image d'apparaître (environ 2 minutes au lieu de 4), et amélioration des couleurs et de la finesse (cette dernière grâce à une réduction de moitié des couches sensibles). Les couleurs dont le rendu est meilleur sont les bleus, les verts et les gris.

PHOTO

24 x 36 COMPACT A FLASH INCORPORÉ

Voici un nouvel appareil photo de très faible volume, le Topcon 135 EE. C'est un modèle automatique, équipé d'un flash électronique incorporé. Une cellule au sulfure de cadmium située au-dessus de l'objectif commande le réglage d'un programme de 1/30 s à 1:2,8 jusqu'au 1/250 s à 1:22. L'objectif est un Topcor 2,8/40 mm à 4 lentilles.





LE DISQUE NUMÉRIQUE SERAIT-IL DÉJÀ CONDAMNÉ PAR MANQUE DE STANDARDISATION ?

A plusieurs reprises, nous avons présenté dans Science et Vie les techniques d'enregistrement des images ou du son en modulation par impulsions codées (M.I.C.). Le mois dernier, nous annoncions le lancement d'un tel disque, à titre expérimental, dans une ville américaine. Cette première commercialisation a été faite par Magnavox, filiale de Philips, pour un disque haute fidélité.

Il y a quelques semaines, Philips à Eindhoven annonçait officiellement la réalisation de son procédé, le Compact Disc, disque de 11,5 cm lu par laser.

Nos lecteurs connaissent déjà le Compact Disc que nous avons succinctement décrit dans notre numéro de septembre 1978. A l'époque, Philips ne donnait aucune indication sur la fiabilité du système à laser et sur les conditions de commercialisation. Aujourd'hui, le même communiqué de presse ne comporte pas plus de précision. A Eindhoven même, les réponses aux questions ont été fort évasives.

La commercialisation serait pour l'an prochain. Le prix du 11,5 cm compte tenu de la durée d'enregistrement, serait celui d'un disque 33 tours actuel. Tout cet amas de « conditionnels » commence à nous poser des problèmes d'information.

La stratégie commerciale des grandes firmes est sans doute un domaine réservé portant le

panonceau « keep out ». Est-ce une raison suffisante pour qu'au-delà de cette prudence économique sans doute justifiée, une firme comme Philips refuse systématiquement de répondre aux moindres questions concernant la technologie d'un matériel qu'elle s'honneur d'avoir mis au point ?

A la vérité on voit mal un lancement à grande échelle du Compact Disc sans une certaine standardisation. Or actuellement, un disque similaire chez les Japonais mesure 30 cm de diamètre (Pioneer notamment). Il en existe aussi aux Etats-Unis. RCA, en particulier, a annoncé à la Photo Marketing de Chicago la réalisation d'un disque numérique de 30 cm de diamètre. D'autre part, la haute fidélité sur disque numérique va bouleverser le marché traditionnel du disque et des matériels sonores. Il est évident que l'implantation d'une nouvelle technologie pose dans ce cas de graves problèmes.

DES PETITES ENCEINTES « DIRECT REFLECTING »

Les petites dernières de la gamme d'enceintes grand public Bose, les 301, possèdent deux haut-parleurs placés de façon asymétrique : celui des graves disposé sur la face avant de l'enceinte et celui des aigus dirigé sur le côté, formant un angle avec le mur longitudinal de la pièce.

Cette conception asymétrique provoque une forte proportion de sons renvoyés, aux fréquences élevées, par réflexion des sons sur les murs latéraux de la pièce d'écoute qui jouent alors le même rôle que les parois du podium d'orchestre dans une salle de concert. Grâce à la technique du « Direct Reflecting » (Voir S. et V. n° 737) ainsi reconstituée et à ses nouveaux tweeters, on obtient une localisation précise des divers instruments de musique sur toute la largeur du mur où les enceintes sont placées et une excellente définition des aigus. De plus, pour éviter tout problème de synchronisation entre l'aigu et le grave, Bose a conçu un nouveau filtre répartiteur. On obtient ainsi une richesse étonnante de timbres musicaux, et une restitution sonore d'une amplitude peu commune. Chaque Bose 301 est, de surcroît, équipé d'un petit volet réglable, « l'acoustivar » qui permet de doser la proportion de sons directs et sons réfléchis aux fréquences moyennes et aiguës selon la disposition de la pièce et le type de musique que l'on diffuse. S'il n'existe pas de murs réfléchissants à proximité de l'enceinte ou si le mur est garni d'un matériau absorbant, ce volet permet de renvoyer vers l'auditeur une quantité suffisante de sons aux fréquences élevées. Le spectre sonore reste ainsi équilibré et la reproduction des timbres musicaux fidèle. Prix : 1190 F chacune.

● ● Les films Sakura (fabriqués par Konishiroku au Japon) font leur entrée sur le marché français. Ce sont les Sakuracolor de 100 et 400 ASA (négatifs en couleur) et Sakura chrome de 100 ASA (inversible en couleur).

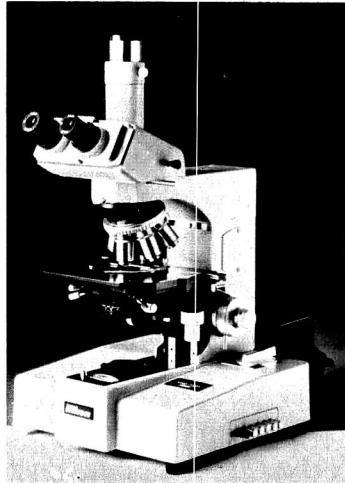
MICROSCOPES SANS ABERATIONS CHROMATIQUES

La firme japonaise Nikon a conçu une nouvelle gamme de microscopes dont les optiques représentent un important progrès sur les systèmes traditionnels. Sur ces appareils, toute aberration chromatique est supprimée sans qu'il soit nécessaire, comme sur les microscopes conventionnels, d'apporter une compensation sur l'oculaire. Ces nouveaux objectifs, de type CF, procurent un champ effectif de 100 % sans déformations ni colorations sur les bords, même avec des oculaires ultra grand champ ; une observation précise et des images photographiques très lumineuses et piquées ; une restitution fidèle et sans halo des couleurs d'origine.

Le premier microscope équipé de ces objectifs est le **Biophot**.

A l'exceptionnelle qualité de ses objectifs, le Biophot associe un ensemble complet des techniques nécessaires à la recherche médicale et biologique. L'orientation du revolver est spécialement étudiée pour éviter tout endommagement des objectifs par la respiration de l'utilisateur.

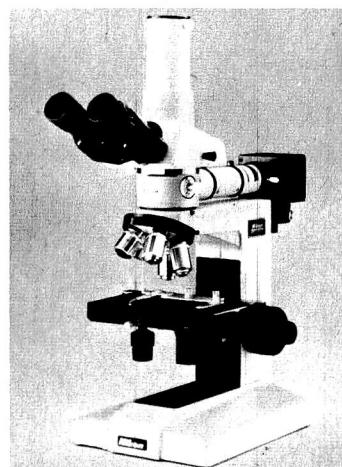
Pour la prise de vue, un tube trinoculaire reçoit les dispositifs microphotographiques Microflex manuel et automatique dans tous les formats du 24 x 36 mm au 4 x 5 pouces Polaroid.



Les grossissements du Biophot s'échelonnent de 10 X à 1500 X. Ses autres caractéristiques sont les suivantes : revolver à 6 objectifs, platines : rectangulaire à mouvements croisés 75 mm x 50 mm circulaire graduée, éclairage par dispositif de Koehler à lampe aux halogènes 12 V-100 W.

La gamme Nikon comprend encore quatre autres microscopes :

Optiphot XP : il a été développé pour répondre aux demandes des chercheurs et des responsables de production. Ses applications couvrent tous les



secteurs d'activités industrielles : électronique, métallurgie, textile, chimie, plastique.

Doté des nouvelles optiques CF, l'Optiphot offre toutes les possibilités existantes en lumière réfléchie. Il est équipé du dispositif microphotographique Nikon HFM. Il autorise des grossissements 25 X à 1500 X.

Fluophot : cet autre microsco-

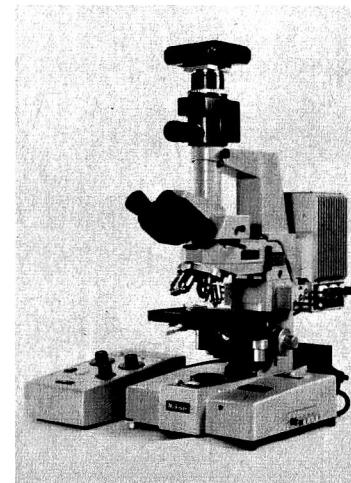


pe est conçu pour la recherche en fluorescence. Indépendamment de son utilisation selon les méthodes conventionnelles (fond clair, fond noir, contraste de phase, contraste interféren-

tiel-différentiel selon Nomarski) le Fluophot permet de travailler soit en fluorescence par lumière transmise, soit en épi-fluorescence.

Doté d'une série d'objectifs UV-F à immersion à la glycérine, le Fluophot répond aux exigences de la recherche en épi-fluorescence. Ses objectifs qui ont une ouverture numérique élevée, bénéficient d'un pouvoir séparateur exceptionnel. L'image est lumineuse et les détails précis même en lumière fluorescente faible, grâce à une forte transmission des rayons UV.

Un miroir dichroïque ne laisse passer que la lumière d'une



longueur d'onde supérieure à la lumière d'excitation émise par le spécimen, ce qui garantit une image claire et un contraste élevé.

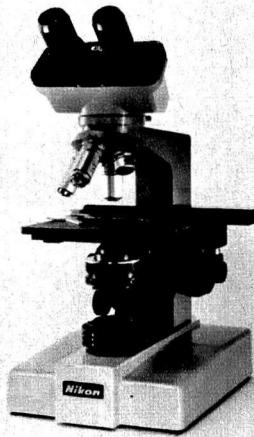
L'adoption de filtres interférentiels comme filtres d'excitation, permet de sélectionner la plage de lumière d'excitation qui convient au spécimen.

Le grossissement s'échelonne de 10 X à 1500 X.

Labophot : microscope étudié pour un usage intensif. Il est de construction rigide et robuste et convient particulièrement pour tous travaux cliniques ainsi que pour les études pathologi-

ques. Comme les modèles les plus prestigieux de la gamme Nikon, le Labophot reçoit la nouvelle génération d'optique CF. Le grossissement va de 5 X à 1 500 X.

SC Nikon : c'est le dernier de la nouvelle gamme. Il a été étudié dans le but de répondre à la demande croissante d'utilisateurs ayant besoin d'un instrument simple, robuste, mais possédant une luminosité excellente.

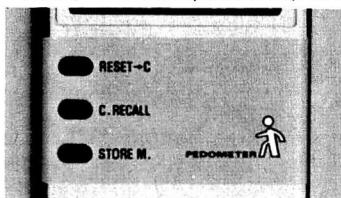


te ainsi qu'une qualité optique irréprochable. Il est très adapté pour tous travaux de laboratoire ou d'enseignement. Grossissement de 40 X à 1 000 X.

ELECTRONIQUE

CETTE CALCULATRICE COMPTE AUSSI LES PAS !

Cette calculatrice de poche est aussi un podomètre. La CX 7250 H de Sanyo, a en effet une double fonction : elle compte le nombre de pas et calcule la distance parcourue tout en étant capable d'effectuer des additions, des soustractions, des divisions, des multiplications, des



calculs d'escompte, de pourcentages, de TVA et des calculs en chaîne. Prix : 395 F hors taxes, en vente chez les revendeurs de la marque à partir de début mai.

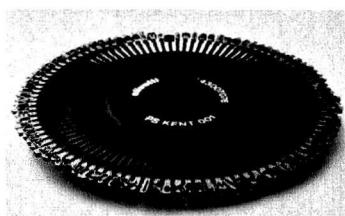
BUREAU

ELLES AFFICHENT CE QU'ELLES TAPENT ET... ...MÉMORISENT VOS SALUTATIONS



...MÉMORISENT VOS SALUTATIONS

Olivetti lance sur le marché deux nouvelles machines à écrire électroniques ET 201 et ET 221. Aux dires du fabricant, par l'automatisation des travaux les plus routiniers et répétitifs, elles libèrent la secrétaire des tâches les plus monotones.



L'une des caractéristiques principales de la ET 221 est l'écran de visualisation de 20 caractères. Placé au-dessus du clavier, il guide constamment la secrétaire dans son travail. L'affichage des mots en vert par diodes électroluminescentes permet de les corriger avant l'impression. La ET 201 possède, elle aussi, un dispositif de visualisation mais de 2 caractères seulement, qui indique le nombre de caractères manquant pour la fin de la ligne, le nombre de lignes manquantes pour la fin de la page, le type d'écriture utilisé. Les deux modèles sont dotés d'une capacité de mémoire qui, avant l'apparition de la machine à écrire électronique, était réservée aux systèmes de traitement de textes. Une mémoire conserve tous les caractères frappés au clavier et rend ainsi possible la correction automatique sur la ligne en cours de

réalisation et sur la ligne précédente. Une autre mémoire permanente a une capacité de 1 024 caractères. Elle est réservée à la mémorisation des phrases habituelles telles que les formules de politesse ou de programmes de mise en page permettant l'établissement automatique de formulaires usuels. La machine peut également mémoriser des instructions sur les débuts ou les fins de texte et jusqu'à trois séquences de tabulations différentes. En outre, il est possible de choisir entre quatre types d'espacements (pica, élite, micron et proportionnel), et cinq types d'impressions (y compris l'impression inversée blanc sur noir et l'impression renforcée en gras). Les deux modèles assurent également une justification automatique à droite. Du fait de la disponibilité sur les claviers nationaux de signes supplémentaires, existant dans les alphabets étrangers, on peut passer d'une langue à l'autre sans avoir à changer d'éléments d'écriture. Le système porte-caractères choisi est une « marguerite » à 100 pétales plus silencieuse, plus précise et plus rapide que les systèmes à boules. Prix : de 10 000 à 12 000 F.

MICRO POUR SUPER 8

Pour ses caméras sonores XL 8 Macro et XL 12 Macro, Rollei propose un microphone de qualité, directionnel, le TS-1. Il s'agit d'un modèle à condensateur, très sensible (63 dB/microbar à 1 000 Hz). Il se relie par câble à la caméra. La caractéristique directionnelle de ce micro permet au cinéaste d'enregistrer une source sonore en éliminant les bruits parasites qui ne se trouvent pas dans l'axe de la prise de son.

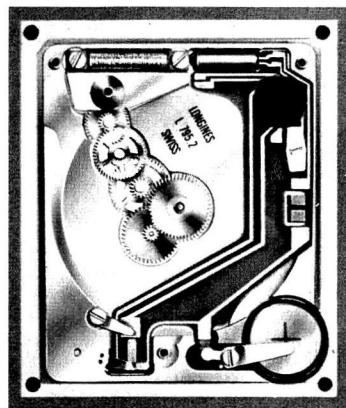
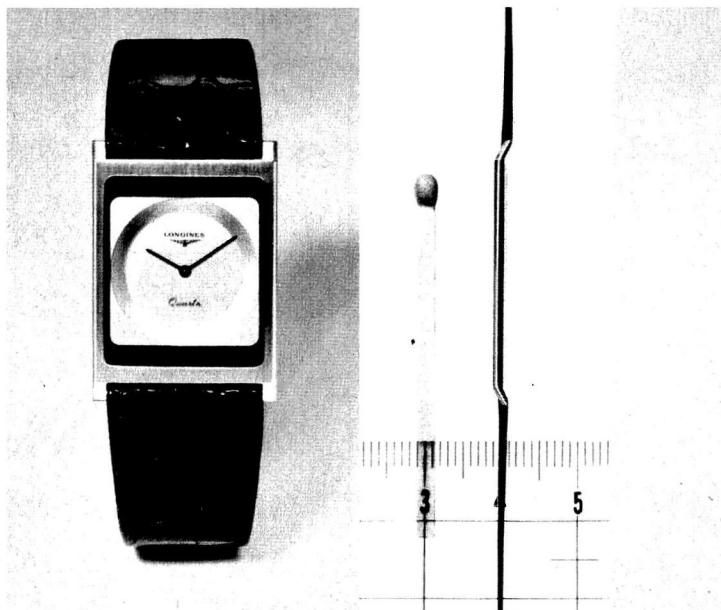
ELECTRONIQUE



LA PAYE APPRIVOISÉE

Avec la Sharp Système 4520, la réalisation de la paye devient accessible à tous. Par son écran alpha numérique, la machine converse avec l'opérateur. Son programme se déroule et indique au fur et à mesure à l'utilisateur la marche à suivre rubrique après rubrique. Tandis qu'une bande imprimante grande de largeur (68 mm) affiche le résultat des opérations jusqu'à 100 utilisations possibles. D'autre part, sa capacité programme 4 096 instructions par cassette interchangeable, lui permet d'automatiser toutes les formes de paies existant en France. Enfin sa capacité de 117 mémoires autorise la conservation de toutes les constantes nécessaires, la totalisation de l'ensemble des rubriques de la paie, éventuellement ventilées pour la comptabilité analytique. L'ensemble mémoires et programmes est protégé contre toute coupure de courant. Prix 7 900 F H.T.

ENCORE UNE EXTRA-PLATE



Après l'Espéda Quartz d'Eterna (voir S. & V. n° 738), Longines annonce, à son tour, la sortie d'une montre à quartz qui ne mesure que 1,98 mm d'épaisseur.

Entièrement mise au point en Suisse, elle aussi, la Longines Quartz 795 intègre totalement le mouvement à quartz et le boîtier. Les ponts et platine traditionnels ont disparu. Les composants de la montre sont logés dans l'envers du cadran et le fond de la boîte. Un espace de 0,25 mm est réservé au train de roues entraînant les aiguilles. À l'inverse de ce que l'on trouve dans les montres à quartz de fabrication classique, les composants électroniques

(C-MOS/M.E.M.) sont disposés au-delà du chemin parcouru par l'extrémité des aiguilles. Celles-ci peuvent ainsi évoluer dans une dépression à côté de la pile, du quartz, (fréquence 32 768 Hz) et du moteur type pas à pas. La pile à oxyde d'argent (diamètre 6,8 mm, hauteur 1,1 mm) assure une autonomie de marche d'une année, cette nouvelle montre ne consommant guère plus d'un microampère. De plus, la Longines Quartz 795 n'a pas de remontoir. Un poussoir à fonctions programmées, dissimulé en creux sous la montre, permet de faire avancer les aiguilles. Prix : 2 400 F (boîtier or 18 carats).

UNE PATINOIRE SYNTHÉTIQUE EN POLYÉTHYLÈNE

La piste plastique Glice, mise au point par la Société Française de Développement des Sports glissants (18, avenue de Jonchère, 78170 St-Cloud) se substitue aux patinoires traditionnelles en glace artificielle. Elle est constituée de panneaux standard préfabriqués en usine et réversibles.

Ainsi après plusieurs années d'utilisation, ces panneaux peuvent être retournés mettant ainsi à la disposition des pratiquants, une nouvelle piste en parfait état de fonctionnement (la durée minimum d'utilisation d'une face est de 7 ans). Chaque panneau (800 x 600 x 33 mm) comprend un contreplaqué multiplis en bouleau de Finlande, d'une très haute résistance, recouvert sur ses deux faces d'une plaque en polymère d'éthylène de haute densité.

Spécialement élaborées pour un usage patinoire et teintées bleu glace naturel dans la masse, ses faces de glissement résistent à l'abrasion et aux poin-

connements des patins. Les multiples possibilités d'assemblage de ces panneaux permettent la réalisation de surfaces de toutes tailles et de toutes formes, depuis quelques mètres carrés jusqu'aux dimensions olympiques. Les surfaces synthétiques ainsi conçues sont à la fois propres au patinage et à la pratique de sports de salle tels que le volley-ball, le basket et le tennis. D'une utilisation très simple et peu coûteuse, tanti pour la pose, l'installation que pour l'entretien, cette piste plastique revient 4 fois moins cher qu'une patinoire traditionnelle à régénération continue en glace. Prix : 500 F environ le m² HT, garantie 4 ans.

UN RADIO-RÉVEIL AUTONOME

Hanimex propose un radio-réveil alimenté par piles, le Time Kit, qui peut ainsi être emporté en voyage. Cet appareil fait appel à un montage électronique à quartz à affichage numérique et à la miniaturisation des composants radio.

Ce réveil, très complet, donne l'heure grâce à un affichage à cristaux liquides. Comme les plus perfectionnés, il est équipé d'une minuterie qui permet d'être réveillé, soit par l'écoute de la radio, soit par une sonnerie avec signalisation du mode de réveil choisi à l'affichage. Le réveil par sonnerie est pourvu d'un système de répétition sept minutes après le premier signal et ceci sept fois de suite. La partie radio reçoit les grandes ondes avec possibilité d'arrêt programmable de 1 à 59 minutes. Prix moyen : 300 F. Alimentation : 2 piles de 1,5 V.

ELECTRONIQUE

LE PREMIER ORDINATEUR DONT TOUS LES PROGRAMMES SONT CONSACRÉS AUX JEUX

Intéressante nouveauté de l'électronique au service du jeu : le Micromat de Stellar Electronique (Z.I. du Carré - 06130 Grasse). C'est le premier mini-ordinateur universel de grande puissance dont la vocation de base est le jeu. Présenté sous la forme d'un seul boîtier compact (38 x 22 x 7 cm), il a été conçu et construit autour du microprocesseur ZILOG Z-80 (8 bits - 2 MHz - 158 instructions).

Il permet de jouer à plusieurs jeux tant stratégiques ou tactiques (morphon, dames, bridge, etc.) que dynamiques (atterrissement lunaire, guerre des étoiles, etc.) reliés à un écran de télévision tout comme il peut accepter des cartouches comportant des programmes de jeux très élaborés, (échecs, Go), des programmes sur bandes magnétiques (cassettes standard) ou disques 45 tours grâce à des interfaces d'entrée et de sortie magnétophones ou électrophones. La variété et la complexité de ces programmes ne sont limitées que par leur longueur qui doit être compatible avec la taille mémoire disponible à l'intérieur de l'appareil. Le Micromat est fourni, déjà équipé d'une importante mémoire vive. Trois supports internes et le logiciel adéquat permettent de quadrupler cette capacité. A titre de comparaison, le Micro-ordinateur d'échecs le plus per-

formant à ce jour, possède deux fois moins de programmes et quatre fois moins de mémoire. Cet appareil possède également la faculté de mémoriser les différentes étapes du déroulement d'une partie et d'enregistrer ultérieurement celle-ci sur magnétocassette. Par exemple, toute une partie d'échecs peut être reportée sur bande magnétique, permettant de reprendre par la suite la partie

ou de la communiquer à un éventuel partenaire. De plus, l'utilisateur peut dialoguer avec la machine à l'aide d'un clavier à 18 touches, et d'un afficheur (8 digits-14 segments).

Tous ces commentaires, en français, le Micromat les accompagnera d'une petite musique, triste, ironique et triomphante en fonction des circonstances. Prix : 4 000 F environ, en vente dans les mois à venir.



*une idée
de
cadeau*

**OFFREZ
UN
ABONNEMENT
À
SCIENCE & VIE**

L'INÉGALABLE TENTE
PNEUMATIQUE **IGLOO**
MONTAGE COMPLET 3 MINUTES

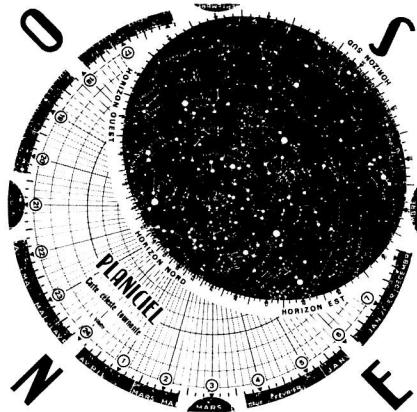


Exposition - Vente - Documentation **Ets BECKER**
94, route nationale 10 - 78310 COIGNIÈRES
(sortie autoroute de l'Ouest, après Trappes).
Demandez notre catalogue illustré au service 20

**ÉCRIVAINS
et POÈTES**

**confiez-nous vos
ROMANS
NOUVELLES
POÉSIES
(dactylographiés)
les PARAGRAPHES
LITTÉRAIRES DE PARIS
Vous les éditeront**

Tous renseignements à :
Paragraphes Littéraires de Paris
14, rue Le Bua - 75020 PARIS



Carte céleste tournante : 30 x 30 cm

- Le ciel de 10 en 10 mn.
- 900 étoiles.
- Amas et nébuleuses visibles à l'œil nu, à l'aide de jumelles, lunettes ou petits télescopes.
- Coordonnées équatoriales.
- Angles horaires.
- Temps sidéral.

PLANICIEL

625, boulevard des Lucioles
83700 SAINT-RAPHAEL

VACANCES
SOLEIL - MER - RENCONTRES

nos circuits "chocs"
4 semaines tout compris

Sahara	2750F
Cap Nord	1850F
Maroc	1750F
Turquie	1800F
Grèce Crète	1830F

Etc etc...
nos vols spéciaux
vols à tarifs préférentiels A.R.

Athènes	950F
Maghreb	1000F
U.S.A.	1530F
Palma	880F
Mexico	2360F
Bangkok	2500F

ETC, ETC --
Bon à retourner pour documentation gratuite

INTERNATIONAL ADVENTURE
33 bis, rue Bezout - 75014 PARIS
Tél 327 5011 327 6848

Nom _____
Adresse _____

Pour apprendre à vraiment parler **ANGLAIS OU ALLEMAND**

La méthode réflexe-orale
donne des résultats stupéfiants
et tellement rapides

NOUVELLE MÉTHODE PLUS FACILE - PLUS EFFICACE

Connaitre une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis : la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous "débrouiller" dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.



Bon pour un DISQUE GRATUIT

à retourner à Service A 15 X - CENTRE D'ETUDES
1, avenue Stéphane-Mallarmé - 75017 PARIS

Sans engagement de ma part, en échange de ce bon, je receverai gratuitement ce disque 45 tours de démonstration et votre brochure "Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment". Je joins 2 timbres à 1,20 F pour frais (pour pays hors d'Europe, joindre 3 coupons réponse).

Langue choisie : ANGLAIS ALLEMAND

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

MON ADRESSE _____

Code postal _____ Ville _____

**SCIENCE
et
VIE**
HORS - SÉRIE

AVIATION
79



AU SOMMAIRE —

- L'industrie française dans le contexte mondial • A travers les salons de l'après-guerre... • Grâce à l'électronique, une génération d'avions entièrement nouvelle • France : l'aviation légère en difficultés • La voltige aérienne • Les jets d'affaires • Comment s'est développée la technique hélicoptère • Les hélicoptères antichars • Tarifs aériens : une guerre terminée ? • Les forces aériennes françaises • L'avion et les munitions de précision • Blériot, l'homme de la Manche • L'industrie des moteurs • Les grandes compétitions du passé : la coupe Deutsch

**POUR VOS BOUTEILLES
EN PLASTIQUE...
UN ARGUMENT DE VENTE
SUPPLÉMENTAIRE,**
vous pouvez imprimer en sérigraphie
avec qualité et économie



LES FLACONS OVALES,
CONIQUES, LES CYLINDRIQUES

**DEMANDEZ LE CATALOGUE
MACHINES DUBUIT**

60, Rue Vitruve
75020 - PARIS Tél : 371-12-65

**LE N° 1
de la DÉTECTION
en FRANCE**

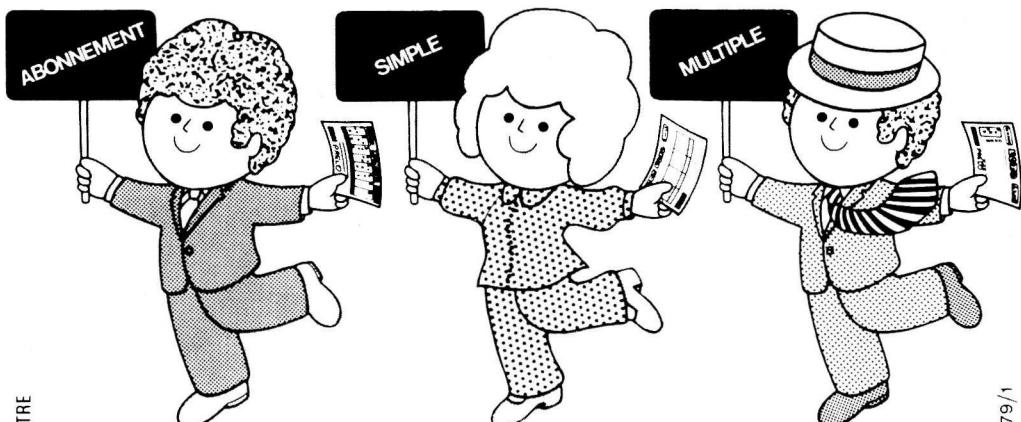
S.R.F.M. vente location

Déetectez et trouvez tous les métaux
OR - ARGENT - CUIVRE - BRONZE

Documentation S.V.
S.R.F.M. 19, rue Luisant
91310 MONTLHÉRY - Tél. : 901.19.70

LOTO

c'est facile, c'est pas cher, ça peut rapporter gros.

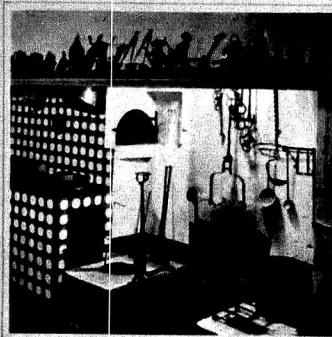


PASTRE

LO 79/1

Les OBJETS de la vie domestique

Raymond Lecoq



A. Lecoq

LES OBJETS DE LA VIE DOMESTIQUE *Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIX^e siècle.*

Généralités. Production du feu. L'âtre. La cuisine. L'éclairage. Notes. Index.

318 p., 20 x 28, relié, plus de 1 000 dessins et photos, 1979, 230,00 F (franco 245,00 F).

L'auteur, grand collectionneur, expert de réputation mondiale en serrurerie et en ferronnerie, a réuni, en 20 ans de recherches, une exceptionnelle documentation. Il s'est attaché à découvrir les techniques de fabrications, le fonctionnement des mécanismes. Grâce à lui ces objets retrouvent une âme.

E. Rossi

FANTASTIQUE VALLÉE DES MERVEILLES *Le testament du Mont Bégo.*

La découverte des Merveilles, Historique des recherches. Situation géographique, localisation des gravures. Les gravures préhistoriques piquetées, les linéaires. Les autres vestiges. Les techniques de gravure. Les datations. Le cadre géographique. Le cadre historique. La signification du mythe du Bégo. La permanence du culte. Protection et avenir. Bibliographie.

333 p., 13,5 x 21,5, 20 photos hors-texte, dessins et cartes, 1979, 48,00 F (franco 57,00 F).

Sous la direction de G. Borg

NAUTICUS Tome XI : LE MOTEUR DU BATEAU

Un moteur pourquoi faire ? Les moteurs hors-bord. Les moteurs fixes. Transmissions spéciales.

Les moteurs à essence. Les moteurs diesel. De quelques précautions et outillages spéciaux, nécessaires au démontage des moteurs. Moteurs et accidents corporels. Les moteurs et l'assurance. Bibliographie.
318 p., 17 x 23,5, cartonné, 337 figures et photos, 20 photos en couleurs hors-texte, nombreux dessins, 1979, 79,00 F (franco 94,00 F).

Kromdijk, Rissel

200 PLANTES D'APPARTEMENT en couleurs. *Comment les choisir et les soigner.*

Soins et culture des plantes d'appartement. Multiplication des plantes. Petites serres d'amateur. Coupes garnies et jardins miniatures. Séjour au jardin des plantes d'appartement. 200 plantes (classement alphabétique) avec la description et les soins à leur donner. Index des noms, des synonymes et noms communs.

222 p., 15,5 x 21, cartonné, plus de 200 photos en couleurs, 5^e édit., 1978, 40,00 F (franco 52,00 F).

M. Leducq

FABRIQUEZ LES JOUETS DE VOS ENFANTS *Guide pratique de réalisation de jouets en bois.*

Outilage de base. Exemple de réalisation d'un petit atelier. Précis de menuiserie. Symboles utilisés. Liste des jouets répartis en 4 tranches d'âge (8 mois à 2 ans, 2 à 4 ans, 4 à 7 ans, 7 à 12 ans), animaux à tirer, petit train, épicerie, garage, armoire de poupée, théâtre de marionnettes, etc. Chaque jouet fait l'objet d'un « patron » coté.

146 p., 16 x 23,5, 1978, 39,00 F (franco 48,00 F).

F. Gauquelin

DÉVELOPPER SA MÉMOIRE *Méthode Richaudieu.*

Quiz : quel est votre type de mémoire ? Quelques considérations. Etre en forme pour bien retenir. La répétition. Bien percevoir pour bien retenir. Les enchaînements structurés. Affectivité et mémoire. Inconscient et mémoire. Principe de la mnémotechnie. Comment retenir des mots, leur orthographe, ceux d'une langue étrangère. Nombres et formules. Retenir une conférence, un texte — Annexes : Recherches modernes sur la mémoire ; Les mémorisateurs prodiges. Index. Bibliographie.

448 p., 16 x 19, relié, 1979, 79,00 F (franco 91,00 F).

J.P. Levieux

INITIATION A LA PROGRAMMATION DES CALCULATEURS DE POCHE ET DE BUREAU

Organisation générale d'un calculateur programmable. Faites connaissance avec votre calculateur. Ecrivez vos premiers programmes. Les boucles. Comment sortir automatiquement d'une boucle ? Les différentes étapes de la solution d'un problème.

**UNE BIBLIOGRAPHIE
INDISPENSABLE**

**NOTRE
CATALOGUE
GENERAL**

16^e ÉDITION 1979

**EN
PRÉPARATION**

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 + 6,50 F**

Horaire 15 juin - 15 septembre : du mardi au samedi de 10 h 30 à 19 h. Fermé le lundi.

Compléments sur les boucles. Comment un calculateur choisit-il la bonne réponse ? Registre d'index, décrémentation automatique, adressage indirect. Indicateurs d'aiguilles, sous-programmes. Quelques techniques particulières. Les « vrais » calculateurs. Lexique sommaire anglais-français. Définition des principaux termes d'informatique. Bibliographie.

nez un bon menuisier — Devenez un bon peintre — Devenez un bon tapissier — Devenez un bon décorateur — Devenez un bon jardinier — Devenez une bonne couturière.

Chaque volume 32.00 F (franco 41.00 F).

A. Gaycedo

L'AVENTURE DE LA SOPHROLOGIE

*racontée par son fondateur.
Propos recueillis par Y. Davrou.*

La parenthèse. La crise. La sophrologie aujourd'hui. Le cas du docteur Rubio. Les années de formation. La rencontre avec Binswanger. Le séjour en Orient. Les lamas du Tibet. Le Japon. L'homme, sa vie. Barcelone : création des méthodes sophrologiques. Déclaration de Récife ou déclaration des valeurs de l'homme.

205 p., 17 x 22, 1979, 55,00 F (franco 64,00 F).

A Reitz

LA HAUTE-FIDÉLITÉ

Le manuel de l'amateur.

Avant-propos-Acheter. Le rapport qualité/prix. Exemples pratiques — Comment acheter ? — Où acheter ? — Acheter... Et après ? — **Le matériel haute-fidélité** — Le lecteur de disques — Préamplificateur et amplificateur de puissance. Haut-parleurs et enceintes acoustiques — Les disques — Les récepteurs radio ou tuner — Les magnétophones — Lexique.

220 p., 13 x 19, 1979, 36,00 F (franco 45,00 F).

P. Auguste

**DEVENEZ UN BON INSTALLATEUR
DE CHAUFFAGE CENTRAL
(Collection « Bricolez mieux »)**

Le chauffage central et le bricoleur — Choix d'une installation — Les calculs — Le chauffage et l'isolation. Les techniques que vous devez connaître — Pose d'une chaudière — Pose des éléments de chauffage — Index.

126 p., 16 x 19, très nombreuses illustrations, photos et schémas. 1979. 32,00 F (franco 41,00 F).

Rappel : dans la même collection — Devenez un bon maçon — Devenez un bon plombier — Deve-

Gauquelin M.

DÉCOUVRIR ET CONNAÎTRE LES AUTRES

Morphologie, graphologie, caractérologie, questionnaires, etc. (Collection « La Psychologie moderne). Tableau des types de caractères. Les sept voiles du caractère. L'habit fait-il le moine ? Les gestes et les manières d'être. Le visage. Le corps. Les réactions aux milieux extérieurs. Les typologies des milieux intérieurs. Les typologies de l'inconscient. Les trois voies de la connaissance des autres. La graphologie. Les questionnaires de personnalité. Les tests projectifs. Conclusion. Cahier d'applications. Bibliographie. Index.

**254 p., 17,5 x 23, nombreux tableaux, dessins, photos,
relié sous jaquette. 2^e tirage 1979. 59,00 F (France 39,00 F)**



CARRIERES COMPTABLES

Le C.A.P. d'employé de COMPTABILITÉ

vous oriente vers
un métier bien payé

Ce diplôme vous donne la « qualification professionnelle » nécessaire pour entrer dans les bureaux de n'importe quelle entreprise et être bien payé.

Préparation au C.A.P. (Examen d'Etat)

Pour préparer cet examen, on demande d'aimer un peu les chiffres et d'avoir un niveau d'instruction égal au Brevet ou sortie de 3^e.

Aucun diplôme n'est demandé.

Cette préparation peut être répartie normalement sur une période de 7 à 8 mois parfois moins, selon degré d'instruction et temps disponible.

Une sécurité exceptionnelle : la Garantie Caténale

Celle-ci vous permet en cas de non-réussite à l'un des examens d'Etat auxquels nous préparons, de reprendre gratuitement pendant une année vos études comptables.

Ayez donc confiance en vous

Si vous étudiez la comptabilité avec nous, vous l'apprendrez avec la sympathique méthode Caténale qui est si facile à comprendre qu'elle est, dit-on, d'une génération en avance sur son temps.

Formation continue (loi du 16-7-1971)

Cours gratuits pour les bénéficiaires de cette loi. Nos cours par correspondance sont alors accompagnés de stages d'une journée, dans les principales villes de France, conformément à la loi.

La comptabilité est un métier de mieux en mieux payé

et où les chances de promotion rapide sont nombreuses. Profitez-en et retournez dès aujourd'hui le coupon ci-dessous à l'Ecole Française de Comptabilité, organisme privé, 92270 Bois-Colombes.

Préparez aussi aux diplômes d'Etat suivants : B.E.P. comptable-mécanographe - B.P. de comptable et D.E.C.S.

BON GRATUIT

à adresser simplement à :
ECOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ
ORGANISME PRIVE

92270 BOIS-COLOMBES (France)

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement votre guide n° 257 C sur la préparation au C.A.P. d'employé de comptabilité, au B.E.P., et tous renseignements sur la formation continue. Pour le B.P. de comptable n° 257 B. Pour le D.E.C.S. n° 257 D.

NOM (maj.)

PRENOM

ADRESSE (avec code postal)

formation générale formation technique formation continue

par correspondance et stages
à différents niveaux.

principales
sections techniques:

- électronique
- électrotechnique
- aviation • automobile
- dessin industriel

documentation gratuite AB sur demande:
préciser section choisie et
niveau d'études (joindre
4 timbres pour frais d'envoi).

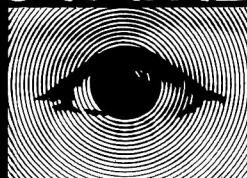


infra

Ecole Technique privée spécialisée

24 rue Jean Mermoz 75008 PARIS
métro : Ch.-Elysées - Tél. 225.74.65 et 359.55.65

DEVENEZ



PHOTOGRAPHIE

Sans quitter votre emploi, l'Institut Spécial d'Enseignement par Correspondance (organisme privé) vous prépare à ces brillantes carrières : photographe de mode, de publicité, de presse et de reportage. Demandez notre brochure gratuite à : I.S.E.C. (serv.F.11), 11, Faubourg Poissonnière, 75009 Paris.

Pour la Belgique : 176, Boulevard Kleyer 4000 Liège.

BON pour recevoir
notre brochure gratuite

Nom

Adresse

code postal

Ville

PREPAREZ VOTRE AVENIR AVEC UNIECO



Travaillez près de LA NATURE

● DEVENEZ GARDE-CHASSE:

- Garde-chasse
- Garde Fédéral ou National
- Agent technique forestier
- CAPA productions forestières (admission au stage)
- Sylvicultrice
- Permis de chasse (préparation à l'examen officiel)
- Environnement
- Technicien du traitement des eaux
- Ingénieur écologiste
- Technicien de la Météo (préparation au concours)

● MONTEZ VOTRE ELEVAGE

- Elevage
- Elevage de chevaux
- Elevage de chiens
- Apiculteur
- Aviculteur
- Concours
- Technicien des services vétérinaires

● DEVENEZ DESSEINATEUR PAYSAGISTE et créez les espaces verts:

- Dessinateur paysagiste
- Jardinier paysagiste
- Chef de chantier paysagiste
- Entrepreneur de jardins paysagiste
- Décorateur floral
- Horticulteur

● VIVEZ DE LA TERRE:

- Cultivateur
- Technicien en polyculture-elevage
- Chef de cultures
- Sous-ingénieur agricole

INSTALLEZ-VOUS EN OUTRE-MER:

- Technicien en agronomie tropicale
- Sous-ingénierie en agronomie tropicale
- Stages pratiques facultatifs en élevage, connaissance de la chasse et écologie.



Créez-vous une situation d'avenir en ELECTRONIQUE RADIO T.V.

Si vous souhaitez exercer votre profession dans un secteur d'activité dynamique — dans le cadre d'une entreprise ou en vous installant à votre compte — choisissez l'une des formations suivantes

- Monteur dépanneur radio T.V.
- Technicien radio T.V.
- CAPA électricien d'équipement
- Technicien électronicien
- Monteur câbleur en électronique
- Monteur dépanneur radio
- Technicien en automatisation
- Sous-ingénierie électronicien
- Sous-ingénierie radio T.V.
- BTS électronicien

Travaux pratiques avec matériel, à domicile, permettant la construction d'un ampli de 30 watts. Stage d'application facultatif.



Faites carrière dans la COMPTABILITE

En vous préparant sérieusement par correspondance à tous les **diplômes d'état**:

- CAP Employé de comptabilité
- BEP de comptabilité mécanographie
- BP comptable
- BTS de comptabilité et gestion d'entreprise
- DECS ou à des formations spécialisées:

- Aide-comptable
- Secrétaire comptable
- Comptable-commercial
- Comptable industriel
- Preparation intensive au 1^{er} degré de comptabilité (méthode audio-visuelle)



PHOTO-CINEMA Des métiers passionnés

Dépassez le stade du simple amateur en vous spécialisant dans l'une de ces professions

- Photographe artistique
- Photographe publicitaire
- Photographe de presse
- Photographe de mode
- Opérateur de prises de vues
- Opérateur de prises de son
- Monteur de films

Préparation au CAP Photographe (option laboratoire et option retouche)

Impossez-vous par vos compétences et devenez CHEF DE CHANTIER bâtiment

Apprenez à bien conduire un chantier

En suivant un enseignement concret basé sur l'étude des cours théoriques indispensables et sur une **APPLICATION PRATIQUE** autour d'un réel exemple de chantier. **DOSSIER D'EXÉCUTION** allant de l'implantation jusqu'aux finitions.

Nous assurons également les formations suivantes:

- ENCADREMENT:** □ Chef de chantier TP □ Chef d'équipe bâtiment □ TP □ Conducteur de travaux bâtiment ou TP □ Surveillant de travaux bâtiments ou TP
- METRE:** □ Metreur □ BEP métrologie
- D'OPÉRATION GÉOMÉTRIE:** □ Bureau d'études
- Assistant d'ingénierie en génie civil
- CHAUFFAGE**
- Technicien en chauffage
- Chef monteur en chauffage

194354
03276A
355031

Devenir PROGRAMMEUR

- Programmeur d'application
- CAP aux fonctions de l'informatique
- Analyste-programmeur
- Opérateur sur ordinateurs
- Pupitreur
- BP de l'Informatique

Devenez DESSEINATEUR Industriel ou en Bâtiment

□ Dessinateur en constr. mécanique □ CAP et BP de dessinat. constr. mécan. □ Dessinateur en constr. métallique □ CAP dessinateur const. métallique □ Dessinateur en électricité □ CAP Dessinateur en électricité □ Dessinateur en bâtiment □ CAP Dessinateur en bâtiment □ Dessinateur en menuiserie □ Dessinateur assistant d'architecte □ Dessinateur en chauffage central

Nombreux travaux d'application à domicile vous permettent d'acquérir une solide expérience pratique du dessin technique.

Sans le bac, préparez chez vous LA CAPACITE EN DROIT

- Nombreux débouchés dans les domaines juridique fiscal, immobilier
- Possibilité de préparer ensuite la licence en Droit et divers concours de la Fonction Publique

Assurez votre emploi: DEVENEZ FONCTIONNAIRE

Préparation complète par correspondance aux divers concours de la Fonction Publique

- P.T.T.: □ Préposé □ Agent d'exploitation □ Contrôleur des P.T.T.
- ÉCONOMIE-FINANCES: □ Préposé des douanes
- Agent de consultation des impôts □ des douanes
- INTÉRIEUR: □ Gardien de la Paix □ Enquêteur de police □ Inspecteur de police

194354
03276A
355031

Vous êtes passionné de MECANIQUE AUTOMOBILE ? Faites-en votre métier

- MECANIQUE-AUTO:** □ CAP Mécanicien réparateur auto
- Mécanicien automobile
- Dieseliste
- BP mécanicien répar. auto
- CAP conducteur routier
- Electricien automobile
- CAP Electricien auto
- MECANIQUE GENERALE:** □ CAP Mécanicien d'entretien
- Traceur en chaufferonnière
- Chef d'atelier de constr. mécanique
- BTS fabrications mécaniques

Devenez une BONNE SECRETAIRE

- Accédez aux emplois de: □ Dactylo-Facturière
- Steno-Dactylo
- Secrétaire
- Secrétaire de direction
- Secrétaire commerciale
- Secrétaire bilingue
- Secrétaire des services comptables

- Préparez-vous aux examens officiels du secrétariat: □ CAP Steno-dactylo
- BEP Steno-dactylo-correspondancière
- BP Secrétaire
- BTS Secrétaire (Options Direction et Trilingue)

LE SECTEUR PARAMEDICAL:

des spécialisations multiples

- Secrétaire médical:** □ Assistante - secrétaire de médecin
- Réceptionniste de cabinet dentaire
- Secrétaire-assistante de vétérinaire
- Laboratoire:** □ Aide de laboratoire
- Laborantin médical
- BTS analyses biologiques
- Radiologie:** □ Aide-manipulateur de radiologie
- Diététique:** □ BTS Diététique
- EXAMENS D'ENTREE DANS LES ECOLES**

□ Aide-soignante

□ Infirmière

□ Infirmier psychiatre

que □ Auxiliaire de puériculture

(Ces préparations sont accessibles même si vous n'avez pas le BE.P.C. ou le BAC).

Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (jusqu'au 16 juillet 1971)



BON POUR ETRE INFORME GRATUITEMENT

et sans engagement sur le secteur qui vous intéresse (faîtes une X)

- NATURE
- BATIMENT
- PROGRAMMEUR
- MECANIQUE AUTO
- ELECTRICITE
- ELECTRONIQUE
- RADIO T.V.

- DESSINATEUR
- CAPACITE EN DROIT
- FUNCT. PUBLIQUE
- COMPTABILITE
- PHOTO CINEMA
- SECRETARIAT
- PARAMEICAL

Nom _____	Prénom _____
Rue _____	Code Postal L L L L L
Ville _____	

Si une étude vous intéresse plus particulièrement, indiquez-la ici:

UNIECO FORMATION, 2612, rue de Neufchâtel - 76041 ROUEN CEDEX

Pour Canada, Suisse, Belgique : 21-26, quai de Longdoz - 4020 LIEGE - Pour TOM DOM et Afrique, documentation spéciale par avion.

A L'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE

préparez votre avenir

**Dans les carrières de l'Electronique
et de l'Informatique**

Admission de la 6^e à la terminale...

...MAIS OUI, dès la 6^e, la 5^e ou la 4^e, vous pouvez être admis à l'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE dans une section préparatoire correspondant à votre niveau d'instruction, où tout en continuant d'acquérir dans l'ambiance de votre futur métier une solide culture générale, vous serez initié à de nouvelles disciplines : électricité, sciences physiques, dessin industriel et travaux pratiques.

Ensuite vous aborderez dans les meilleures conditions les cours professionnels de votre choix (électronique, informatique, officier radio/Marine Marchande) dispensés dans notre Établissement.

L'E.C.E. qui depuis sa fondation en 1919 a fourni le plus de Techniciens aux Administrations et aux Firmes industrielles et a formé à ce jour plus de 100 000 élèves

est la PREMIÈRE DE FRANCE

ÉLECTRONIQUE : Enseignement à tous niveaux : CAP - BEP - BAC F2 - BTSE Préparation à la carrière d'ingénieur.

INFORMATIQUE : Préparation au CAP-FI BAC H Programmeur.

OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE.

Toutes les professions auxquelles nous préparons conviennent aux jeunes gens et jeunes filles qui ont du goût pour les travaux mi-manuels et mi-intellectuels.

Ces préparations sont assurées dans nos laboratoires et ateliers spécialisés (informatique, électronique et trafic-radio).

BOURSES D'ÉTAT



R.P.E. - Cliché OSF - Hermil

ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Reconnue par l'Etat - arrêté du 12 Mai 1964

12, RUE DE LA LUNE, 75002 PARIS • TÉL. : 236.78.87 +

Etablissement privé d'enseignement technique et technique supérieur.

**B
O
N**

à découper ou à recopier
Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement de ma part le guide des Carrières N° 96 SV (envoi également sur simple appel téléphonique 236.78.87)

Nom _____

Adresse _____

(Ecrire en caractères d'imprimerie)

SAVOIR S'EXPRIMER



est un précieux atout dans bien des circonstances de la vie professionnelle, sociale ou privée : réunions, amitiés, relations, travail, affaires, sentiments, etc.

Il vous est certainement arrivé de vous dire après un entretien : « Ce n'est pas ainsi que j'aurais dû aborder la question. » Soyez sûr que la conversation est une science qui peut s'apprendre. L'étude détaillée de tous les « cas » concrets qui peuvent se présenter, l'amélioration progressive de vos moyens d'expression vous permettront, après un entraînement de quelques mois, d'acquérir une force de persuasion qui vous surprendra vous-même. Vous attirez la sympathie, vous persuaderez, vous séduirez avec aisance et brio.

Le Cours Technique de Conversation par correspondance vous apprendra à conduire à votre guise une conversation, à l'animer, à la rendre intéressante. Vous verrez vos relations s'élargir, votre prestige s'accroître, vos entreprises réussir.

Demain, vous saurez utiliser toutes les ressources de la parole et vous mettrez les meilleurs atouts de votre côté : ceux d'une personne qui sait parler facilement, efficacement, correctement et aussi écrire avec élégance en ne faisant ni faute d'orthographe, ni faute de syntaxe.

Pour obtenir tous les renseignements sur cette méthode pratique, demandez la passionnante brochure gratuite D. 815 : « L'art de la conversation et des relations humaines », (joindre 2 timbres pour frais) au

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION

(Etablissement privé d'enseignement à distance)

35, rue Collange, 92303 Levallois, Tél. 270.73.63

CONTROL DATA

premier constructeur mondial de super-ordinateurs forme, dans son Institut parisien,

PROGRAMMEURS

en 19 semaines

TECHNICIENS DE MAINTENANCE

en 26 semaines

Pour conditions et dates d'interviews
Appelez dès maintenant M. Vatin

au 340.17.30 (en P.C.V. de province)

Vous pouvez aussi lui écrire ou venir nous voir

Documentation sur simple demande

CD
CONTROL
DATA

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA
19, rue Erard - 75012 PARIS
TEL 340.17.30

Monsieur Vatin

Veuillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement, votre brochure sur l'institut

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Profession _____ Age _____

FORMATIONS ET DIPLOMES DE LANGUES

pour la vie professionnelle

Tous ceux qui ont étudié une langue (anglais, allemand, italien, espagnol), quel que soit leur âge ou leur niveau d'instruction, ont intérêt à compléter leur qualification par une formation linguistique à usage professionnel. Celle-ci leur permettra de trouver un emploi d'avenir dans une des nombreuses firmes qui travaillent avec l'étranger ou d'accéder dans leur profession à des postes de responsabilité et donc, d'améliorer leur situation matérielle. Car c'est par la maîtrise des langues étrangères commerciales ou contemporaines et leur pratique dans la vie des affaires et les échanges internationaux, que **vous affirmez votre valeur et vos aptitudes à la réussite.**

Ces qualifications sont sanctionnées par un des diplômes suivants :

— **Diplômes des Chambres de Commerce étrangères**, qui sont les compléments indispensables à toute formation pour accéder aux très nombreux emplois bilingues du monde des affaires.

— **Brevets de Technicien Supérieur Traducteur Commercial**, attestant une formation générale de spécialiste de la traduction et de l'interprétation.

— **Diplômes de l'Université de Cambridge (anglais)**: Lower et Proficiency, pour les carrières de l'information, du secrétariat d'encadrement, du tourisme, etc.

Ces examens, dont les diplômes sont de plus en plus appréciés par les entreprises parce qu'ils répondent à leur besoin de personnel compétent, ont lieu chaque année dans toute la France.

Langues et Affaires vous y prépare, chez vous, par correspondance, avec ses cours de tous niveaux. Formations de recyclage, accélérées, supérieures.

Les droits d'inscription peuvent être payés par votre entreprise (loi du 16/7/71 sur la formation professionnelle continue).

Ingénieurs, cadres, directeurs commerciaux, étudiants, secrétaires, représentants, comptables, techniciens, etc., sauront tirer profit de cette opportunité pour assurer leur promotion.

GRATUIT

Documentation gratuite n° 1991 sur ces diplômes, leur préparation et les débouchés offerts, sur demande à Langues et Affaires (enseignement privé à distance), 35, rue Collange - 92303 Paris Levallois - Tél. 270.81.88.

A découper ou recopier

B LANGUES ET AFFAIRES

(Etablissement privé d'enseignement à distance)

35, rue Collange, 92303 PARIS-LEVALLOIS

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation complète L.A. 1991.

NOM : M.....

ADRESSE :

En quelques mois ou
même en quelques semaines

GAGNEZ PLUS

EN OBTENANT UNE PROMOTION
OU UN MEILLEUR EMPLOI

COURS PAR CORRESPONDANCE PIGIER
INSTITUTION D'ENSEIGNEMENT PRIVÉ

● Comptabilité

Emplois : aide-comptable, comptable, expert-comptable stagiaire.

Diplômes d'Etat : C.A.P. - B.E.P. - B.P. - B.T.S. - BACS G2-G3 - D.E.C.S.

● Concours Administratifs

Préparation aux nombreux concours donnant accès aux carrières de l'Administration.

● Bac B (économique et social)

● Bacs Techniques

G1 (techn. administratives)

G2 (techn. quantitatives de gestion)

G3 (techn. commerciales).

Consultez les cours qui vous intéressent dans le nouveau Centre de Documentation PIGIER, 53, rue de Rivoli (du lundi au samedi).

Vous pouvez également suivre ces cours dans le cadre de la formation continue financée par votre employeur (renseignez-vous).

Pigier vous aide à réussir
Institution d'enseignement privé
Cours par correspondance

53, rue de Rivoli 75038 PARIS CEDEX 01-Tél. 233.44.88

BON POUR UN GUIDE GRATUIT

Je désire recevoir sans frais la (ou les) documentation(s) concernant les professions ou examens suivants :

Comptabilité

Le guide gratuit PIGIER "COMMENT ENTRER DANS L'ADMINISTRATION".

BACS : B G1 G2 G3.

Nom _____

Prénom _____ âge _____

Adresse _____

Code _____

Ville _____ Tél. _____

Niveau d'études _____

Pigier Cours par correspondance
Institution d'enseignement privé

53, rue de Rivoli - 75038 PARIS CEDEX 01-Tél. 233.44.88.

DMZW

7SV6

181

ASSUREZ VOTRE AVENIR AVEC UN BON METIER

Préparez-vous, chez vous, à votre rythme au métier qui vous intéresse



METIERS DE LA FORET

DEVENEZ :

- Garde-chasse particulier
 - Garde-chasse fédéral ou national CONCOURS ONF.
 - Agent technique forestier.
- Prép. **Permis de chasser** (examen officiel) par diapositives.



DEVENEZ PROGRAMMEUR

- Programmeur d'application
- C.A.P. aux fonctions de l'informatique
- Analyste-programmeur
- Opérateur sur ordinateurs
- Pupitreur
- B.P. de l'informatique.



REUSSISSEZ EN ELECTRONIQUE RADIO T.V.

- Technicien électronicien
- C.A.P. Electronicien d'équipement
- Monteur câbleur en électronique
- Technicien en automation
- Sous-ingénieur électronicien
- B.T.S. d'électronicien
- Monteur dépanneur radio T.V.
- Technicien radio T.V.
- Monteur dépanneur T.V.
- Monteur dépanneur radio
- Sous-ingénieur radio T.V.

Enseignement par correspondance complétée de travaux pratiques avec matériel à domicile.



DEVENEZ DESSINATEUR INDUSTRIEL OU EN BATIMENT

- Dessinateur en constr. mécanique
- C.A.P. et B.P. de dessinat. constr. mécan.
- Dessinateur en constr. métallique
- C.A.P. dessinateur constr. métallique
- Dessinateur en électricité
- C.A.P. Dessinateur en électricité
- Dessinateur en bâtiment
- C.A.P. dessinateur bâtiment
- Dessinateur en menuiserie
- Dessinateur assistant d'architecte
- Dessinateur en chauffage central

Nombreux travaux d'application à domicile vous permettant d'acquérir une solide expérience pratique du dessin technique.

UNIECO: Union Internationale d'Ecoles par Correspondance ORGANISME PRIVE SOUMIS AU CONTROLE PEDAGOGIQUE DE L'ETAT.
Pour recevoir gratuitement notre documentation et bénéficier des conseils d'orientation de nos spécialistes, retournez-nous le BON ci-dessous.

POSSIBILITE
DE COMMENCER
vos études
TOUT MOMENT
de l'ANNEE

- Métiers de la Forêt
- Informatique
- Electronique
- Radio-TV
- Dessin industriel
- Dessin bâtiment
- Elevages spéciaux
- Agriculture

- Paysagisme
- Agronomie tropicale
- Encadrement Bât et TP
- Météo-topographie
- Chauffage
- Électricité
- Mécanique Auto

Avant l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (loi du 16 juillet 1971)

UNIECO 3612, rue de Neufchâtel - 76041 ROUEN CEDEX

■ Pour la Belgique: 21-26, quai de Longdoz 4020 LIEGE — Pour TOM TOM et Afrique: documentation spéciale par avion

TRAVAILLEZ PRES DE LA NATURE

ELEVAGES SPECIAUX Eleveur

Eleveur de chevaux (avec stage facultatif d'application)

Eleveur de chiens

Apiculteur

Aviculteur. CONCOURS: Technicien des services vétérinaires

AGRICULTURE-PAYSAGISME Dessinateur paysagiste

Cultivateur

Technicien en polyculture-élevage

Horticulteur

Pépiniériste

Sylviculteur

POUR TRAVAILLER OUTRE-MER Technicien en agronomie tropicale

Sous-ingénieur en agronomie tropicale



CHEF DE CHANTIER CONDUCTEUR DE TRAVAUX

PRENEZ DES RESPONSABILITES DANS LE BATIMENT OU LES T.P.

ENCADREMENT BATIMENT OU T.P. Chef de chantier

Chef d'équipe

Conducteur de travaux

Surveillant de travaux

METRE-TOPOGRAPHIE Métreur TCE

Maçonnerie

Peinture

Menuiserie

B.E.P. de métreur

C.A.P. d'opérateur géomètre

Technicien géomètre

CHAUFFAGE Monteur en chauffage

Chef monteur en chauffage

Technicien en chauffage et conditionnement d'air.



SPECIALISEZ-VOUS EN ELECTRICITE

Electricien d'équipement C.A.P. de l'électrotechnique

Mécanicien électricien

Chef monteur électrique

B.P. de l'électrotechnique

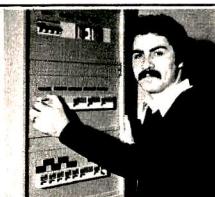
Opérateur radio (certif. 2^e classe)

Technicien électrique

Technicien électro-mécanicien

Installateur télé-communicat. courants faibles

B.T.S. d'électrotechnicien



MECANIQUE AUTOMOBILE

DEVENEZ L'UN DE CES SPECIALISTES

Mécanicien automobile

Diéséliste

C.A.P. Mécanicien réparateur d'auto

C.A.P. Conducteur routier

B.P. Mécanicien réparateur d'auto

Electricien d'auto

C.A.P. Mécanicien d'entretien

Sous-ingénieur en automobile

B.P. Electricien spécial en auto.



BON POUR ETRE INFORME GRATUITEMENT

et sans engagement sur le secteur qui vous intéresse (faites une X)

Nom

Rue

Ville

Prénom

Code Postal

Si une étude vous intéresse plus particulièrement, indiquez-la ici

on vous juge sur votre culture

A tout moment de votre existence, une culture insuffisante constitue un sérieux handicap, tant dans votre vie professionnelle que sociale ou privée : rencontres, réunions, discussions, conversations...

Pourtant, vous aimeriez, vous aussi, rompre votre isolement, participer à toutes les discussions, exprimer vos opinions, affirmer votre personnalité face aux autres et donc assurer votre progression matérielle et morale. Car vous savez qu'on vous juge toujours sur votre culture !

Aujourd'hui, grâce à la **Méthode de Formation Culturelle** accélérée de l'I.C.F., vous pouvez réaliser vos ambitions.

Cette méthode à distance, donc chez vous, originale, et facile à suivre, vous apportera les connaissances indispensables en littérature, cinéma, théâtre, philosophie, politique, sciences, droit, économie, actualité, etc., et mettra à votre disposition de nombreux services qui vous aideront à suivre l'actualité et l'information culturelles.

Des milliers de personnes ont profité de ce moyen efficace et discret pour se cultiver.

Documentation gratuite n° 3254 à :

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS

(établissement privé)

35, rue Collange - 92303 Paris-Levallois

L'EPA une école spécialisée qui fera de vous un vrai professionnel de la COMPTABILITE

Un métier sûr et bien payé à tout âge

Les carrières comptables offrent de plus en plus de débouchés

- Salaires élevés • Sécurité d'emploi • Promotions rapides
- Préparez dès maintenant votre avenir, vite et à peu de frais
- Aucun diplôme exigé • Début des cours à votre convenance du C.A.P. au D.E.C.S.

Etudes gratuites pour les bénéficiaires de la formation continue
Renseignez-vous rapidement sans engagement de votre part

ECOLE PREPARATOIRE D'ADMINISTRATION

Etablissement privé d'enseignement à distance et de formation permanente fondé en 1873

6, rue de Leningrad 75384 PARIS CEDEX 08 - Tél. : 387.95.88

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE et le GUIDE DES CARRIERES COMPTABLES

Nom _____	Prénom _____
Age _____	Adresse _____
Ville _____	Code _____
Tél. : _____	
Niveau d'études _____	
à retourner à l'EPA 6, rue de Leningrad 75384 PARIS CEDEX 08 - Tél. : 387.95.88	

formation•promotion•reconversion

L'ECOLE CHEZ SOI

ENSEIGNEMENT PRIVE
A DISTANCE

fondée par Léon Eyrrolles, met son expérience à la disposition de ceux qui souhaitent améliorer leur formation :

- en vue d'une promotion ou d'une reconversion dans un emploi du secteur privé;
- pour se préparer à un concours administratif.

FONCTIONNAIRES

cadastral - emplois réservés - équipement génie rural - météorologie - h.l.m. - navigation aérienne - p.t.t. - services communaux - s.n.c.f... F

TOPOGRAPHIE

cabinets de géomètre - entreprises T

AUTOMOBILE

garages - expertise A

COMPTABILITE GESTION

de l'aide comptable au DECS CG

DROIT

construction - urbanisme - capacité en droit D

ELECTRICITE ELECTRONIQUE

équipement - électromécanique - bureaux d'études E

BATIMENT-T.P.

bureaux d'études - chantiers-métré B

CULTURE GENERALE

français - maths - sciences physiques C

DESSIN INDUSTRIEL

dessin d'exécution - dessin petites études DI



L'ECOLE CHEZ SOI
ENSEIGNEMENT PRIVE A DISTANCE

1, RUE THENARD 75240 PARIS CEDEX 05

Tél : 329.21.99

Veuillez m'envoyer gratuitement votre documentation concernant :

* réf : T A CG D E B C DI

Nom :

Adresse :

..... * entourer la référence choisie.

DMZW

20586

Pour conserver intacte cette documentation, utilisez les bons ci-dessous.

<p>ÉCOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ (organisme privé) page 178 92270 BOIS-COLOMBES</p> <p>Demandez la documentation gratuite n° 257 C - 257 B - 257 D</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>INFRA page 178 24, rue Jean-Mermoz - PARIS (8^e)</p> <p>Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB (ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi).</p> <p>Section choisie</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>I.S.E.C. (serv. F 11) page 178 11, Faubourg-Poissonnière, PARIS (9^e)</p> <p>Bon pour recevoir notre brochure gratuite.</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>
<p>UNIECO page 179 2612 rue de Neufchâtel 76041 ROUEN</p> <p>Bon pour être informé gratuitement sur les carrières.</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE page 180 12, rue de la Lune - PARIS (2^e)</p> <p>Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite n° 96 SV</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION page 180 35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS</p> <p>Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi, votre brochure D. 815. (Ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi).</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>
<p>INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA page 180 19, rue Erard - 75012 PARIS</p> <p>Monsieur VATIN Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, votre brochure sur l'institut</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>LANGUES ET AFFAIRES page 181 35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS</p> <p>Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation L.A. 1991</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>COURS PIGIER page 181 (Institut enseignement privé) 53, rue de Rivoli - 75038 PARIS Cedex 01</p> <p>je désire recevoir la documentation concernant les cours suivants (matière choisie)</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>
<p>UNIECO page 182 3612 rue de Neufchâtel 76041 ROUEN</p> <p>Bon pour être informé gratuitement sur les carrières</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS page 183 35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS</p> <p>Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre brochure n° 3254 (Ci-joint deux timbres pour frais d'envoi).</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION page 183 6, rue de Leningrad - 75384 PARIS Cedex 08</p> <p>Veuillez m'envoyer votre brochure gratuite sur la formation des carrières comptables.</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>
	<p>L'ÉCOLE CHEZ SOI page 183 1, rue Thenard - 75240 PARIS</p> <p>Veuillez m'adresser sans engagement votre documentation : référence F.T.A.C.G.D,E.B.C.D.I.</p> <p>NOM</p> <p>ADRESSE</p>	<p>V26</p>

EN VACANCES

JOUEZ A DES JEUX DE REFLEXION CATALOGUE

N° 3
DU



CLUB  Jeux DESCARTES

Dans ce catalogue, vous trouverez 60 des meilleurs jeux de réflexion sélectionnés par Peter Watts à travers le monde. Ces jeux sont expliqués, commentés de manière à vous permettre de faire votre choix librement et en toute connaissance.

ADHÉRENTS DU CLUB

Ne retournez pas ce coupon, le catalogue vous sera adressé gratuitement.

BULLETIN

à retourner à Jeux Descartes
5, rue de la Baume - 75008 Paris

Je désire recevoir, sans aucun engagement de ma part, votre catalogue n° 3 sur les Jeux de Réflexion.

NOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____

VILLE _____

Je joins 3 F 60 en timbres-poste pour participation au port.

