

SCIENCE & VIE

*Premières
images de surface
de Vénus*

*Photo : où en est
la mise au point
automatique*

*Transmutation
de bismuth
en or*



**LE RENFLOUAGE
DU "TITANIC"**

**LA VÉRIDIQUE HISTOIRE
DE LA
PARAPSYCHOLOGIE**

9 F

N° 755 / BEL. 70 FB / SUISSE 4,50 FS / CANADA \$ 2,25 / ESPAGNE 175 P.

LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES

La plus moderne maison spécialisée - 61, rue Froidevaux Paris 14^e

dans son catalogue gratuit

CHIFFREZ
VOUS MÊME
VOTRE
INSTALLATION!

150

MODELES VITRES ACCORDABLES
JUXTAPOSABLES - SUPERPOSABLES - DEMONTABLES
COMBINAISONS D'ASSEMBLAGE
PAR SIMPLE POSE SANS AUCUNE FIXATION



**STANDARDS
CONTEMPORAINES
RUSTIQUES**

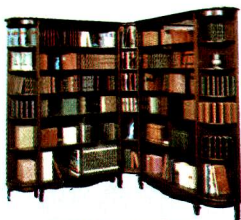
Installez-vous ULTRA-RAPIDEMENT, TRES FACILEMENT vous-même... à des PRIX IMBATTABLES !!

DU MEUBLE INDIVIDUEL AU GRAND ENSEMBLE (NOMBREUX BOIS)



STANDARD

Comment superposer, comment juxtaposer. Tous nos modèles de mêmes largeurs, de profondeurs et hauteurs différentes peuvent être posés l'un sur l'autre **sans aucune fixation**. Contenance : environ 800 Vol. divers



RUSTIQUES

Ensemble constitué de 2 modèles rustiques n° 28 et de 1/4 de ronds réunis par un meuble d'angle.

Contenance : environ 600 Vol. divers



CONTEMPORAINES

En profilé d'aluminium anodisé brossé Ensemble obtenu par juxtaposition : Hauteur totale hors-tout : 245 cm - Profondeur totale hors-tout: 35 cm - Largeur totale hors-tout: 250 cm. Contenance : 560 Vol. club environ ou 380 gros Vol.

à découper ou à recopier

BON POUR UN CATALOGUE **GRATUIT**
EN COULEURS

à retourner à la MAISON DES
BIBLIOTHEQUES, 75680 Paris CEDEX 14

SV23

Veuillez m'envoyer sans engagement votre CATALOGUE BIBLIOTHEQUES VITREES ou non contenant tous détails : hauteur, largeur, profondeur, bois, contenance, prix, demande de devis, etc.

M

à

Code Postal Ville

ou par téléphone

24 H SUR 24

(répondeur automatique)

320.73.33

LIVRAISON RAPIDE - DES MILLIERS DE REFERENCES - FACULTE DE RETOUR.

Visitez nos Expositions Vente

FRANCE

Bordeaux, 10, r. Bouffard, tél. 44.39.42* - Clermont-Ferrand, 22, r. G.-Clemenceau, tél. 93.97.06** - Grenoble, 59, r. St-Laurent, tél. 42.55.75** - Lille, 88, r. Esquermoise, tél. 55.69.39** - Limoges, 57, r. Jules Noriac, tél. 79.15.42** - Lyon, 9, r. de la République, tél. 28.38.51** - Marseille, 109, r. Paradis, tél. 37.60.54** - Montpellier, 8, r. Serane, tél. 58.19.32** - Nantes, 16, r. Gambetta, tél. 74.59.35** - Nice, 8, r. de la Boucherie (Vieille-Ville), tél. 80.14.89** - Rennes, 18, quai E.-Zola (pr. du Musée), tél. 30.26.77** - Rouen, Front de Seine 2000, 43, r. des Charettes, tél. 71.96.22** - Strasbourg, 11, av. Gal-de-Gaulle (Esplanade), tél. 61.08.24** - Toulouse, 2/3, quai de la Daurade, tél. 21.09.71 - Tours, 5, r. H.-Barbuse (pres des Halles), tél. 61.03.28**

ouvert tous les jours, même le samedi **fermé le lundi *fermé le lundi matin

EUROPE

AUTRICHE : VIENNE 1010, Kosmos Buchhandlung, Wollzeile 16, tél. (222) 52.72.21 - BELGIQUE : Bruxelles 1000, 54, r. du Midi - Liège 4000, 47, bd d'Avroy - Anvers 2000, Mechelsesteenweg, 16 - ITALIE : Lenk Italiana, Corso di Porta Vittoria 28, 20122 Milano, tél. 78.13.40 - PAYS-BAS : Bussum 1406 N.A., Nwe's Gravelandseweg, 33 - SUISSE : Genève 1211, Sovoco S.A., 17, bd Helvétique 3*, tél. (22) 35.16.21.

LA MAISON DES BIBLIOTHÈQUES

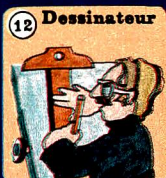
61, rue Froidevaux, 75014 PARIS

Magasins ouvert le lundi de 14 h à 19 h et les autres jours
MEME LE SAMEDI de 9 h à 19 h sans interruption.

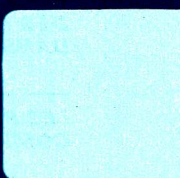
METRO : Denfert-Rochereau, Gaité, Edgar-Quinet. AUTOBUS : 28, 38, 58, 68.

A.T.P. S.A. AU CAPITAL DE 542 360 F

20 METIERS QUI MENENT AU SUCCES



GRATUIT:
votre premier
cours à l'essai
pendant 14
jours



Une assistance
permanente



En fin d'étude,
vous recevez
votre
**CERTIFICAT
DE
FORMATION**



Etude gratuite
pour les
bénéficiaires de
la Formation
Continue

UNIECO FORMATION : Groupement d'écoles spécialisées. Etablissement privé d'enseignement par Correspondance soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.

BON POUR RECEVOIR GRATUITEMENT

et sans engagement une documentation détaillée sur le métier qui vous intéresse.
Entourez le numéro correspondant au métier choisi

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1 Garde chasse | 15 Technicien électronique |
| 2 Secrétaire assistant(e) vétérinaire | 16 Sous-ingénieur électronique |
| 3 Eleveur de chevaux | 17 Contremaître en électronique |
| 4 Eleveur de chiens | 18 Electricien |
| 5 Dessinateur(trice) paysagiste | 19 Programmeur |
| 6 Horticulteur | 20 Opérateur(trice) sur ordinateur |
| 7 Conducteur routier | |
| 8 Mécanicien auto | |
| 9 Gérant de station service | |
| 10 Menuisier ébéniste | |
| 11 Plombier-chauffagiste | |
| 12 Dessinateur | |
| 13 Monteur dépanneur Radio TV | |
| 14 Technicien Radio TV | |

Nom
Prénom
Adresse
Code postal Ville

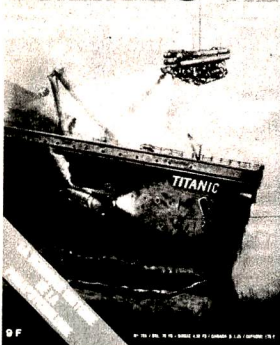
Possibilité de
commencer
votre étude
à tout moment
de l'année.

Pour en savoir
plus sur nos
formations,
retournez-nous
ce **BON**

UNIECO FORMATION 2611 route de Neufchâtel 3000 X 76025 ROUEN CEDEX

VIEW

SCIENCE & VIE



Sommaire
Août 80
N° 758
Tome CXXXI

Dessin
Richard
Martens

LES

savoir

LA VÉRIDIQUE HISTOIRE DU « PÈRE » DE LA PARAPSYCHOLOGIE

p. 16

par Michel Rouzé

DES « FAUTES DE FRAPPE » DANS L'ADN

p. 26

par Pierre Rossion

LES PEPTIDES, MATÉRIAUX DU COMPORTEMENT

p. 30

par Alexandre Dorozynski

FINALEMENT, NOS GÈNES SONT ÉGOÏSTES

p. 36

par Jean Ferrara

LES GRANDS NOMBRES ET LES PETITES CALCULATRICES

p. 38

par Renaud de La Taille

VÉNUS, ENFIN DÉVOILÉE

p. 43

par Renaud de La Taille

DU BISMUTH CHANGÉ EN OR

p. 50

par Alexandre Gedilaghine

UNE 2° « BOMBE ISLAMIQUE »

p. 54

par Pierre Barrot

LES COMBATS POUR LA ROYAUTÉ CHEZ LES GUÊPES

p. 56

par Gerald Messadié

COMMENT PLANTES ET BÊTES TIRENT L'EAU DU DÉSERT

p. 58

par Yves Coineau

L'ARBRE GÉNÉALOGIQUE DE L'HOMME A CHANGÉ

p. 66

par Pierre Andéol

THREE MILE ISLAND : LE NETTOYAGE SERA ARDU

p. 70

par Françoise Harrois-Monin

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE

p. 75

dirigée par Gerald Messadié

pouvoir utiliser

Une titanesque entreprise : le renflouage du « Titanic » p. 82

par Robert Sténuît

L'U.R.S.S. a-t-elle, elle aussi, assez de pétrole? p. 91

par Hélène Gedilaghine

La technique est créatrice de chômage p. 96

par Gérard Morice

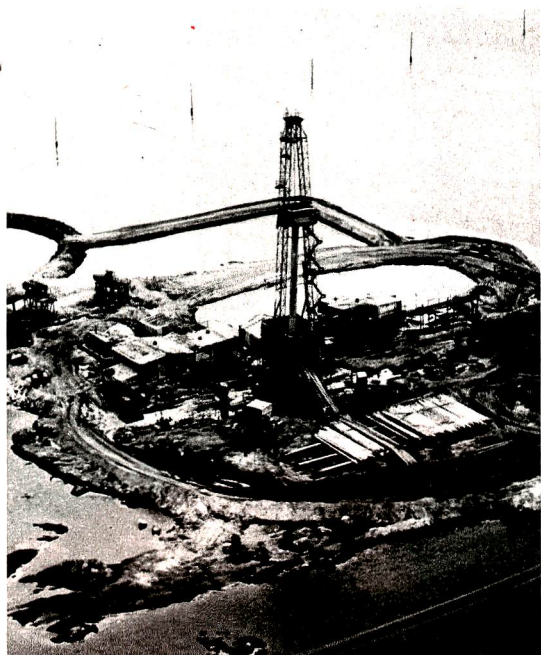
Les cerfs-volants photographes p. 98

par Jacqueline Denis-Lempereur

Chronique de l'Industrie p. 103

dirigée par Gérard Morice

Marchés à saisir p. 108



Les besoins actuels et à venir des Soviétiques et de leurs alliés, leurs réserves, leur retard technologique, le froid sibérien, etc., sans oublier les impératifs de politique intérieure et de stratégie énergétique: autant d'éléments qui détermineront si l'U.R.S.S. va manquer de pétrole.

TOUT SAVOIR SUR LA MISE AU POINT AUTOMATIQUE

p. 111

par Roger Bellone

LES JEUX

p. 120

par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin,
Pierre Kohler, Alain Ledoux, Henri-Pierre Penel,
Olivier Gutron, Renaud de La Taille et Peter Watts

DERNIÈRE ÉTAPE AVANT LES ROBOTS: LES MACHINES PARLANTES p. 134

par Irène Andrieu

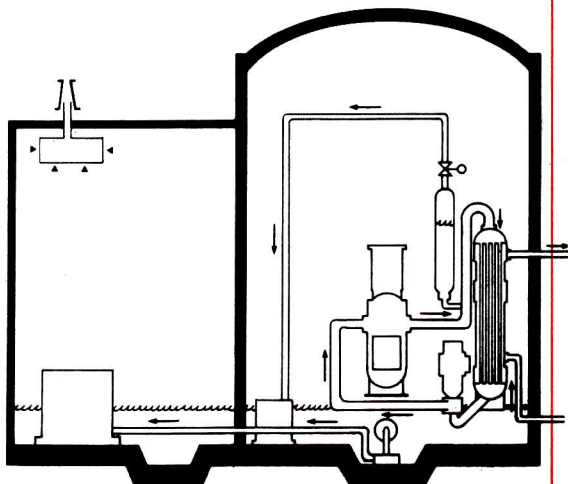
SCIENCE & VIE A LU POUR VOUS p. 140

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE p. 145

dirigée par Luc Fellot

LA LIBRAIRIE DE SCIENCE & VIE p. 152

ENCART CLUB FRANÇAIS DU LIVRE pp. 1-4



A Three Mile Island, après l'évacuation dans l'atmosphère du krypton 85 radioactif, pourront commencer la décontamination et la réparation de la centrale nucléaire. Les autorités se veulent rassurantes, mais la population tout autour a peur.

TOUT VOUS REUSSIT



Prenez un film
Kodachrome,
prenez une journée
à vous, du lever
au coucher du soleil
et partez... tranquille.
C'est ça le plaisir
de photographier
avec les films
Kodachrome 25 ou 64.
Parce que
vous réussirez tout :
les lointains,
les portraits, les détails,
les nuances,
la vie, les couleurs...
Tout ce qui se passe
sous la lumière du jour.



TRAITÉ EN FRANCE PAR KODAK

**FILM
KODACHROME.
DU MATIN
JUSQU'AU SOIR.**



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'Études, 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 M14 H

Centre d'Études, 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 1,50 F pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponse).

MON NOM

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
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint : Jean-René Germain
Secrétaire de rédaction : Edith Pillain
Michel Eberhardt
Renaud de la Taille
Gérard Morice
Alexandre Dorozynski
Pierre Rossion
Jacques Marsault
Françoise Harrois-Monin
Sophie Seroussi
Michel de Pracontal
Jacqueline Denis-Lempereur

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

Maquette
Mise en page : Natacha Sarthoulet
Assistante : Virginia Silva

Documentation : Anne-Françoise Montaron
Correspondants
New York : Sheila Kraft, 625 Main Street
Roosevelt Island
New York - 10044
Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent
London W4, 1 HF

Promotion - Diffusion
Directeur : Paul Cazenave
Assistante : Elisabeth Drouet
Directrice des Ventes : Ariane Carayon
Maquette : Guy Le Bourre

Publicité :
Excelsior Publicité - Interdec
67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225.53.00



Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de Commission paritaire : 57284

A nos abonnés BVP

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

A nos lecteurs

● Nos reliures : Destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de SCIENCE ET VIE peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix global de 38 F Franco (Pour les tarifs d'envoi 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°).
● 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 virements 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 1980 « Science et Vie ».

des études..un métier

APPRENDRE RAPIDEMENT – EFFICACEMENT – A SON RYTHME

Liste des brochures et des enseignements de l'Ecole Universelle

T.D. ENSEIGNEMENT DU 1er DEGRE

10^e - 9^e - 8^e - 7^e.

T.S. - ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

De la 6^e à la 3^e - B.E.P.C. - Secondes -
Premières A.B.C.D. - Classes terminales
A.B.C.D. - BACCALAUREAT.

T.T. ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

B.E.P. - BACCALAUREAT de technicien
F.G. - (Secondes T. Ab3 - Premières et
Terminales F1, F3G).

C.C. COMMERCE

C.A.P. : (sténodactylo - employée de
bureau - Banque - Assurances). B.P.,
B Tn G3 - Représentant - Directeur
Commercial - Marketing - HOTESSE -
GESTION DES ENTREPRISES.

C.S. SECRETARIAT

C.A.P. STENOGRAPHIE - B.E.P.
B Tn G1 - B.T.S. - Sténodactylo - Secrétaire
de Direction - de Médecin - Sténodisca.

D.P. DESSIN - PEINTURE

P.H. PHOTOGRAPHIE

E.M. ETUDES MUSICALES

I.N. INDUSTRIE

C.A.P., B.P., B Tn, Electricité - Mécanique
Auto - Dessin industriel en mécanique.

E.D. - CAPACITE EN DROIT - DEUG.

Admission en Faculté des non-bacheliers.

E.L. ETUDES SUP. DE LETTRES

Admission en Faculté des non-bacheliers -
D.E.U.G. - C.A.P.E.S. - AGREGATIONS.

E.S. ETUDES SUP. DE SCIENCES

Admission en Faculté des non-bacheliers -
D.E.U.G. - C.A.P.E.S. Agrégations - Maths
Sup. - Maths Spé. P.C.E.M.

P.M. SOCIALES ET PARAMEDICALES

Examens d'entrée dans les écoles de :
Infirmières - Educateurs de jeunes enfants
Sages-femmes - Auxiliaires de puériculture
Aides soignantes - Masseurs
Kinésithérapeutes - Assistante dentaire -
Cours de connaissances médicales
élémentaires - Secrétaire de médecin -
B Tn F8: Classe terminale.

N.P. ECOLES NORMALES

C.A. PEDAGOGIQUE

C.B. C.A.P. ESTHETICIENNE

(stages pratiques gratuits). Coiffure -
C.A.P. mixte.

F.P. FONCTIONNAIRE

Education nationale - Police - Economie
et Finances - P.T.T. - Affaires étrangères -
Eaux et Forêts - SECRÉTAIRE COMPTABLE
A LA BANQUE DE FRANCE.

V.T. ECOLES VETERINAIRES

E.C. COMPTABILITE

C.A.P. employée de comptabilité - B.E.P.,
B.P., B Tn G2 - B.T.S., D.E.C.S.
(certificats). Magasinier - Comptable -
Cours de comptabilité Commerciale et
Techniques Comptables. GESTION DES
ENTREPRISES.

L.V. LANGUES ETRANGERES

Anglais - Allemand - Espagnol sur
CASSETTES - Italien - Arabe - Examens
Chambres de Commerce étrangères.

P.R. INFORMATIQUE

Initiation - Programmeur de gestion -
Cobol - C.A.P.

P.C. CULTURE GENERALE

T.B. BATIMENT - METRE - DESSIN

B.E.P. Métreur

O.R. ORTHOGRAPHE - REDACTION

Calcul - Mathématiques Modernes.

R.T. RADIO - TELEVISION

Monteur - Dépanneur

C.O. COUTURE - C.A.P.

Cours complet de couture.

SOCIÉTÉ NOUVELLE

ECOLE UNIVERSELLE

ETABLISSEMENT PRIVÉ D'ENSEIGNEMENT A DISTANCE 28, RUE PASTEUR 92210 SAINT-CLOUD

59, BD EXELMANS 75781 PARIS Cedex 16.

Nom, prénom _____

Adresse _____

Niveau d'études _____ Age _____

Diplômes _____

BON POUR UNE BROCHURE GRATUITE

PROFESSION ENVISAGÉE

INITIALES DE LA
BROCHURE DEMANDÉE

804

ECOLE UNIVERSELLE

28, RUE PASTEUR 92210 SAINT-CLOUD - Tél. 771.13.80

LE PLUS FORT TIRAGE DE LA PRESSE AUTOMOBILE

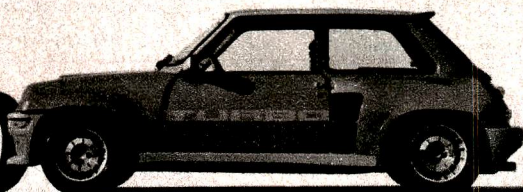
L'ACTION

AUTOMOBILE ET TOURISTIQUE

Notre
**SONDAGE
EXCLUSIF:
LES FRANÇAIS ET
L'AUTOMOBILE**

ÉTATS GÉNÉRAUX DES AUTOMOBILISTES UN TOURNANT IMPORTANT

10 ESSAIS:
R5 TURBO
ET 9 BERLINES "MUSCLÉES"



6 F N° 236 • JUILLET-AOÛT 80

1er ESSAI:
**RENAULT 18
DIESEL**

49 fr. belges • 1500 liras • 250 fr. suisses • 1,75 \$ canadien • 125 pesetas • 100 escudos
IM 1009-236-6 F

EN VENTE PARTOUT

L'ACTION
AUTOMOBILE ET TOURISTIQUE

**LE PLUS FORT TIRAGE DE
LA PRESSE AUTOMOBILE**

550.000 EXEMPLAIRES CHAQUE MOIS



**LE GRAND
MAGAZINE FRANÇAIS**

de l'automobile, du tourisme, des loisirs

- Essais des plus récents modèles.
- Compétition automobile comme si vous y participez.
- Conseils pratiques et de défense de l'automobiliste.
- Reportages touristiques, conseils et itinéraires de voyage.
- Auxiliaires de vos loisirs : caravanes, bateaux, autoradios, appareils photo, etc., décrits, essayés et comparés...

**UN RENDEZ-VOUS MENSUEL
A NE PAS MANQUER**

PROFITEZ DE CETTE OFFRE EXCEPTIONNELLE,
ET SI VOUS ÊTES DÉJÀ ABONNÉ, INVITEZ
VOS AMIS A EN BÉNÉFICIER.

**TARIF
SPECIAL**

ABONNEMENT D'ESSAI

à retourner, paiement joint,
à l'ACTION AUTOMOBILE,
5, rue de la Baume 75008 PARIS.

**6 mois
6 numéros 24F** seulement
(au lieu de 36 F)

Nom : _____

Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Ci-joint : ☐ Chèque bancaire ☐ Mandat-lettre
☐ C.C.P. 3 volets (sans indiquer de N° de compte)
à l'ordre de l'Action Automobile. 1.08.80.7.18

L'étonnante idée d'un célibataire

Pierre et Sophie avaient eu le coup de foudre à la Gare Saint-Lazare.

Et depuis 10 ans, ils vivent un couple "tout ce qu'il y a de super" comme dit la sœur de Sophie.

Normal ? Hum ! En fait 5 % des époux recommenceraient avec le (la) même à 60 ans (les sondages).

Mais Pierre et Sophie portaient gagnants parce qu'ils avaient choisi parmi des partenaires dont le caractère, le tempérament, le "rythme de vie", entre autres, coïncidaient avec leur personnalité.

Responsable du recrutement dans sa Société, Pierre savait qu'on peut choisir presque à coup sûr un candidat dès lors que son profil correspond à celui du collaborateur idéal.

Il s'était souvenu de la leçon le jour où il avait voulu choisir sa femme.

Pourquoi ne feriez-vous pas comme lui ?

Lisez "Pour un couple nouveau" un livret d'information en couleurs passionnant distribué gratuitement.

BON GRATUIT

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

M., Mme, Mlle _____

Prénom _____ Age _____

Adresse _____

■ ION FRANCE (SV71) 94, rue Saint-Lazare, 75009 PARIS - Tél.: 526.70.85 +

■ ION RHONE-ALPES (SVR71) 35, av. Rockefeller, 69003 LYON - Tél. 854.25.44

■ ION MIDI-AQUITAINE (SVM71) 31, allée Demoiselles, 31400 TOULOUSE Tél. 53.25.95

■ ION BELGIQUE (SVB71) Rue du Marché-aux-Herbes 105, Boîte 21 1000 BRUXELLES Tél.: 511.74.30

■ ION SUISSE (SVS71) 10, rue Petitot, 1211 GENEVE-11 - Tél.: (022) 21.75.01

SCIENCE & VIE

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner accompagné de son règlement
à

SCIENCE ET VIE

5, rue de la Baume 75008 PARIS

● JE DÉSIRES M'ABONNER POUR :

- ☐ 1 An ☐ 1 An + Hors Série
☐ 2 Ans ☐ 2 Ans + Hors Série

A compter du numéro de _____

NOM _____

PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____

VILLE _____

● J'ÉTABLIS MON TITRE DE PAIEMENT DE _____ F PAR

- ☐ Chèque bancaire ☐ Mandat-lettre
☐ CCP 3 volets (sans indiquer de numéro de compte)
A l'ordre de SCIENCE ET VIE

Etranger : mandat international ou
chèque bancaire compensable à Paris.

Signature : _____

POUR VOUS ABONNER

Vous avez donc le choix entre deux formules :

- l'abonnement simple aux seuls numéros mensuels,
- vous désirez recevoir, en outre, les quatre hors série thématiques, de parution trimestrielle.

NOS TARIFS

	France ZF	Etranger
1 an 12 N ^{os}	104 F	140 F
1 an 12 N ^{os} + 4 HS	150 F	190 F
2 ans 24 N ^{os}	198 F	270 F
2 ans 24 N ^{os} + 8 HS	289 F	370 F

NOS CORRESPONDANTS ÉTRANGERS

BÉNELUX : S.A. Imprimerie et Journal LA MEUSE
8-12, bd de la Sauvenière 4000 LIÈGE
CCP 000-0274890-89
1 AN : 600 FB
1 AN + 4 HS : 900 FB

CANADA ET U.S.A. : PERIODICA inc. C.P. 220
Ville Mont Royal P.Q. CANADA H3P 3C4
1 AN : \$ 32
1 AN + 4 HS : \$ 42

SUISSE : NAVILLE ET CIE 5-7, rue Levrier
1211 GENÈVE 1 SUISSE
1 AN : 50 FS
1 AN + 4 HS : 70 FS

RECOMMANDÉ ET PAR AVION : nous consulter.

ÉCONOMIES D'ÉNERGIE :

**LE RAIL EST UN MOYEN
DE TRANSPORT
ÉCONOME EN PÉTROLE.**

POURQUOI?

- Le train utilise l'électricité.
pour 77 % du trafic.
- Il roule acier sur acier et en convoi,
et dépense ainsi peu d'énergie pour
maintenir sa vitesse.
- Il circule sur ses propres voies,
de façon fluide parce que programmée.
- Et souvent la nuit...
donc en période creuse pour
la consommation d'électricité.
- En 1979, la SNCF,
a transporté **36%**
du total des marchandises
- avec seulement **8,8%**
de l'énergie
consommée
par l'ensemble du secteur
du transport
des marchandises.



**PARCE QU'ILS UTILISENT
L'ÉLECTRICITÉ LES TRAINS
FONT APPEL A TOUTES
LES SOURCES
D'ÉNERGIE PRIMAIRE.**

Les étonnantes possibilités de la mémoire

J'étais loin de me douter, en arrivant chez mon ami W.R. Borg, que j'allais être le témoin d'un spectacle vraiment extraordinaire et décupler ma puissance mentale.

Il m'avait fait venir à Stockholm pour parler aux Suédois de Pasteur et de nos grands savants français et, le soir de mon arrivée, après le champagne, la conversation roula naturellement sur les difficultés de la parole en public, sur le grand travail que nous impose à nous autres conférenciers la nécessité de savoir à la perfection le mot à mot de nos discours.

W.R. Borg me dit alors qu'il avait probablement le moyen de m'étonner, moi qui lui avais connu, lorsque nous faisions ensemble notre droit à Paris, la plus déplorable mémoire.

Il recula jusqu'au fond de la salle à manger et me pria d'écrire cent nombres de trois chiffres, ceux que je voudrais, en les appelant à haute voix. Lorsque j'eus ainsi rempli de haut en bas la marge d'un vieux journal, W.R. Borg me récita ces cent nombres dans l'ordre dans lequel je les avais écrits, puis en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par les derniers. Il me laissa aussi l'interroger sur la position respective de ces différents nombres: je lui demandais par exemple quel était le 24^e, le 72^e, le 38^e, et je le vis répondre à toutes mes questions sans hésitation, sans effort, instantanément, comme si les chiffres que j'avais écrits sur le papier étaient aussi inscrits dans son cerveau.

Je demeurai stupéfait par un pareil tour de force et je cherchai vainement l'article qui avait permis de le réaliser. Mon ami me dit alors: "Ce que tu as vu et qui te semble extraordinaire est en réalité fort simple: tout le monde possède assez de mémoire pour en faire

autant, mais rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté."

Il m'indiqua alors le moyen d'accomplir le même tour de force et j'y parvins aussitôt, sans erreur, sans effort, comme vous y parviendrez vous-même demain.

Mais je ne me bornai pas à ces expériences amusantes et j'appliquai les principes qui m'avaient été appris à mes occupations de chaque jour. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures; les conférences que j'entendais et celles que je devais prononcer; le nom des personnes que je rencontrais, ne fût-ce qu'une fois, les adresses qu'elles me donnaient et mille autres choses qui me sont d'une grande utilité. Enfin je constatai au bout de peu de temps que non seulement ma mémoire avait progressé, mais que j'avais acquis une attention plus soutenue, un jugement plus sûr, ce qui n'a rien d'étonnant puisque la pénétration de notre intelligence dépend surtout du nombre et de l'étendue de nos souvenirs.

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez W.R. Borg de vous envoyer son intéressant petit ouvrage documentaire "Les Lois Eternelles du Succès"; il le distribue gratuitement à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici son adresse: W.R. Borg, dpt 647 chez Aubanel, 6, place St-Pierre, 84028 Avignon. Le nom Aubanel est pour vous une garantie de sérieux. Depuis 250 ans, les Aubanel diffusent à travers le monde les meilleures méthodes psychologie pratique.

E. BARSAN

BON GRATUIT

A découper ou à recopier et à adresser à W.R. Borg, dpt 647 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 _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____

Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.

LA VÉRIDIQUE HISTOIRE DU « PÈRE » DE LA PARAPSYCHOLOGIE

Les partisans à tout crin de la parapsychologie invoquent volontiers l'exemple de J.B. Rhine, fondateur de la parapsychologie dite scientifique, comme celui de la rigueur imparable. Une récente étude biographique, doublée d'une en-

● Joseph Banks Rhine s'est éteint dans les premiers jours d'avril, âgé de 84 ans, à Hillsborough, en Caroline du Nord, non loin de l'université Duke où il avait travaillé près de quarante ans. Il était le principal fondateur de la parapsychologie qui se veut scientifique. Son laboratoire était La Mecque de tous ceux qui, dans le monde entier, se passionnent pour le paranormal. Si aujourd'hui la réflexion, dans ce domaine, se hasarde volontiers en des chemins divergeant des siens, Rhine n'en a pas moins exercé une influence ineffaçable, par sa longue et patiente expérimentation comme par la clarté avec laquelle il a défini et classé les phénomènes à explorer et à expliquer. Le vocabulaire qu'il a forgé — faculté « psi », perception extra-sensorielle, psychokinèse — sert aux praticiens qui font exhibition publique de pouvoirs paranormaux comme à l'abondante littérature qui les commente et parfois leur cherche un fondement dans des extrapolations de la physique contemporaine.

La mort peut changer un personnage, puisqu'elle le livre à l'interprétation d'autrui. Mais Rhine n'aura pas attendu d'entrer dans l'éternité pour se voir consacré comme le prototype du savant à la fois austère et affable, à l'esprit ouvert et rigoureux, qui a su faire passer la recherche en matière de paranormal à un niveau respectable : du rapport invérifiable à l'observation méthodique de phénomènes reproductibles, du qualificatif au quantitatif, de l'amateurisme à la discipline. Quand on retrace sa destinée personnelle et la courbe suivie par sa pensée et ses travaux, ce portrait conventionnel

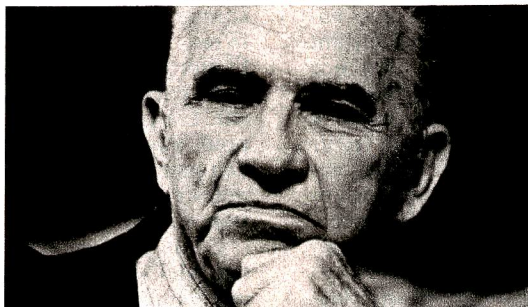
s'efface derrière une personnalité plus complexe, intéressante par elle-même, mais surtout par la lumière qu'elle jette sur les ressorts profonds de l'intérêt pour la parapsychologie.

Adolescent, Joseph Banks Rhine avait résolu de devenir pasteur. Pendant un an et demi, il étudie la théologie au collège de Wooster. En Europe, c'est la Première Guerre mondiale. L'Amérique entre dans la danse en avril 1917. Rhine est engagé volontaire dans les *marines*. Quand il rentre, il n'a pas perdu la foi, au contraire, mais sa vocation pastorale est émoussée. En 1920, il épouse une amie de collège, Louisa Weckesser. Tous deux entrent à l'université de Chicago où ils étudient la physiologie végétale. En 1925, ils sont l'un et l'autre docteurs en sciences, puis, pendant deux ans, Rhine enseigne à la faculté de botanique de l'université de Virginie occidentale.

Entre-temps avaient eu lieu deux rencontres qui décidèrent de leur carrière. Peu après leur mariage, ils assistent à une conférence de Sir Arthur Conan Doyle, créateur de Sherlock Holmes, mais aussi apôtre du spiritisme ; c'est pour eux une révélation. « Il y avait sûrement une part de vérité dans ce qu'il pensait », a écrit Rhine, « et même si Sir Arthur pouvait se tromper dans les détails, c'était d'une importance transcendante. Cette simple possibilité fut la pensée la plus exaltante qui m'était venue pendant des années. »

En 1926, le couple entend un autre conférencier britannique, William McDougall, président de la célèbre British Society for Psychical Research, et titulaire depuis 1920 d'une chaire de

Joseph Banks Rhine



quête minutieuse, indique pourtant que Rhine, en dépit de sa foncière honnêteté, ne fut pas cet exemple-là. Et que, dans un domaine où le moindre écart statistique pèse lourd, il a bien pu être dupe de tricheurs doués.

psychologie à l'université Harvard. McDougall raconte ses expériences avec les médiums et expose sa philosophie dualiste : l'esprit existe indépendamment du cerveau, mais ils réagissent l'un sur l'autre. Il termine en invitant les universitaires américains à suivre son exemple en se lançant dans la recherche « psychique » (au sens anglais du terme, c'est-à-dire, comme on disait alors en France, « métapsychique »).

Les Rhine se mettent aussitôt à la disposition de McDougall. Ils le suivent quand il est nommé, en 1927, professeur à l'université Duke à Durham, où Rhine se voit offrir lui-même une chaire de psychologie. Avec la bénédiction — assortie d'une aide financière — du directeur de l'université, les Rhine rassemblent autour d'eux un petit groupe d'étudiants. Objectif majeur : travailler avec des médiums professionnels pour prouver la survie après la mort.

Cette phase initiale des travaux de Rhine est pudiquement gommée dans les écrits ultérieurs des fervents du paranormal. C'est que la grande vogue des médiums de la belle époque a sombré, en Europe, dans le ridicule et le discrédit. Les plus notoires d'entre eux, comme la jolie Florence Cook, qui sut tourner la tête à l'illustre physicien William Crookes, et qui reconnut plus tard s'être moquée du savant tombé amoureux d'une « réincarnation » baptisée Katie King ; la matrone Eusapia Palladino, qui se produisit à l'université Harvard et qui cachait sous d'amples jupes tout un matériel d'illusionniste ; Margery, qui fut l'un des premiers médiums testés par les Rhine et qui vomissait des « ectoplasmes » achetés à la triperie voisine ;

tous ou presque ont été pris en flagrant délit de fraude ou se sont eux-mêmes, sur le tard, gloriés de leurs supercheries.

Le premier rapport de Rhine, en 1934, apparut à beaucoup comme la planche de salut. Après tant d'humiliantes mystifications, il apportait enfin la promesse d'une bonne conscience scientifique. Plus de référence aux exploits des médiums, ni même aux innombrables récits de manifestations paranormales spontanées, entassées pendant des années dans les dossiers de la *Society for Psychical Research*. Seuls doivent entrer en ligne de compte des faits contrôlés et mesurables, reproduits à la volonté de l'expérimentateur. Rhine laisse même de côté, provisoirement, l'hypothèse de la télépathie pour celle, plus crédible, de la perception extra-sensorielle, *Extra-Sensory Perception* (titre même du rapport) dont le sigle ESP sera bientôt popularisé au point de devenir un terme courant de la langue. La vieille métapsychique (*psychics* pour les Anglo-Saxons) décidément déconsidérée se refait une vertu en changeant de nom : Rhine a trouvé pour elle, chez des auteurs allemands, le nom plus prestigieux de *parapsychologie*.

Cette auréole de scientificité que les tenants du paranormal entretiennent autour de la démarche intellectuelle de Rhine résiste mal à la réalité historique telle que nous la connaissons par l'intéressé lui-même. Car, s'il s'est trompé ou s'il s'est trop facilement laissé tromper, sa sincérité ne peut être mise en doute, et il a honnêtement exposé ses motivations : trouver une preuve expérimentale de la survie ou, à défaut,

des pouvoirs propres de l'esprit. Il n'a nullement caché ses tentatives avec des médiums, qui ont duré huit ans : c'est par lui que nous les connaissons, comme les fraudes qu'il lui a bien fallu déjouer, encore qu'il se montre assez discret sur le détail. Les scientifiques s'efforcent de mettre en évidence des phénomènes nouveaux et de dégager les lois qui les régissent ; Rhine, lui, veut démontrer en laboratoire la réalité de phénomènes postulés à l'avance, et ce afin de conforter une croyance.

Les spécialistes de l'histoire des sciences savent bien que nulle démarche scientifique n'est purement objective ni dégagée de pressions sociales ou psychologiques. Il demeure pourtant exceptionnel qu'on veuille prouver l'existence de faits totalement irréels afin de servir une option idéologique. Une des exceptions est celle du biologiste soviétique Lyssenko qui, pour complaire à Staline, assura qu'il créait des variétés végétales nouvelles uniquement par adaptation au milieu : ou bien la nouvelle variété n'existait que dans son imagination, ou bien elle résultait de croisements dont les effets s'expliquent beaucoup mieux par la génétique classique que par les théories de Lyssenko.

L'Amérique ne reconnaît pas de doctrine scientifique officielle(!), et Rhine n'avait ni le désir, ni le pouvoir d'en venir à de telles extrémités. Il ne souhaitait pas vaincre, mais convaincre ses collègues de l'authenticité de ses découvertes. Lorsque certains d'entre eux, refaisant ses expériences, publièrent des résultats négatifs, il se contenta de manifester quelque acrimonie, les accusant de malveillance à son égard. Mais il tint compte de leurs objections, affinant ses méthodes d'expérimentation pour réduire la possibilité de truquage ou d'une intervention même involontaire de l'opérateur qui fausserait les résultats.

La personnalité de Rhine combine ces deux facteurs : d'une part la méticulosité de l'homme de laboratoire, rompu aux contre-épreuves et aux vérifications expérimentales ; et d'autre part une certitude absolue, hors du rationnel, de la réalité du psi. Certitude qui peut aller jusqu'à la naïveté. En 1927, Rhine avait été émerveillé par les talents d'une pouliche, "Lady Wonder". Il choisissait mentalement un chiffre ou une lettre, qu'il inscrivait sur un bloc-notes, sans le montrer à personne à ce moment-là. Il concentrait sa pensée et le cheval la « lisait » en désignant du museau, dans un assortiment de cubes, celui qui portait le signe choisi. C'est un tour bien connu des gens du cirque. Un animal désigne une succession de lettres ou de chiffres qui répondent à une question ou donnent le résultat d'une opération arithmétique. En fait, il a été dressé à réagir à un signal qui n'a pas été remarqué des spectateurs : geste banal de l'entraî-

neur, intonation de voix. Mais Rhine fut aussitôt convaincu que la bête recevait ses informations par télépathie, en lisant dans sa pensée. Avec sa femme, il envoya à une revue de psychologie une *Enquête sur un cheval lecteur de pensée*, suivie plus tard d'un second article aussi enthousiaste.

Rhine avait pourtant remarqué que l'expérience ne réussissait (car elle ne réussissait pas toujours) que lorsque la propriétaire de Lady Wonder, une certaine Mrs. Fonda, se tenait à proximité. Au lieu de prier celle-ci de s'éloigner, il l'autorisa à rester sur place ; il fallait calmer la pouliche nerveuse. De toute façon, affirme Rhine, Mrs. Fonda était tenue dans l'ignorance du chiffre choisi. La fraude était donc exclue. Il fallut attendre le second rapport sur *Lady Wonder, le cheval lecteur de pensée*, pour que Rhine, à son insu, donne la clé de l'énigme : lorsqu'il notait le chiffre sur son bloc-notes en se tenant *derrière* Mrs. Fonda, l'expérience échouait.

Ce qu'apprenant, un illusionniste professionnel, Melbourne Christopher, décide d'assister à une démonstration de Lady Wonder sans révéler son métier. Mrs. Fonda lui remet un long crayon et un bloc-notes, l'invite à s'écarter et à écrire un chiffre. Christopher fait semblant de tracer un 8, mais il ne touche le papier que pour faire un 3. La pouliche devine un 8. Pour Christopher, l'explication est immédiate : Mrs. Fonda pratiquait la "lecture au crayon", technique bien connue des illusionnistes et qui consiste à deviner ce qu'écrit quelqu'un en observant les mouvements de son crayon.

Melbourne Christopher a raconté plus tard cette expérience dans un long article sur "les animaux lecteurs de pensée". Les Rhine ont reconnu que Mrs. Fonda recourait bien au truc dévoilé par l'illusionniste, mais selon eux, elle n'aurait commencé à le faire qu'en 1928, parce que Lady Wonder, à cette époque, avait perdu son pouvoir psi. Avant cette date, donc lorsque Rhine lui-même procédait à des expériences, Lady Wonder devinait réellement sa pensée par télépathie...

L'histoire de la pouliche surdouée est certes marginale dans la carrière de Rhine. Mais elle est un bon exemple de l'étrange inhibition de l'esprit critique qu'entraîne l'attitude du "vouloir croire".

C'est à partir de 1930 que Rhine se détache progressivement de ses tentatives de communication avec les morts pour s'orienter vers ce qu'il appellera l'ESP. Il utilisait alors, pour ses séances de spiritisme, l'Irlandaise Eileen Garrett, célèbre pour avoir transmis des messages du capitaine du dirigeable R-101, quelques jours après la catastrophe où la plupart des passagers du vaisseau avaient péri avec le capitaine lui-même. Rhine n'était pas très convaincu de l'authenticité des communications que son médium entretenait avec l'au-delà. Surtout, il ne voyait pas comment cette authenticité aurait pu être démontrée scientifiquement. Or ce qui l'in-

(1) Il faut pourtant noter l'action des «fondamentalistes» qui, en plusieurs États, ont réussi à imposer dans les écoles, parallèlement à l'enseignement de l'évolutionnisme, celui de la Création d'après la lettre de la Genèse. Une nouvelle offensive se développe actuellement en ce sens.

téressait, c'était la recherche d'une preuve expérimentale, capable de convaincre les incrédules, sinon directement de la survie, du moins des pouvoirs transcendants de l'esprit.

La technique de choix, qu'avant Rhine les métapsychistes avaient commencé à pratiquer, est la divination des cartes. Mais au lieu des vulgaires cartes à jouer, un assistant de Rhine invente des cartes spéciales, marquées de l'un des cinq symboles géométriques suivants : un cercle, un rectangle, une croix (signe arithmétique "plus"), trois parallèles ondulantes, une étoile. Ces cartes de Zener, d'abord fabriquées à l'université Duke avec des procédés artisanaux, ont ensuite été produites industriellement et commercialisées à l'intention des parapsychologues amateurs.

La présence d'un autre facteur que le hasard est évidente

Dans une de ses dernières publications, qui date de 1974, Rhine distingue trois mécanismes d'ESP : 1° la clairvoyance, c'est-à-dire la conscience de choses ou de faits objectifs sans l'intermédiaire des organes des sens ; 2° la précognition, qui est la connaissance d'événements futurs ; 3° la télépathie, transmission directe de pensée d'une personne à une autre. Il tient pour prouvée la réalité des deux premiers phénomènes ; pour le dernier, tout en penchant dans le même sens, il ne veut pas encore formuler de conclusion définitive. Lors des premières expériences de l'université Duke, les distinctions étaient plus floues. On s'efforçait cependant de provoquer des phénomènes attribuables, sans ambiguïté, à un seul des trois mécanismes précités. Trois techniques prédominaient, toutes utilisant comme unités de base des paquets de 25 cartes, cinq pour chaque symbole.

Dans la première technique, le jeu est battu, coupé et étalé sur la table la face en dessous. On prend les cartes une par une, le sujet devine le symbole, on note sa réponse, la carte est mise à part, toujours face en dessous. Le choix de la carte peut être fait par l'expérimentateur, ou bien c'est le sujet lui-même qui la prend. On passe à une seconde carte, et ainsi de suite, les cartes devinées étant rangées au fur et à mesure en pile régulière. L'essai terminé, on les retourne, et on vérifie l'exactitude des réponses. Deuxième technique : on ne choisit pas les cartes, elles sont en tas régulier, le sujet doit les deviner une par une dans l'ordre où elles se présentent. La troisième technique n'utilise pas de cartes. L'expérimentateur pense à un symbole et le note. Le sujet doit deviner sa pensée et la noter. On vérifie ensuite les concordances ou les non-concordances. C'est un test de télépathie pure ; il semble avoir été abandonné.

Quelle que soit la technique utilisée, l'interprétation des résultats se base sur le calcul des probabilités. Chaque paquet contient 25 cartes réparties entre 5 symboles. Si le hasard seul intervient dans les réponses, on doit enregistrer

en moyenne cinq réussites (réponses justes) par paquet. Bien entendu il est normal que le nombre réel de réussites soit, pour certains paquets, inférieur ou supérieur à 5. Sur 100 paquets, plusieurs scores atteindront 9 réussites, un ou deux, 10 réussites ; avec de la chance on peut faire un paquet de 10 réussites. La probabilité qu'il apparaisse un score de 13 est encore de 1 contre 6 ; celle d'un score de 14 réussites est bien plus faible. Le score moyen — 5 réussites — est attendu une quarantaine de fois.

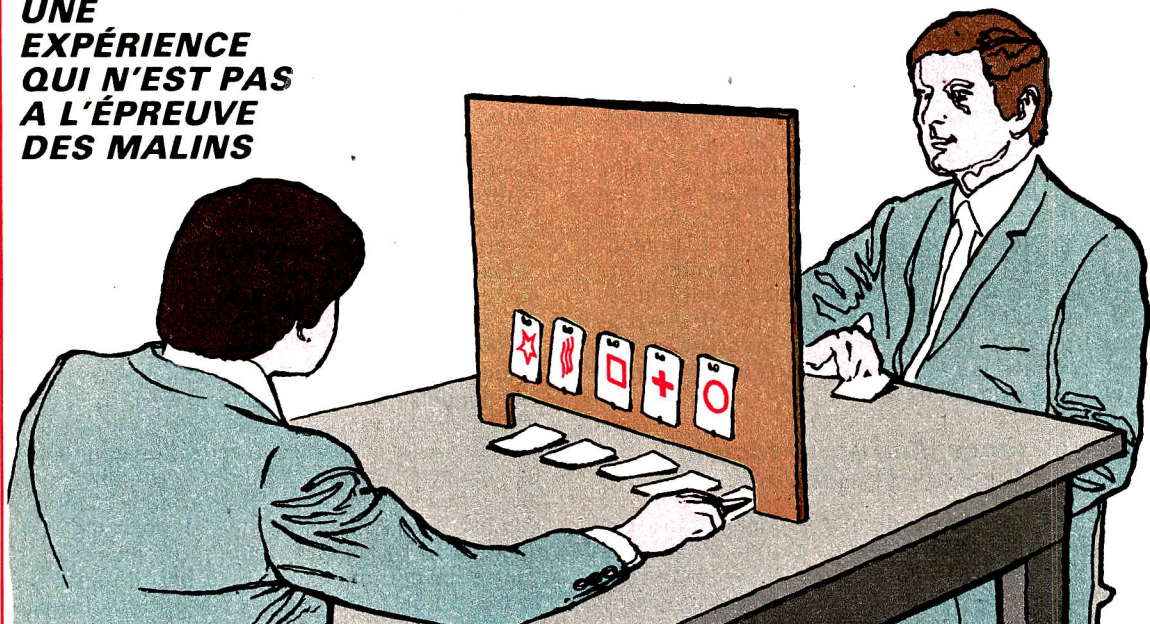
Les meilleurs sujets de Rhine réalisent des moyennes de 8 ou 9 réussites *sur un grand nombre de paquets*. Le plus brillant est un étudiant en théologie, Hubert E. Pearce, qui se destine, comme naguère Rhine, à devenir pasteur. Sur 690 paquets (soit 17 250 cartes tirées), son nombre moyen de réussites est 8. Cela peut paraître modeste à un profane. En fait, plus le nombre de paquets utilisés est élevé, et plus une moyenne très proche de 5 est probable. La probabilité d'une moyenne de 5,3 pour 690 paquets, due au hasard seul, n'est plus que 1 contre un million. Celle de la performance de Pearce est de 1 contre un nombre véritablement astronomique. La présence d'un facteur autre que le hasard est évidente : pour Rhine et ses collaborateurs, ce ne peut être que l'ESP.

Les rapports des parapsychologues de l'équipe de Rhine et la littérature parapsychologique en général, insistent fortement sur la rigueur avec laquelle ont été traités, du point de vue statistique, les résultats enregistrés à l'université Duke. Mais la contestation, dont nous allons maintenant parler, n'a jamais porté sur les méthodes de traitement des résultats, ou elle ne l'a fait qu'accessoirement et sur des points particuliers. Le plus fort calculateur — ou aujourd'hui le plus fiable des ordinateurs — avec le meilleur algorithme fondé sur la théorie des probabilités ne peut jamais traiter que les données qu'on lui fournit. Dans le cas présent, ce sont ces données qui ont d'abord été mises en cause, c'est-à-dire l'authenticité des résultats ; et par la suite, lorsque les tirages de cartes se sont comptés par millions, la sélection des séries proposées au calcul.

Il faut faire justice d'une légende assez répandue en France, selon laquelle les scientifiques auraient systématiquement refusé de s'intéresser aux travaux de Rhine et auraient rejeté ses découvertes a priori. Aux États-Unis du moins, qui sont riches en hommes et en moyens, la réalité fut exactement l'inverse. La publication du premier rapport sur l'ESP, en 1934, a suscité, à l'instar d'une communication d'importance majeure, un très grand nombre d'expériences et des discussions prolongées, où la passion polémique a, le plus souvent, cédé la place à la sérénité du débat scientifique.

Le premier, W.S. Cox, du département de psychologie de l'université de Princeton, publie, en 1936, le bilan de 25 064 tirages de cartes avec un effectif de 132 sujets. Pour les mettre dans un état d'esprit favorable, on leur avait

UNE EXPÉRIENCE QUI N'EST PAS A L'ÉPREUVE DES MALINS



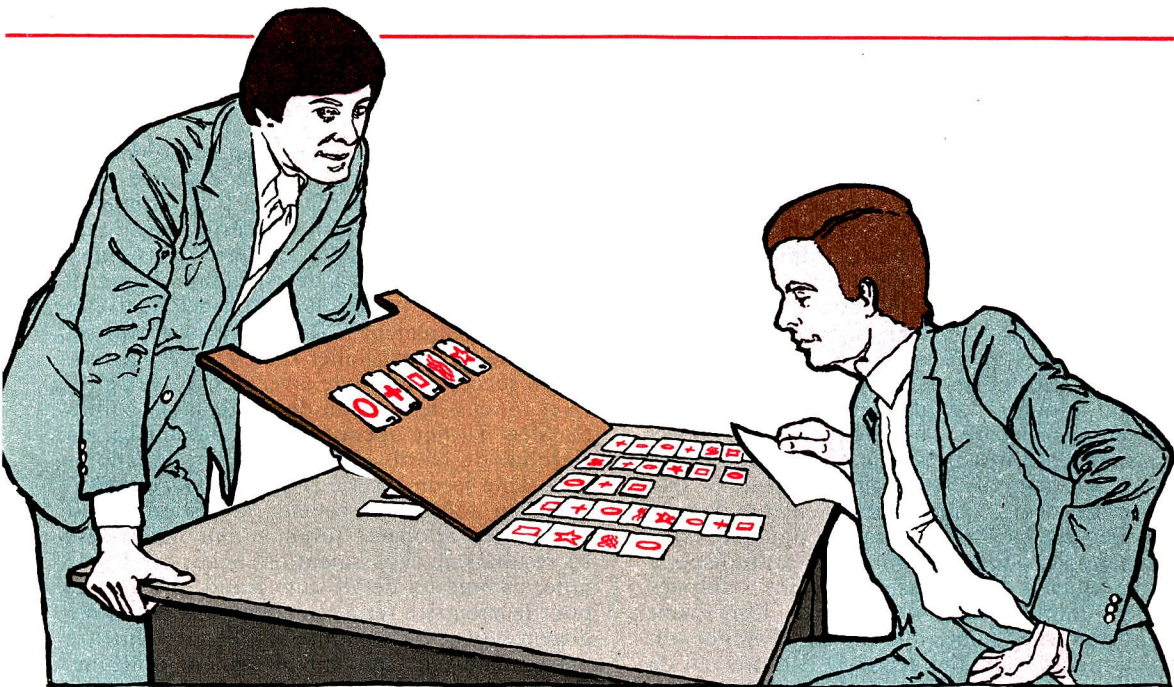
L'expérience Pratt-Woodruff impliquait trois participants : le principal expérimentateur, J.L. Woodruff ; l'« observateur », J.C. Pratt, chargé de surveiller les contrôles et dans certains cas de disposer des cartes ; et un sujet percipient. Trente-deux sujets furent testés. L'expérimentateur et le sujet sont assis de part et d'autre d'une table et séparés par un écran au bas duquel est ménagé une fenêtre qui peut être fermée par un volet mobile. Du côté du sujet, l'écran porte cinq supports sur lesquels on peut suspendre, dans un ordre variable, cinq cartes clés, chacune marquée d'un des symboles de Zener ; ceux-ci sont donc visibles pour le sujet et pour l'observateur, non pour l'expérimentateur. Devant la fenêtre, du côté du sujet et visibles pour l'expérimentateur, sont disposées à plat cinq cartes blanches, sans dessin, chacune exactement au-dessous d'une des cartes clés. Le sujet (ou, dans

certaines variantes, l'observateur) dispose les cinq cartes clés, dont l'emplacement respectif, durant le test, reste inconnu de l'expérimentateur. Celui-ci, ayant fermé un instant le volet, bat et coupe le paquet de cartes et le place sur la table face en dessous. Le volet étant relevé, le sujet doit deviner la carte supérieure du paquet, inconnue de lui comme de l'expérimentateur. Mais au lieu d'annoncer le symbole à haute voix, il désigne avec la pointe d'un crayon la carte blanche placée au-dessous du symbole choisi. L'expérimentateur place la carte devinée en regard de la carte blanche désignée, toujours face en dessous, et l'on poursuit jusqu'à épuisement du paquet. Le paquet terminé, l'expérimentateur retourne les cartes et note les symboles des cartes placées en face de chacune des cartes blanches. L'observateur, de son côté, note les positions des cartes clés, le nom du sujet, la date, etc.

d'abord exposé, de manière positive, les expériences de Rhine. Résultat : négatif ; l'ESP n'apparaît ni dans le score moyen du groupe, ni dans celui d'un des sujets en particulier. W.S. Cox estime que la divergence de ces résultats avec ceux de Rhine provient « soit de facteurs incontrôlables dans la procédure expérimentale, soit de la différence de sujets ». (Selon Rhine, 1 personne sur 5 peut obtenir des perceptions extra-sensorielles.) A l'université Colgate, E.T. Adams teste 30 sujets avec 30 000 tirages de cartes ; à l'université méthodiste du Sud, J.C. Crumbaugh enregistre 75 000 tirages avec plus de 100 sujets ; à l'université Brown, Raymond Willoughby, 41 250 tirages avec 9 sujets. A l'université John Hopkins, C.P. et J.H. Heinlein accumulent 127 500 tirages. Nulle part on n'obtient de confirmation des résultats de l'université Duke : dès que toute indication sensorielle sur l'identité des cartes est rendue impossible, les scores ne dépassent pas la

moyenne probable. En Grande-Bretagne, c'est un fervent de la recherche « psychique », le Dr S.G. Soal, qui se livre à 128 350 essais de télépathie et de clairvoyance, selon la méthode de Rhine, avec 160 personnes. Les expériences s'étendent sur cinq années. Le score moyen n'excède pas ce qu'indiquent les lois du hasard, sauf — très nettement — avec l'un des sujets, dont la performance n'avait qu'une chance sur 100 de se réaliser. Mais comme il y avait 160 sujets, on pouvait s'attendre à ce qu'un d'eux au moins réalise une telle performance. C'est un raisonnement qu'il faut garder à l'esprit quand on analyse ce genre d'expérience. La probabilité, pour chaque joueur à la Loterie nationale, de gagner le gros lot, est très faible ; n'empêche qu'il y a un gagnant, sans qu'il faille lui prêter des dons de précognition.

Puis, au fil des années, le *Journal of Parapsychology*, fondé par Rhine, publie d'autres comptes rendus, favorables ceux-là à l'ESP.



L'écran est alors rabattu et toutes les personnes présentes voient à la fois les cartes clés et les cartes « devinées ». L'observateur et l'expérimentateur prennent des notes qui pourront être confrontées avec les premiers enregistrements.

Sur un total de 60 000 cartes tirées, il y eut 12 489 réponses justes, soit en moyenne 5,204 par paquet.

Le hasard n'en fait attendre que 5. L'écart peut paraître minime ; pour un statisticien, étant donné le grand nombre de tirages, il est significatif de l'intervention d'un facteur autre que le hasard. Là encore l'analyse du Pr. Hansel, faite sur place en 1960, a mis en évidence au moins une possibilité que ce facteur n'ait rien à voir avec l'ESP. La faille du contrôle se situe dans le renouvellement à la main des positions des cartes clés, effectué à chaque

changement de paquet. Un expérimentateur attentif, connaissant nécessairement la place des cartes clés au cours de la partie précédente, peut deviner leur nouvel emplacement en suivant les gestes du manipulateur (que ce soit le sujet ou l'observateur) et par la suite, au moment où il retourne les cartes du paquet, en déplacer une ou deux d'une rangée à l'autre, de manière à fausser le score. Un moyen simple de rendre cette fraude impossible serait de rendre aléatoire (par exemple avec un tirage sur machine), au début de chaque partie (de chaque nouveau paquet), l'ordre des cartes clés, et de les disposer ensuite sur l'écran de telle manière que les gestes ne soient pas visibles de l'examineur. Le professeur Hansel souligne qu'il a été proposé au laboratoire de Rhine de reprendre les expériences avec cette légère modification de procédure ; cela n'a pas été fait. □

Dans son livre *Fads and Fallacies in the Name of Science* ⁽²⁾, l'écrivain scientifique américain Martin Gardner développe à sa façon l'argument de la loterie : « Imaginons qu'aux quatre coins des États-Unis, cent professeurs, ayant lu Rhine, décident de tester un sujet chacun de son côté. Les cinquante professeurs qui n'auront pas trouvé trace d'ESP au cours du premier test se décourageront et laisseront tomber ; les cinquante autres, confiants, s'obstineront. Sur ces cinquante-là, la plupart abandonneront après le deuxième tour ; quelques-uns cependant continueront, puisqu'ils obtiennent de bons résultats. En fin de compte, il restera un expérimentateur, dont le sujet aura réalisé un score élevé au cours de six ou sept séances consécutives. L'expérimentateur et son sujet ignorent les quatre-vingt-dix-neuf autres tenta-

tives et, par conséquent, tous deux auront l'illusion que l'ESP est à l'œuvre. « En fait les chances pour chaque expérimentateur, individuellement, de réaliser une telle série sont faibles ; mais la probabilité qu'un d'eux la réalise est beaucoup plus élevée dans l'ensemble du contexte ignoré d'eux. En sorte que, conclut Gardner, l'expérimentateur chanceux écrit un rapport enthousiaste, il l'envoie à Rhine, Rhine le publie dans sa revue « et les lecteurs sont très impressionnés ».

Sur les quelque 36 rapports favorables à l'ESP produits jusqu'en 1940 par des chercheurs extérieurs à leur équipe de Duke, Rhine et ses collaborateurs n'en ont retenu que cinq comme suffisamment valables pour appuyer leur thèse. Dans son article sur la parapsychologie de l'*Encyclopedia of the Unexplained*, paru en 1974, Rhine reproche assez vivement aux expérimentateurs qui n'ont pu reproduire ses résultats d'avoir fait connaître leurs échecs aux

(2) Paru en France sous le titre *les Magiciens démasqués* (Presses de la Cité, 1966).

journaux. Il affirme que d'autres expérimentateurs ont enregistré des scores favorables à l'ESP, mais ont préféré ne pas se compromettre.

Le peu de succès des tentatives de reproduction des expériences de Duke incita à relire attentivement les comptes rendus qui les relaient. Ils insistent sur les précautions prises pour rendre impossible toute fraude, délibérée ou inconsciente : les sujets n'auraient aucun moyen de recevoir une information sensorielle sur la carte qu'ils devaient deviner. Il apparut que les choses ne s'étaient pas tout à fait passées de cette façon. La première constatation qui mit la puce à l'oreille vint d'une comparaison entre les scores obtenus lorsque les sujets assistaient de très près à la manipulation des cartes et lorsqu'ils se tenaient à quelque distance. Les scores étaient bien meilleurs dans le premier cas. Or Rhine lui-même signalait, dans son rapport, que les premières cartes utilisées à Duke étaient défectueuses : certains symboles étaient imprimés sur des formats légèrement plus grands. Si faible que fût la différence, un sujet attentif, qui connaissait le jeu, pouvait de temps en temps identifier une carte retournée ; il suffisait d'un très petit nombre d'occurrences pour bouleverser le score en faveur de l'ESP.

Les performances de Pearce donnaient particulièrement à réfléchir. La technique employée au cours des essais avec ce sujet d'élite était la suivante. Pearce battait le jeu lui-même, l'expérimentateur le coupait et le plaçait sur la table. Pearce "devinait" cinq cartes. L'expérimentateur et le sujet regardaient alors les symboles et, ensemble, notaient les résultats. Les cinq cartes étaient replacées dans le jeu, qui était battu à nouveau, puis coupé, et l'on recommençait jusqu'à ce que le nombre de tirages atteigne 25, après quoi, si l'on voulait poursuivre la séance, on changeait de paquet. N'importe quel amateur de tours de cartes comprend qu'avec ce système, Pearce, qui connaissait les cinq cartes remises dans le jeu et participait ou assistait de près à la manipulation accroissait fortement ses chances de deviner la carte qu'on tirait ensuite "au hasard". L'expérience montre qu'avec cette technique, les cartes remises dans le jeu se retrouvent préférentiellement soit vers le haut soit vers le bas du tas. Les enregistrements des expériences, très détaillés, notent la position dans le tas des cartes tirées, en même temps que la déclaration — juste ou fausse — du sujet. On constate que, dans ce type d'expérience avec Pearce, les réponses justes obéissent à un curieux effet cyclique. Elles sont particulièrement nombreuses dans les positions 2, 7, 12, 17 et 22 ; viennent ensuite les positions 1, 6, 11 et 21. Dans les autres positions, les réponses justes sont moins fréquentes. Il est difficile d'expliquer la constance de cet effet par l'ESP, de même que la régularité avec laquelle les scores s'effondrent dès que Pearce, au lieu d'être assis à quelques décimètres en face de l'expérimentateur, est placé un peu plus loin. La perplexité

s'accroît quand on apprend, d'après le rapport même de Rhine, que cette technique de tirage des cartes avait été demandée par Pearce en personne.

Le rapport rend compte cependant d'une expérience réussie à très grande distance. Elle comprenait trois séries de tests. L'expérimentatrice, Miss Ownbey, tirait des cartes dans le laboratoire de Duke, à dates et heures convenues. Le sujet, Miss Turner, les devinait. L'une et l'autre notaient les résultats, qui devaient être transmis séparément à Rhine. La première série, du 30 juin au 7 juillet 1933, avec 3 paquets, fut un succès fantastique, avec des scores de 19, 16 et 16 réussites, très au-dessus de la probabilité. Miss Turner opérait à Lake Janaluska, en Caroline du Nord, à plus de 400 km du laboratoire. Une seconde série en juillet, puis une troisième en août (pour celle-ci, la distance avait été un peu allongée) furent moins heureuses : les résultats ne dépassaient pas le hasard. Rhine note, comme un détail sans grand intérêt, que pour la première série seulement une petite négligence avait été commise : au lieu de remettre personnellement son enregistrement à Rhine, comme prévu, Miss Turner l'avait confié à Miss Ownbey. Rhine n'envisage pas que cette dernière ait pu en profiter pour ajuster ses propres notes avant de transmettre le tout. Il se porte garant de la parfaite correction de l'expérimentatrice et de la valeur décisive de l'expérience.

Une autre expérience à grande distance est mentionnée. Elle était en cours d'exécution au moment où Rhine écrivait son rapport. On y retrouve comme sujet Hubert Pearce ; l'expérimentateur est un étudiant en psychologie, Pratt. Le compte rendu complet de l'expérience Pearce-Pratt a été publié et commenté plus tard. Rhine la tient pour une pièce maîtresse des travaux de son équipe. Elle a été longuement évoquée au symposium de l'Association américaine de psychologie, réuni à Columbus (Ohio) en septembre 1938. Une commission spéciale y fut chargée de réexaminer toutes les expériences de Rhine. Présidée par S.B. Sells, de l'université Columbia, elle comprenait plusieurs psychologues éminents, dont J.L. Kennedy, de l'université de Stanford.

En mai de la même année, l'attention s'était à nouveau portée sur certaines anomalies des cartes de Zener. Depuis 1936, ces cartes, fabriquées en grande série, étaient en vente publique aux États-Unis. Les paquets portaient la mention : *Cartes ESP pour expériences sur la perception extra-sensorielle, mises au point dans le Laboratoire de parapsychologie de l'université Duke, brevet J.B. Rhine*. Plusieurs psychologues s'étaient aperçus que dans certaines conditions d'éclairage, les symboles qui frappaient l'avers des cartes pouvaient être distingués par qui regardait les cartes de dos. De plus, la trame imprimée au dos des cartes s'étendait jusqu'aux tranches, de sorte que certaines cartes étaient identifiables — une fois connues — par les endroits où le massicot avait tranché le dessin de

la trame lors du découpage des cartes.

Une constatation du même genre avait déjà été faite deux ans plus tôt, à Londres, par le Dr Thouless, à qui Rhine avait envoyé deux paquets de cartes fabriquées artisanalement à Duke. Tenues face à la lumière d'une fenêtre et regardées avec attention, elles laissaient voir des symboles. Sur un paquet de 25, le Dr Thouless en identifia 9 par ce moyen ; à la lumière d'une lampe de 60 watts, il put en reconnaître 14. Averti, Rhine assura que les cartes utilisées au cours des expériences précédentes avaient été taillées dans un carton plus épais, de sorte qu'elles ne présentaient pas ce défaut. Mais ces cartes relativement grossières présentaient sur leur tranche des particularités individuelles encore plus nettes que celles de la production industrielle. Il parut difficile d'admettre, comme l'affirmait Rhine, que toute possibilité avait été éliminée de les reconnaître en les regardant de dos.

Un détail qui avait échappé à tout le monde

Au terme de l'enquête méthodique entreprise après le symposium de l'Association américaine de psychologie, J.L. Kennedy, membre de la commission Sells, conclut à trois causes possibles pouvant fausser les expériences : 1^o Informations sensorielles très faibles ou subliminales (perçues inconsciemment) : tactiles, visuelles auditives. 2^o Habitudes mentales ou préférences chez les participants. 3^o Erreurs dans l'enregistrement des résultats.

Analysant une par une les expériences publiées par Rhine jusqu'en 1938, Kennedy n'en retient que trois pour lesquelles il faut écarter toute possibilité d'une de ces causes d'erreur. L'une est la fameuse série de Pearce-Pratt.

L'expérimentateur, Pratt, étudiant diplômé en psychologie, retrouvait Pearce dans une pièce de l'université. Tous deux vérifiaient que leurs montres étaient exactement à la même heure. Pearce gagnait alors la bibliothèque voisine et s'y asseyait dans un renforcement entre les rayons, d'où il ne pouvait plus voir Pratt, dont il se trouvait alors à une distance d'au moins 100 yards (90 m). A l'heure convenue, Pratt tirait une première carte, puis une autre, de minute en minute, et les posait sur la table sans regarder l'avers. Le paquet terminé, il laissait passer cinq minutes et prenait un autre paquet. A la fin de la séance seulement, il retournait les cartes et dressait une liste des symboles qui avaient été successivement tirés. Pearce, lui, avait noté au fur et à mesure des tirages les symboles qu'il devinait. Les deux hommes remettaient séparément leurs procès-verbaux à Rhine, sous enveloppe cachetée.

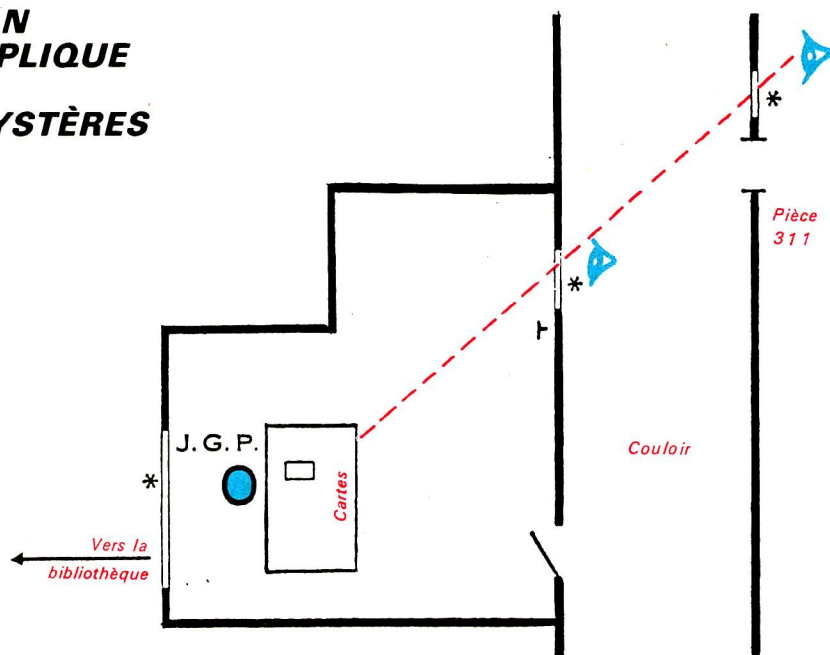
Il y eut en tout 22 séances, d'août 1933 à mars 1934, réparties en quatre sous-séries comprenant chacune de 1 à 3 paquets (en général 2) de 25 cartes. Les scores moyens par paquet, pour chaque sous-série, furent 9,9 — 6,7 — 7,3

— 9,3. Kennedy, dans son rapport, admet qu'aucune des causes possibles d'erreur qu'il a recensées ne peut être invoquée. L'expérience de Pearce-Pratt devient un classique de la littérature parapsychologique. C'est seulement vingt-six ans plus tard, en 1964, que l'enquête est reprise par le professeur C.E.M. Hansel, titulaire de la chaire de psychologie à l'université de Swansea (Grande-Bretagne). Hansel fait ce à quoi n'avait pas songé Kennedy. Il ne se contente pas d'éplucher des procès-verbaux. Il se rend à l'université Duke, dans les locaux où s'étaient déroulées les expériences. Il ne retrouve pas trace de Pearce, mais il retrouve Pratt, qui ne demande pas mieux que de lui faire visiter les locaux (voir encadré p. 24) et répond à ses questions sur la manière dont les cartes étaient manipulées. Il en ressort que Pearce avait au moins deux moyens d'observer Pratt à son insu, à travers des portes vitrées, pendant que l'expérimentateur était occupé, puis de regagner sa place dans la bibliothèque. Bien entendu cette particularité n'est pas mentionnée dans le compte rendu des expériences. Bien entendu aussi, le fait que Pearce pouvait tricher ne prouve pas qu'il l'ait fait : on peut préférer l'hypothèse d'une perception extrasensorielle. Reste à expliquer pourquoi, au cours de précédentes expériences où la distance entre le sujet et l'expérimentateur avait été portée à quelques mètres, Pearce avait perdu son pouvoir psi, pour le retrouver à 90 m et beaucoup plus...

Une autre expérience classique est celle de Pratt-Woodruff, du nom des deux expérimentateurs. Un dispositif astucieux, comprenant un écran placé sur la table entre le sujet et l'expérimentateur, permettait au premier de déclarer le symbole choisi sans rien noter par écrit, et au second d'enregistrer le choix sans le connaître, pas plus que la vérité ou la fausseté de la déclaration. Trente-deux sujets ainsi testés (en 1938-39) obtinrent en moyenne, sur 2400 paquets, 5,204 succès par paquet, ce qui peut paraître modeste par rapport à la moyenne attendue de 5, mais, étant donné le grand nombre de paquets, dénote l'intervention d'un facteur autre que le hasard. Là encore une enquête de Hansel (voir encadré p. 20) montre que ce facteur aurait pu être tout autre que l'ESP...

En 1940, le laboratoire de Rhine prend le nom d'Institut de parapsychologie. Tout en continuant d'accorder la première place aux diverses formes de la perception extrasensorielle, on s'occupe aussi de la psychokinèse, la "PK" : des sujets concentrent leur pouvoir psi sur des dés à jouer, s'efforçant de les faire tomber plus souvent sur une face que sur les autres. Tandis que dans le monde entier les fervents du paranormal ne jurent plus que par Rhine, la grande majorité des scientifiques américains prennent de plus en plus de distance avec ses travaux. Des tests organisés à Yale et dans plusieurs autres universités mettent en évidence le rôle de l'opinion des expérimentateurs dans l'enregis-

UN PLAN QUI EXPLIQUE BIEN DES MYSTÈRES



Ci-dessus, le plan des pièces de l'université Duke où s'est déroulée une partie de l'expérience Pearce-Pratt en 1933-34. L'ovale, à gauche, indique la place où était assis l'expérimentateur, J.G. Pratt, devant la table où il manipulait les cartes de Zener. Les * indiquent les portes vitrées. Avant le début de l'expérience, Pratt, en se retournant, pouvait voir Pearce s'éloigner en direction de la bibliothèque, où il le perdait de vue. Il prenait alors un paquet de cartes, le battait, le coupait et le disposait à droite sur la table, face en dessous. A l'instant exact fixé pour le début de l'expérience, il prenait la première carte et la plaçait, toujours sans voir l'avert, sur un livre disposé au milieu de la table. On laissait s'écouler une minute, pendant laquelle Pearce était censé deviner la carte; Pratt l'ôtait alors du livre, la plaçait à sa gauche, et prenait une seconde carte. Au bout de 25 minutes, tout le paquet était passé à

gauche. On laissait alors s'écouler 5 minutes avant de recommencer avec un nouveau paquet. A la fin de la séance (et non auparavant) Pratt retournait les cartes et notait soigneusement les symboles dans l'ordre où ils s'étaient présentés; il faisait un double de ce procès-verbal et le plaçait sous une enveloppe cachetée, qui devait être remise à Rhine. De son côté, Pearce devait noter au fur et à mesure les symboles « devinés ». Toutes les 50 cartes (2 paquets) il devait établir un double de son procès-verbal et le placer également sous enveloppe cachetée. Les deux hommes ne confrontaient généralement leurs résultats qu'après avoir remis leurs enveloppes à Rhine.

Il y eut quatre sous-séries d'expériences (notées A, B, C, D dans le tableau des scores ci-contre). Les séries A, C, D eurent lieu dans le local reconstitué sur le plan, l'expérimentateur se trouvant à 100

trement des résultats. Pour une même expérience les scores notés par deux groupes de pointeurs diffèrent. Le film tourné à leur insu montre que les résultats réels ont été conformes au hasard. Les partisans du psi ont gonflé le nombre des succès; les incrédules ont commis des erreurs en sens contraire.

Toujours avide de faire reconnaître la scientificité de son entreprise, Rhine remplace les tirages manuels par des dispositifs automatiques aléatoires — des machines à hasard — qui tirent les cartes ou jettent les dés, éliminant toute possibilité de fraude volontaire ou involontaire de la part des expérimentateurs. L'automatisation accroît la productivité. Rhine dispose bientôt de plusieurs millions d'annonces de cartes ou de dés. Comment exploiter ce fonds? Il faut bien choisir les séries qu'on étudie plus à fond et dont on tire des conclusions. La tentation est

difficilement évitée de donner la préférence à celles qui appuient la croyance au psi. Mais il y a aussi des séries où le nombre d'échecs dépasse le hasard. Qu'à cela ne tienne. Rhine affine sa théorie. Des sujets, explique-t-il, peuvent perdre leur don après avoir réussi une fois. Il est des cas de sujets qui, ayant démontré leurs capacités psi au cours d'une séance expérimentale, ou davantage, réussissent moins bien de nouvelles séries dans des conditions identiques. « Un tel échec est compréhensible, en raison de la perte de l'allant premier, mais il met en évidence la nature impondérable du psi. »

Autrement dit, si une série d'essais donne un taux de succès supérieur à ce qu'on attendrait du hasard, elle est donnée comme une preuve du psi; si une ou plusieurs séries donnent ensuite des résultats décevants, on les interprète comme mettant en évidence une des propriétés

yards du sujet (1 yard vaut environ 914 mm). Pour la série B, Pratt opéra dans une pièce encore plus éloignée, à 250 yards. Les scores enregistrés, très supérieurs au hasard, sont d'autant plus troublants qu'au cours d'expériences antérieures, Pearce avait perdu tous ses pouvoirs à quelques mètres seulement de distance. Examinant soigneusement les locaux en 1960, le Pr. Hansel s'aperçut qu'un observateur furtivement placé soit dans le couloir, soit dans la pièce 311 pouvait, à travers les portes vitrées, voir Pratt en train de manipuler ses cartes, et identifier certaines d'entre elles. Il suffisait d'un très petit nombre d'identifications pour fausser complètement les résultats. Pearce était censé ne pas bouger de la chaise qu'il occupait dans la bibliothèque, durant toute l'expérience; mais Pratt n'avait pour preuve que cette condition était observée que la seule parole de Pearce. Or ce dernier savait exactement, à la seconde près, à quel moment Pearce manipulait ses cartes et inscrivait les résultats à la fin de la séance. Il avait parfaitement le temps d'en profiter, en prenant garde de n'être pas surpris.

Entre 1933 et 1960, le bâtiment où Pratt s'était installé pour les tests de la série B avaient subi de profondes transformations. En 1960, lors de la visite de Hansel, l'architecte de l'université Duke promit d'envoyer les plans de l'ancienne disposition des lieux. Hansel ne les a jamais reçus. Mais au cours de sa visite, il avait noté l'existence d'une trappe, visiblement ancienne, placée juste au-dessus de l'endroit où Pratt manipulait ses cartes.

L'analyse critique très serrée du Pr Hansel, dont on ne donne ici qu'un résumé, fait apparaître plusieurs failles par lesquelles, contrairement à la conviction formulée par Rhine, a pu se glisser une fraude, pratiquée par Pearce avec ou sans l'aide d'un complice. Il est remarquable en outre que si la moyenne des scores, pour chaque sous-série, fait apparaître un écart significatif par rapport au hasard, ce résultat statistique n'est dû qu'à certaines séances, comme le montre le détail des scores établi pour chaque séance. Les autres résultats sont irréguliers, et souvent avec un écart négatif. L'ESP, ces jours-là, n'avait-il pas franchi les portes vitrées?

L'expérience Pearce-Pratt a porté sur 4 sous-séries de tests (voir tableau), la première comportant 6 séances, la deuxième 22, la troisième et la qua-

RÉSULTATS DE CHAQUE PARTIE DE L'EXPÉRIENCE PEARCE-PRATT

Séance	Sous série A (100 m)	Sous série B (250 m)	Sous série C (100 m)	Sous série D (100 m)
1	3	1 4	9 8	12 3
2	8 5	4 4	4 9	10 11
3	9 10	7 6	11 9	10 10
4	12 11	5 0	5 4	
5	11 12	6 3	9 11	
6	13 13 12	11 9	2 7	
7		0 6		
8		8 6		
9		9 4		
10		10 6		
11		11 9		
12		5 12		
13		7 7		
14		12 10		
15		6 3		
16		10 10		
17		6 12		
18		2 6		
19		12 12		
20		4 4		
21		3 0		
22		13 10		
Essais	300	1 100	300	150
Succès	119	295	88	56
Moyenne des résul- tats par paquet	9.9	6.7	7.3	9.3

trième 6. La plupart des séances se sont déroulées avec 2 paquets de 25 cartes; seule la première sous-série a compté une séance avec un seul paquet et une avec trois paquets. Les chiffres du tableau indiquent, pour chaque paquet, le nombre de réponses exactes; au bas des colonnes, on peut lire, pour chaque sous-série, le nombre total d'essais (c'est-à-dire de cartes tirées) et le nombre total de réponses exactes (succès). Enfin, la moyenne des réponses exactes par paquet apparaît en gras. □

du psi, son «impondérabilité». L'ingéniosité de Rhine et de son équipe va plus loin. Quand l'analyse de longues séries de divination de cartes de Zener ne fait pas apparaître d'écart significatif au hasard, on admet que le psi a pu être dévié, soit en arrière, soit en avant. Le sujet, sans le vouloir, n'a pas annoncé la carte correcte (la "cible"), mais la précédente (déplacement en arrière) ou la suivante (déplacement en avant, précognition). Ces glissements du psi peuvent aller jusqu'à deux ou trois cartes en avant ou en arrière. Ainsi traitées, des séries d'annonces qui, pour un statisticien ordinaire, ne s'écartent pas du hasard, révèlent l'émergence du «paranormal». Rhine reprend même les procès-verbaux d'expériences négatives publiées par d'autres chercheurs et leur appliquant ce système, il en extrait des valeurs favorables à l'ESP. Pour finir, il se penche sur celles

de ses propres séries où le nombre d'annonces fausses a nettement excédé la probabilité, et il y trouve une preuve de la réalité du psi. Le sujet a bien perçu la réponse juste, mais il se trouvait en état de révolte inconsciente, par fatigue ou par hostilité envers l'examineur. Il a donné une réponse fausse, mais il n'a pu le faire que parce qu'il pouvait donner la réponse juste.

Interviewé en 1971 par *Psychology Today* sur l'avenir de la parapsychologie, Rhine déclarait: «Ce qui est intéressant aujourd'hui, ce sont les nouvelles découvertes, comme le manque de psi (*psi-missing*).» Autrement dit, ce sont les expériences où n'apparaît pas le paranormal qui réclament désormais étude et explication.

Dans ses derniers écrits, Rhine élargit extraordinairement le domaine du psi. Il le place à l'origine des religions: le pouvoir de la divinité n'est rien d'autre qu'une ESP et une PK illimi-

DES FAUTES DE FRAPPE DANS L'ADN

On sait que notre ADN comporte des séquences « diffusées » et d'autres « censurées ». On vient de démontrer que ces dernières, contrairement aux séquences « diffusées », varient d'une espèce à l'autre. On y trouve un grand nombre de « fautes de frappe » d'où l'impossibilité de les comparer entre elles.

● Il y a trois ans, quatre laboratoires (aux Etats-Unis, en Suisse, en Hollande et, à Strasbourg, celui du Pr Pierre Chambon) mettaient simultanément en évidence la présence sur la sorte de bande magnétique qu'est l'acide désoxyribonucléique (ADN) de mystérieuses séquences qui restaient muettes lors de la diffusion de l'information. Tout se passait comme si la Nature s'était autocensurée. Ces mystérieuses séquences furent appelées « introns », et l'on commença à s'interroger sur leur rôle et sur leur origine.

Les premières recherches semblent indiquer que, dans la majorité des cas, les introns ne contiennent pas d'informations significatives. Ils sont peut-être des exemples de ce que l'on nomme l'ADN égoïste ⁽¹⁾, c'est-à-dire un ADN qui se perpétue de génération en génération, mais uniquement pour son propre compte (voir dans ce même numéro l'article de Jean Ferrara).

Quant à leur origine, elle relève pour le moment du domaine de la spéculation. Ce qui semble certain, c'est que les introns n'existent que chez les eucaryotes, autrement dit chez les organismes dont les cellules contiennent un noyau (les animaux, les plantes, mais aussi la levure de bière sont des eucaryotes). En revanche, il n'y a pas d'introns chez les procaryotes (comme les bactéries), qui ne possèdent pas de noyau. Or la

très grande similitude des mécanismes de conservation et de diffusion de l'information génétique entre les organismes eucaryotes et procaryotes (à l'exception précisément de l'existence des introns) semble suggérer que ces organismes avaient à l'origine de la vie un ancêtre commun. La question que se posent aujourd'hui certains chercheurs est de savoir si la première information génétique apparue sur Terre était continue, c'est-à-dire sans introns, ou, au contraire, discontinue. En d'autres termes, les procaryotes sont-ils des organismes qui ont perdu leurs introns au cours de l'évolution, ou, à l'inverse, les introns sont-ils des séquences, comparables aux séquences « baladeuses » des bactéries, qui se sont insérées dans le code génétique des eucaryotes au début de leur évolution, il y a plus d'un milliard d'années ? Cette question risque fort de rester encore longtemps en suspens.

Mais prenons les choses par le commencement. Dans chaque cellule d'un être vivant, se trouvent les chromosomes qui contiennent une molécule en double hélice : l'ADN (chez les eucaryotes, les chromosomes sont situés dans le noyau et sont ainsi séparés des autres constituants de la cellule localisés dans le cytoplasme). L'ADN que l'on peut comparer à une bande magnétique porte, inscrit sous forme de messages codés, le patrimoine génétique de cet être vivant, c'est-à-dire l'ensemble des caractéristiques qui le constituent.

Ces messages codés sont écrits à la queue-leu-

(1) Dans l'ADN égoïste, on range également les multiples copies probablement inutiles de certaines séquences et une partie des séquences séparant deux gènes.

leu sur l'ADN, chaque message occupant un segment d'ADN ou gène.

Puis, les messages codés sont exprimés sous forme de protéines qui représentent les caractéristiques de l'individu. Ainsi, la couleur bleue des yeux est le fait d'une protéine programmée par un gène spécifique. Cette expression s'effectue en plusieurs étapes. Une enzyme, l'ARN polymérase, fabrique une molécule d'acide ribonucléique messager (ou ARNm) sur lequel le message du gène est recopié. Des structures particulières appelées ribosomes déchiffrent l'ARN messager, ce qui conduit finalement à la production de la protéine.

Ce modèle, fondé sur des études portant sur des bactéries, fut découvert il y a une quinzaine d'années. En fait, il n'est valable que chez les procaryotes chez qui le message de la protéine est écrit en continu sur le gène. Or, chez les eucaryotes, il ne l'est pas, justement à cause de la présence des fameux introns qui fragmentent le message génétique en plusieurs bribes auxquelles on a donné le nom d'exons. De ce fait, l'expression du gène subit quelques retouches.

Regardons d'un peu plus près ce gène d'eucaryotes. Il se présente comme un segment d'ADN et il porte un message écrit avec un alphabet de quatre lettres : A, G, C, T, qui correspondent aux initiales des quatre bases azotées (adénine, guanine, cytosine, thymine). Tout comme les lettres de notre alphabet, ces bases azotées s'assemblent en séquences qui forment des « mots » et ces mots forment une phrase. Or, dans cette phrase qui constitue le message, se trouvent intercalées des suites de lettres dénuées de sens apparent, les introns, qui se trouvent en quelque sorte entre parenthèses. En effet, le Pr. Chambon a remarqué qu'aux frontières qui séparent les introns des exons on retrouve toujours les deux mêmes séquences de lettres, la première étant la séquence GT (guanine, thymine), la seconde la séquence AG (adénine, guanine).

Les introns ne sont pas recopiés sur l'ARNm. Le processus se déroule en deux temps. Dans le premier, l'enzyme ARN polymérase fabrique une molécule ARN pré-messager qui recopie l'ensemble du gène, introns compris. Puis, dans le second temps, l'ARN pré-messager est corrigé avec pour conséquence la suppression des introns.

La correction consiste à couper les introns à l'endroit des séquences GT et AG, puis à recoller ensemble les exons entre eux pour constituer l'ARNm. Celui-ci, qui porte dès lors uniquement le programme de la protéine, subit alors le processus classique : il pénètre dans le cytoplasme où il est lu par les ribosomes, ce qui aboutit à la fabrication de la protéine.

Pour obtenir des informations sur le rôle et l'origine des introns, une des voies suivies par plusieurs laboratoires est d'étudier l'évolution des gènes. Cela consiste à comparer la structure

et la séquence d'un même gène dans des espèces plus ou moins éloignées phylogénétiquement ou à comparer des gènes apparentés (qui proviennent de la multiplication d'un gène ancêtre unique) au sein d'une même espèce. En effet, si les introns contiennent une information importante pour le fonctionnement du gène, on peut penser que cette information aura été conservée pendant l'évolution. Pour le gène de la globine, les travaux ont été réalisés par les équipes de Leder et Maniatis aux États-Unis, de Weissmann en Suisse. Pour le gène de l'ovalbumine, ils ont été menés par l'équipe du Pr. Chambon. Ils ont révélé des choses fort troublantes.

Pour mettre en évidence les introns il faut tout d'abord comparer le gène avec sa copie ARNm. Ainsi, par ce biais, on peut, d'une part, déterminer exactement la place occupée par les introns sur la séquence ADN et, d'autre part, connaître exactement le texte écrit sur ces introns.

Voyons ce que l'on observe lorsqu'on compare les introns d'un même gène chez diverses espèces. Prenons un gène de globine, protéine faisant partie de l'hémoglobine, qui assure le transport de l'oxygène chez tous les vertébrés. Le gène globine était donc présent dans le patrimoine génétique des premiers vertébrés qui sont apparus il y a environ 500 millions d'années. Ensuite, ces vertébrés se sont différenciés avec le temps pour donner successivement poissons, batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères.

Évidemment, plus les espèces sont éloignées phylogénétiquement, comme par exemple les mammifères et les poissons, plus les gènes de globine ont eu de temps pour évoluer chacun de son propre côté. Par contre, pour des espèces rapprochées, comme l'homme et le chimpanzé qui sont des mammifères primates, les gènes seront très similaires car ils ont eu moins de temps pour se modifier.

Comment l'évolution s'est-elle manifestée au sein même des gènes ? D'une manière extrêmement frappante, les changements sont beaucoup plus importants pour les introns que pour les exons. Ainsi, observe-t-on dans les introns de nombreuses mutations (remplacement d'une lettre par une autre), mais également des séries entières de lettres qui sont perdues ou rajoutées. De ce fait, pour deux espèces modérément éloignées phylogénétiquement (moins de 80 millions d'années, comme pour le lapin et la souris), les textes écrits sur les introns sont si différents qu'il est impossible d'y trouver des similitudes. Par contre, la place occupée par les introns par rapport aux exons sur le gène n'a, elle, absolument pas bougé au cours de l'évolution.

Si l'on compare maintenant le texte imprimé sur les exons, on constate qu'il s'est conservé de manière beaucoup plus exacte chez les vertébrés. Autrement dit, la Nature s'est débrouillée pour faire en sorte que le message porté par les

exons ne se modifie que lentement, au cours du temps, et cela pour la raison évidente que le message des exons code pour des protéines qui assurent une fonction, dépendante de leur structure, nécessaire à la vie. Par contre, les introns, dont le message ne code probablement rien, peuvent, eux, supporter toutes les fantaisies que la Nature leur dactylographie.

On arrive aux mêmes conclusions quand on compare des gènes apparentés, présents chez le

DES INTRONS PAS COMME LES AUTRES ?

A la suite de travaux patients, associant d'élégantes expériences de génétique (l'étude de l'expression de mutations) aux plus récentes techniques d'analyse directe des gènes, l'équipe du Pr Piotr Słomski, à Gif-sur-Yvette, a montré l'existence d'introns qui possèdent une fonction bien précise. Ces recherches, qu'un récent article de Science et Vie (n° 750, mars 1980) avait un peu laissées dans l'ombre, portent sur les gènes présents dans les mitochondries de levure. Les mitochondries sont des structures situées dans le cytoplasme des cellules eucaryotes, et qui sont responsables de la respiration de celles-ci.

Le laboratoire de Gif a montré qu'il existait des mutations (résultant du changement d'une seule lettre) qui abolissaient l'expression normale d'un gène de mitochondrie et qui étaient localisées dans un intron. Ceci montrait que, contrairement aux observations sur les gènes globine ou ovalbumine, une séquence spécifique de cet intron était nécessaire.

L'étude de ces mutants a permis de montrer que cet intron codait pour une protéine participant à l'excision des introns et au recollage des exons, permettant ainsi d'effectuer une régulation extrêmement fine de ce mécanisme. Des travaux ultérieurs montreront si ce phénomène est exceptionnel, ou s'il peut au contraire être étendu à d'autres gènes.

L'existence d'introns dans les gènes de mitochondrie pose un autre problème troublant. En effet, il existe de nombreuses analogies entre l'appareil génétique des mitochondries et celui des bactéries. On admet donc généralement que les mitochondries ont pour origine des bactéries qui se sont mises à vivre en symbiose avec les cellules eucaryotes, au sein même de celles-ci. Or les gènes des bactéries (actuelles) n'ont pas d'introns. D'où viennent alors les introns des gènes de mitochondrie ?

même individu. Ainsi, le gène de la globine existe chez tous les vertébrés en plusieurs versions : deux d'entre elles codent pour la globine alpha et la globine bêta. On estime que l'événement de duplication du gène ancêtre unique qui leur a donné naissance s'est produit il y a 500 millions d'années. Ces deux gènes ont depuis évolué pour leur propre compte. Mais on retrouve dans chacun les deux introns présents dans tous les autres gènes de globines étudiés à ce jour, situés exactement à la même place, mais

(Suite du texte page 157)

LA NATURE FAIT DES FAUTES, MAIS ELLE LES RATURE ENSUITE

La souris et l'homme sont des vertébrés qui se sont séparés dans l'arbre phylogénétique il y a des millions d'années. Aussi, leurs gènes ont-ils eu le temps de suivre une évolution distincte pour chacun des deux.

1. Dans la cellule de souris comme dans la cellule humaine on trouve un noyau baignant dans le cytoplasme. A l'intérieur du noyau apparaît l'acide désoxyribonucléique ou ADN, longue molécule formée de deux brins enroulés en double hélice et qui constitue les chromosomes.

2. Sur cet ADN se trouve le gène de la globine, protéine qui assure le transport de l'oxygène dans l'organisme.

3. Le gène globine est constitué d'exons, qui portent le message de la globine à synthétiser, et d'introns, dont le message ne sert à rien. L'ensemble du texte est écrit avec un alphabet de quatre lettres : C, G, A, T qui correspondent aux initiales des bases azotées (cytosine, guanine, adénine, thymine). On remarque que chez la souris le message porté par les introns n'est pas le même que celui rencontré chez l'homme, alors que le message porté par les exons est le même chez les deux espèces. Autrement dit, la Nature s'est permis toutes les fantaisies sur le texte inutile, qui sera ultérieurement censuré, et non sur celui responsable de la synthèse de la globine.

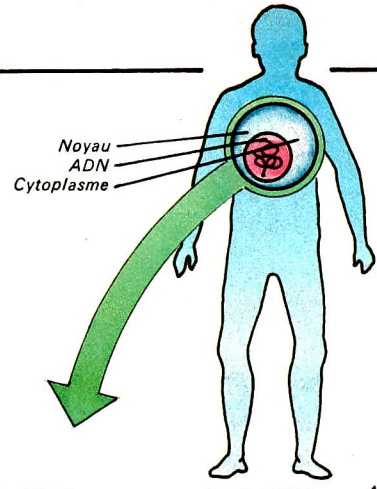
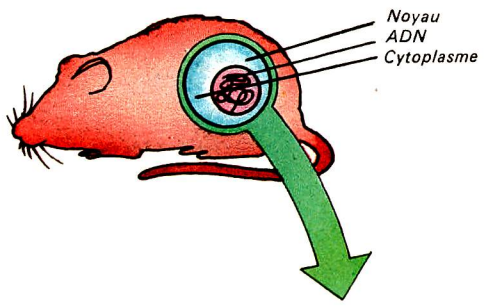
Enfin, signalons qu'aux frontières introns-exons existent toujours les mêmes séquences de lettres GT et AG.

4. L'ensemble du texte est ensuite recopié (selon le principe de la complémentarité des bases), sur un acide ribonucléique pré-messager ou ARN pré-messager.

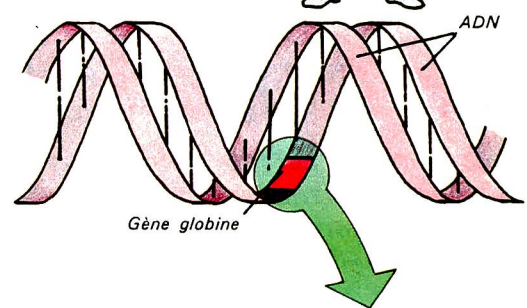
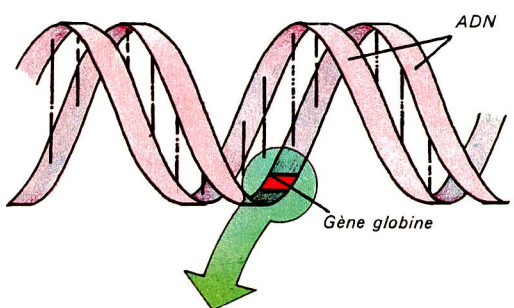
5. Puis, cet ARN pré-messager subit la fameuse censure : les introns sont coupés tandis que les exons sont recollés entre eux. On obtient alors l'ARN messager dont le texte du message est identique chez l'homme et chez la souris. (Pour être exact le texte n'est pas tout à fait identique. Il peut subir de légères modifications d'une espèce à l'autre. Enfin, précisons que le texte du message a été inventé. Le vrai texte était trop long pour être reproduit ici.)

6. Le message de l'ARN messager est traduit, ce qui finalement aboutit à la fabrication de la globine, identique chez les deux espèces.

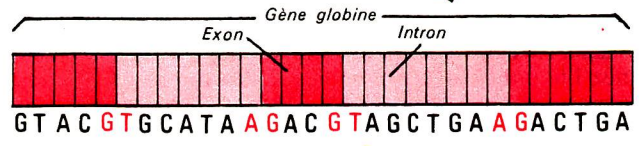
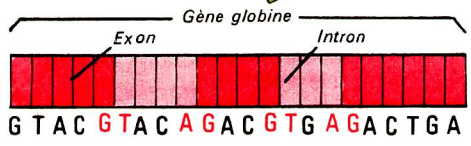
1



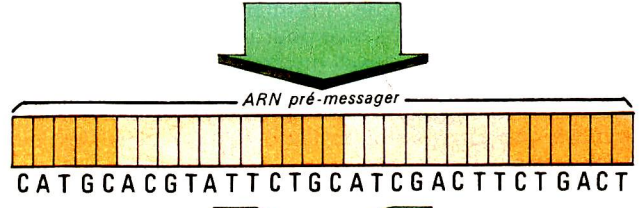
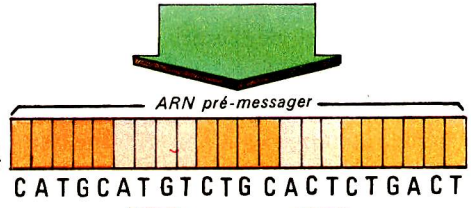
2



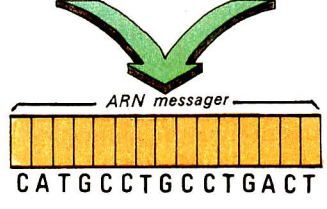
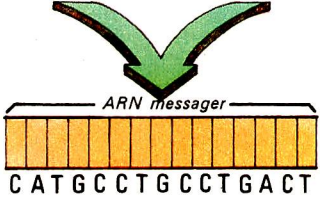
3



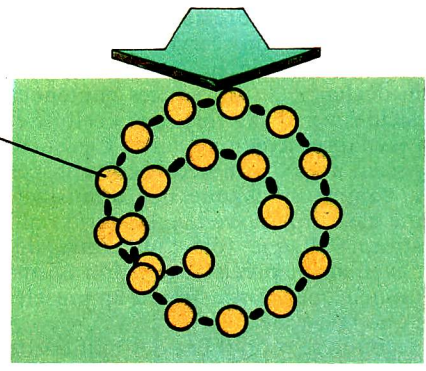
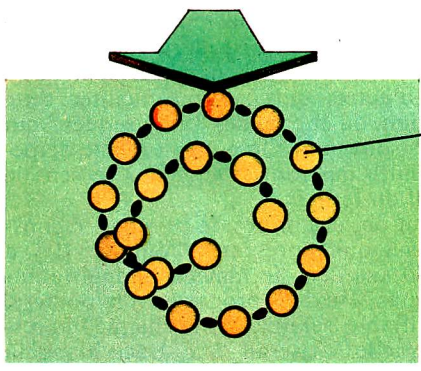
4



5



6



LES PEPTIDES, MATÉRIAUX DU COMPORTEMENT

Ces chaînons d'acides aminés que l'on appelle peptides révèlent lentement leur puissance dans le fonctionnement du cerveau. On est presque tenté de les appeler « supports de la pensée ». Un récent congrès tenu en France en a toutefois assez révélé pour qu'on les qualifie de matériaux du comportement, car ils commandent la mémoire, la douleur, le désir...

● Le cerveau est un consommateur vorace d'énergie. Son poids, de 1,5 kg environ chez l'homme, ne représente que 2% du poids corporel, mais il "brûle" 20% de tout l'oxygène utilisé par l'organisme au repos. Une activité électrique y est maintenue sans interruption, qui pourrait fournir la puissance pour une ampoule de 20 watts. Des substances intervenant dans la transmission et le stockage d'informations sont synthétisées en permanence et passent d'une cellule à une autre, s'attachant à des sites récepteurs précis.

A ce jour, on a découvert une vingtaine de ces substances fabriquées dans les neurones et mises en réserve dans des petits sacs, les vésicules synaptiques, qui se trouvent à l'intérieur des neurones. Une seule terminaison nerveuse peut contenir des milliers de ces petits "sacs à provisions" et des dizaines de milliers de molécules d'un neurotransmetteur ou un autre.

Lors d'une activité cérébrale, la synthèse biochimique s'accélère. On a démontré que chez des animaux en cours de dressage ou de conditionnement, le poids du cerveau augmente. L'arrivée d'une impulsion nerveuse électrique provoque la décharge de substances contenues dans les vésicules vers l'extérieur de la cellule et la jonction (synapse) avec une autre. Ces substances réagissent avec des molécules réceptrices spécifiques, comme si chaque neurotransmetteur était une clé qui n'ouvre que la serrure qui lui est destinée. Chaque fois l'ouverture déclenche un événement précis : excitation ou inhibition d'un neurone, contraction d'un muscle, sécrétion d'une hormone...

Chaque seconde se produisent des milliers de réactions biochimiques qui permettent le pas-

sage de l'information provenant des organes sensoriels, son intégration avec les informations déjà acquises, son éventuelle mise en mémoire. Certaines substances sont connues qui favorisent la transmission ou la mise en mémoire, d'autres qui les inhibent.

Le support matériel de l'esprit, de la mémoire, de la personnalité, c'est un réseau de plus de dix milliards de cellules nerveuses, que la science cherche à déchiffrer. L'entreprise est peut-être la plus ambitieuse, la plus difficile que la science ait entreprise à ce jour.

Le lien entre l'esprit et la matière est extraordinairement élastique. Combien de fois, depuis une vingtaine d'années, n'a-t-on pas cru avoir "trouvé" la mémoire, pour la perdre, quelques mois ou quelques années plus tard, à l'occasion d'une nouvelle découverte qui volatilise des théories patiemment élaborées.

Aujourd'hui, avec la découverte de toute une kyrielle de substances sécrétées par le cerveau lui-même et participant à son activité, il faut une fois de plus tenter de reconstruire. On a identifié la formule précise de certaines substances qui participent à l'enregistrement de la mémoire, d'autres qui peuvent faciliter cette mémorisation, ou encore des "amnésiques" qui effacent les souvenirs. On connaît même de petites molécules qui font rêver, dans le sens le plus littéral du terme.

Mais peut-on, des bribes de ce rébus, reconstituer ce tout qui représente l'homme ? Il y a plus de 100 ans déjà, le fameux biologiste anglais Thomas Huxley proposait l'hypothèse, alors invérifiable, selon laquelle chaque impression sensorielle laisserait une trace dans la structure du cerveau, une sorte de "molécule

idéogène". Ce ne fut que vers les années 1950 que l'on disposa des moyens et des connaissances nécessaires pour rechercher cette molécule. Un des premiers explorateurs de ce monde mystérieux du cerveau était un biologiste suédois, Holgar Hyden de l'université de Göteborg, qui mit en évidence le rôle dans la mémoire de l'ARN, cette longue molécule qui traduit et met en œuvre le message contenu dans l'ADN, support de l'hérédité.

Il y a une vingtaine d'années, on croyait avoir une bonne idée de la façon dont se fait cette transmission : l'ADN contient un programme dont telle ou telle partie est exécutée en temps voulu par l'intermédiaire de l'ARN, le "contremaître" qui commande la fabrication par les cellules des substances requises par l'organisme — protéines, embryons d'organes, hormones, enzymes, etc.

Il était donc tout à fait logique de s'attendre à trouver des concentrations importantes d'ARN dans les cellules qui croissent, se multiplient, sécrètent des hormones ou font la synthèse d'autres produits. Mais pourquoi, se demanda Holgar Hyden, trouve-t-on une forte concentration d'ARN dans les neurones du cerveau, qui, justement, ne croissent ni ne se reproduisent ? A quoi donc sert cet ARN si abondant dans le cerveau ? Il émit alors l'hypothèse que l'ARN était le support principal, ou au moins jouait un rôle important dans le processus de mémorisation. Et il mit au point des techniques raffinées qui lui permettaient d'extraire et d'isoler une seule cellule cérébrale vivante pour l'étudier.

Ces expériences furent réalisées sur des rats, pendant qu'on les dressait en leur apprenant des tâches plus ou moins complexes, comme traverser un labyrinthe par le plus court chemin, apprendre à marcher sur un fil ou appuyer sur un bouton pour obtenir de la nourriture. L'analyse des tissus cérébraux, faite juste après une série d'exercices d'apprentissage, montrait que ces tissus contenaient sensiblement plus d'ARN que ceux de rats non dressés et aussi que la structure de l'ARN y avait été modifiée. Hyden constata que lorsque le taux d'ARN augmentait dans les neurones, il diminuait dans les cellules gliales (de support), cellules qui semblaient donc servir de fournisseurs d'ARN et d'autres substances aux neurones.

Un autre chercheur, l'Américain Mark Rosenzweig, de l'université de Berkeley, en Californie, montra de son côté que les animaux vivant dans un environnement "enrichi" (en compagnie d'autres rats et disposant d'une quantité d'objets avec lesquels ils peuvent jouer) avaient un cerveau plus lourd que ceux qui vivaient isolément dans des cages individuelles aux murs nus. Il démontra, en outre, que les différences apparaissaient surtout dans la matière grise qui forme l'écorce cérébrale ou cortex humain, partie noble, pensante. Il était tentant, sans doute, de "peser" les souvenirs...

Une curieuse série d'expériences apporta alors de l'eau à la théorie des molécules "idé-

ogènes" proposée par Huxley. Un jeune psychologue américain, James McConnell, tenta de "dresser" des créatures parmi les plus primitives à posséder un système nerveux avec des synapses : des planaires, vers plats de 2,5 cm de long environ. Il installa des planaires dans une gouttière pleine d'eau, dans laquelle il pouvait faire passer une décharge électrique, faisant que les vers se recroquevillaient. La gouttière pouvait également être éclairée par de puissantes lampes. McConnell entreprit le "dressage" en allumant les lampes pendant deux secondes et, une seconde plus tard, en envoyant une décharge de courant électrique. Au bout de deux ou trois heures de ce traitement, les vers semblaient apprendre que la lumière annonçait une décharge électrique et se recroquevillaient avant même que cette décharge ne se produise.

Cet "apprentissage" ne devait-il pas provoquer, dans le système nerveux primitif du planaire, une modification chimique permettant l'enregistrement de l'information lumière = décharge ? Poussant plus loin son expérience, McConnell profita de la particularité qu'ont les planaires de manger très volontiers leurs congénères, et servit à des planaires non dressés une soupe de planaires dressés et hachés menu... Le résultat fut trop beau pour être vrai : en consommant leurs congénères "éduqués", les planaires "naïfs" absorbaient en même temps une partie des "connaissances" acquises par les victimes. (L'expérience, d'ailleurs, valut à son auteur le sobriquet de James McCannibal.)

Mais ce n'est pas tout. McConnell et un autre chercheur rapportèrent par la suite que l'information consommée ne passait pas si l'on ajoutait à la soupe un peu de RNase, enzyme qui s'attaque à l'ARN. Plus que jamais, cette molécule semblait impliquée dans le processus de mémorisation.

Toutes ces expériences incitèrent même un médecin, américain également, à tenter de traiter la perte de mémoire due à la sénilité par des extraits d'ARN de levure — expérience demeurée sans suite — et un grand laboratoire pharmaceutique (Abbott) mit au point un médicament (Cylert) censé favoriser la synthèse de l'ARN dans le cerveau. Ce médicament, expérimenté sur le rat, sembla effectivement accélérer le dressage et prolonger la période de rétention amnésique, mais donna chez l'homme des résultats ambigus et difficiles à interpréter.

Les choses se compliquèrent quand de nombreux chercheurs commencèrent à considérer la notion de "molécule idéogène" (molécule d'ARN ou autre) comme un peu simpliste. La mémoire ne fonctionne pas comme un disque-molécule sur lequel sont gravés les sons-souvenirs ; c'est un système beaucoup plus complexe dans lequel les molécules pourraient plutôt être comparées à de petits ordinateurs, interconnectés chimiquement aussi bien qu'électriquement pour pouvoir accomplir non seulement la tâche relativement simple d'enregistrer une information reçue, mais aussi celles, infiniment plus

complexes, de la classer en tenant compte des autres informations déjà en mémoire et de permettre la recherche rapide et l'utilisation d'informations mises en mémoire.

La théorie piétinait, lorsqu'il y a une quinzaine d'années, deux chercheurs, Roger Guillemin, américain d'origine française, et Andrew Schally, américain d'origine polonaise, découvraient une nouvelle catégorie de substances biologiques qui allaient achever la notion de molécule idéogène : les neurohormones, peptides sécrétées par certaines structures cérébrales et dont on avait jusqu'alors limité le rôle au contrôle des sécrétions glandulaires de l'organisme⁽¹⁾.

Plus récemment, on a identifié des peptides cérébraux naturels, dont la structure de base se rapproche de celle de la morphine et des autres opiacés. Ces peptides — endorphines et encéphalines — agissent sur les cellules nerveuses par l'intermédiaire des mêmes récepteurs que les opiacés artificiellement introduits dans l'organisme. Ils se trouvent, chez les mammifères, dans les régions du cerveau mises en jeu par la perception et l'intégration de la douleur et, semble-t-il, des émotions. Leur rôle dans la protection contre la douleur est en tout cas indéniable. Des expériences ont montré que l'anesthésie par acupuncture, la stimulation électrique du cerveau et même l'hypnose agiraient en libérant des endorphines et des encéphalines dans le cerveau et la moelle épinière.

A ce jour, on a identifié une bonne vingtaine de peptides agissant sur le cerveau (et parfois aussi ailleurs), et cela n'a pas simplifié la représentation que l'on peut se faire du mécanisme de la mémoire et du substrat de la pensée en général. On avait d'abord attribué à ces peptides un rôle dans la chaîne de transmission du système endocrinien : sur commande du cerveau, l'hypothalamus sécréterait des peptides qui, à leur tour, déclencheraient dans la pituitaire (petite glande au-dessous de l'hypothalamus) la production d'autres substances libérées dans le sang pour porter leur message aux glandes endocrines — pancréas, surrénales, gonades, etc.

Certes, des peptides jouent bien ce rôle de coursiers, mais bien plus encore ! Il apparaît en effet que ce sont des messagers chimiques pouvant être utilisés dans toutes sortes de systèmes organiques ; on retrouve les mêmes dans le cerveau, dans le système digestif et dans la circulation sanguine. Cette ubiquité peut prêter à confusion, mais elle n'est pas si surprenante qu'on pourrait le croire. Selon le Pr. Guillemin, qui a participé le mois dernier à un colloque organisé par le Centre de recherches des Laboratoires Clin-Midy, à Montpellier, elle serait le résultat de l'opportunisme du processus évolutif : une molécule, initialement adaptée à une fonction unique, est en quelque sorte cooptée par un autre système et adaptée à un rôle différent.

(Suite du texte p. 34)

COMMENT LES PEPTIDES AGISSENT DANS LES NERFS

Le nerf sensoriel, en haut, est celui qui transmet un influx correspondant à un stimulus douloureux. C'est un peptide, la substance P, qui participe à la transmission de la sensation douloureuse à la jonction (synapse) entre deux nerfs.

Substance P



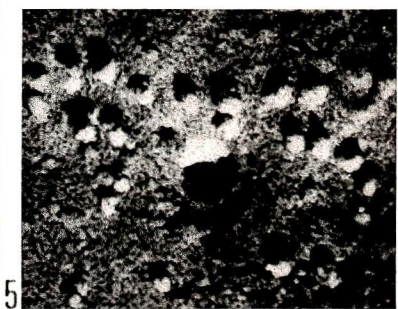
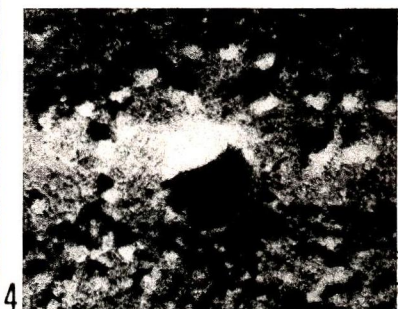
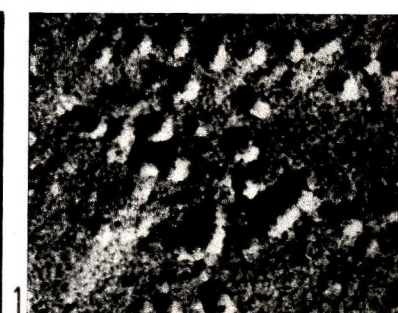
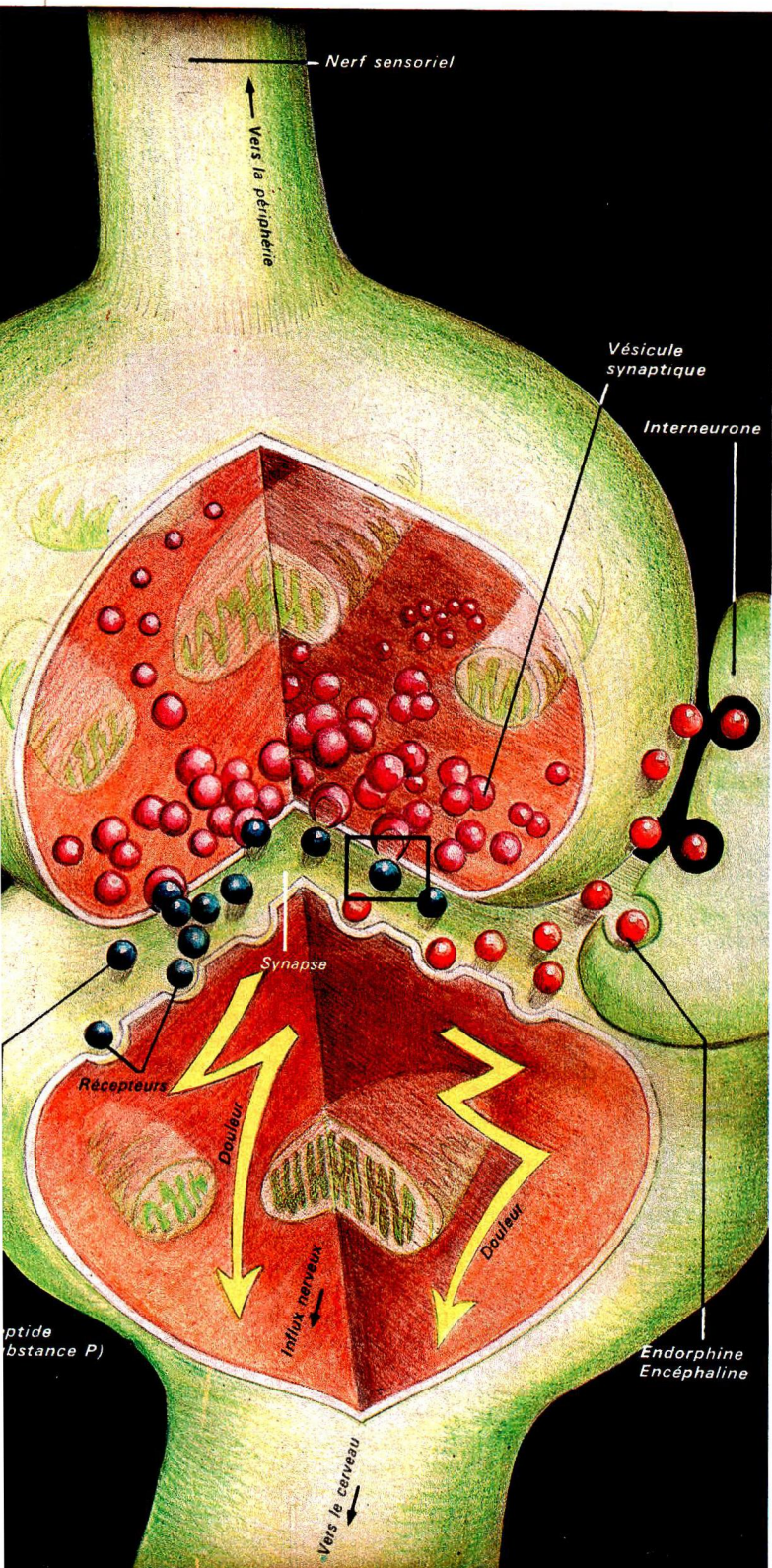
La substance P (sphérules bleues) contenue dans les vésicules synaptiques (violet), sortes de petits sacs à provisions de substances neurotransmettrices, est libérée à la synapse et va se fixer sur des sites récepteurs bien précis. Elle transmettra l'impulsion d'un nerf à l'autre, la propageant le long de la moelle épinière vers le cerveau.

Mais il existe des peptides dont la structure est proche de celle de la morphine et des opiacés : les endorphines et encéphalines (rose). Ces peptides, libérés par un inter-neurone, vont partiellement inhiber l'action de la substance P et atténuer le message « douleur » propagé vers le cerveau. Au moins une vingtaine d'autres peptides agissent dans le cerveau pour exciter ou atténuer certains influx nerveux.

Les photos à droite (correspondant à la fenêtre sur le dessin) sont les premières jamais prises d'une décharge de neurotransmetteur (un neuropeptide) par une vésicule synaptique. Ce processus, qui ne dure que 5 à 6 millisecondes, était jusqu'ici impossible à « voir ». On peut désormais y assister grâce à la technique du gel instantané des cellules (en 1 millièm de seconde) mise au point par les Américains John E. Heuser, de l'université de Californie, et Thomas S. Reese, des NIH (National Institutes of Health-Bethesda). Des cellules sont ainsi gelées à divers stades du processus puis photographiées à l'aide d'un microscope électronique.

La séquence représentée est le résultat d'un montage à partir de plusieurs clichés pris sur des échantillons différents des membranes synaptiques de neurones : 1. membrane synaptique au repos ; 2. et 3. gonflement de la membrane ; 4. « éclatement » de la vésicule synaptique (comme une bulle dans un liquide épais en ébullition) et libération d'un neurotransmetteur ; 5. résorption de la bulle dans la membrane synaptique. □

(1) Voir Science et Vie n° 703, avril 1976.



PEPTIDES CONTRE IMPUISSANCE?

Résultats paradoxaux des premiers essais en France du traitement de la schizophrénie par des peptides cérébraux : alors que des chercheurs hollandais avaient rapporté de bons résultats dans 40 % des cas traités, des essais sur une douzaine de patients à Montpellier, Lyon et Bordeaux n'ont pas permis de constater une activité efficace contre les hallucinations et le délire. En revanche, on a observé chez quelques patients un renforcement spectaculaire de la libido. On envisage donc la possibilité d'utiliser ce peptide pour le traitement de l'impuissance.

Le peptide, synthétisé par les Laboratoires Clin-Midy, est une endorphine (la des-Tyr 1-endorphine) qui a été injectée aux patients schizophrènes à raison de 1 mg par jour pendant 7 à 10 jours. Les malades étaient atteints de psychose hallucinatoire chronique, rebelle aux traitements depuis 5 à 10 ans. Non seulement on n'a pas constaté d'activité « tranquillisante », mais, au contraire, les injections semblent avoir réactivé chez certains malades le délire et les hallucinations, et même un comportement agressif. Cela ne signifie pas, pourtant, que la schizophrénie ne puisse être traitée par des neuro-peptides, car des résultats plus encourageants avaient été obtenus avec des peptides différents de la des-Tyr 1-endorphine.

Un des expérimentateurs, le Dr Patrick Lemoine, de l'hôpital Vinatier-Bron (Lyon), a constaté chez quelques patients un réveil de la libido tellement violent qu'il s'est soldé par des tentatives de viol. Cet effet sur la pulsion sexuelle, déjà observé lors de l'utilisation d'autres peptides (1) a incité le Dr Lemoine à tenter le traitement de deux patients chez qui l'impuissance était associée à un état d'anxiété chronique. Dans les deux cas, les résultats ont été positifs : les symptômes d'anxiété ont disparu et les hommes ont pu reprendre une activité sexuelle normale. Il semble que la « guérison » ne soit pas permanente et que le traitement doit être recommandé.

Pour le Dr Lemoine, un tel traitement pourrait être envisagé pour des personnes anxieuses atteintes d'impuissance, mais de préférence bien équilibrées par ailleurs. □

(1) Voir Science et Vie, n° 747 - déc. 1979.

Certains peptides jouent en tous cas un rôle dans l'acquisition et la conservation de la mémoire. Le Pr. David de Wied, de l'institut Rudolf Magnus de pharmacologie, à Utrecht, a ainsi constaté que deux peptides que l'on croyait bien connaître, l'oxytocine et la vasopressine, ont des activités qu'on ne soupçonnait pas. L'oxytocine est bien connue comme stimulant des contractions musculaires lors de l'accouchement et initiateur de la sécrétion du lait ; or l'injection de petites quantités de ce peptide chez un animal que l'on vient de dresser lui fait rapidement oublier ce qu'il a appris. L'oxytocine est un amnésique ; contribuerait-elle donc à effacer le souvenir des douleurs de l'accouchement ?... La vasopressine (ou pitressine), sécrétée par le lobe postérieur de l'hypophyse, contracte les artères et les capillaires, élève la

pression artérielle et augmente la résorption d'eau par le tube rénal. Or plusieurs chercheurs, dont le Dr B. Bohus, de la faculté de médecine d'Utrecht, ont montré que son injection chez l'animal accélère l'apprentissage et prolonge la rétention de la mémoire.

En somme, l'apprentissage requiert une subtile coordination entre des paramètres physiologiques, électriques et biochimiques. Une forme très simple de cette coordination a été mise en évidence en étudiant le phénomène d'habituation chez un animal doté d'un système nerveux primitif.

L'habituation est la forme la plus simple d'apprentissage. Elle se manifeste par la diminution de l'intensité de la réponse à la présentation d'un stimulus. Par exemple, lorsqu'un animal est exposé pour la première fois à l'éclair d'un flash électronique, il réagit par un sursaut qui met en branle un système d'alerte et éventuellement de défense ou de fuite. Mais au bout de plusieurs éclairs consécutifs, l'animal "se rend compte" que cette lumière soudaine ne représente aucun danger ni n'apporte aucune récompense ou satisfaction. Il ne sert donc à rien de s'agiter ; sa réaction va s'émousser (il n'ouvre plus qu'un œil, par exemple) et même disparaître. L'habituation est sans doute la première forme d'apprentissage, chez le jeune animal comme chez l'enfant.

Le Pr. Eric R. Kandel et ses collègues, de la faculté de médecine et chirurgie de l'université Columbia (New York), ont pu étudier les effets de l'habituation sur quelques cellules nerveuses d'un gros escargot marin, l'*aplysia*. Un premier stimulus tactile provoque le retrait des ouïes de ce mollusque, mais au bout de plusieurs stimuli consécutifs, ce réflexe s'émousse. Cette habituation est une mémoire à court terme : au bout d'une journée de tranquillité, l'escargot l'aura oubliée. Or le système nerveux de ce mollusque peut être étudié pendant l'expérience grâce à des électrodes mesurant le potentiel de la décharge électrique qui se fait entre deux neurones (le potentiel synaptique). Les chercheurs américains ont constaté une diminution graduelle de ce potentiel au fur et à mesure de l'habituation, et un retour à la normale après l'oubli.

Ce phénomène est accompagné de modifications chimiques. Lors de la transmission nerveuse, des substances sont libérées à partir de petites poches à l'intérieur de neurones (des vésicules synaptiques) qui contiennent des réserves de neurotransmetteurs. Au fur et à mesure de l'apprentissage, la quantité de substances libérées diminue, comme diminue le courant d'ions de calcium.

L'habituation à long terme, obtenue par de longues séances répétées de stimulation, provoque des modifications durables de l'activité synaptique allant jusqu'au blocage complet de certaines connections nerveuses. On peut, d'ailleurs, "réapprendre" au mollusque à réagir, et cela en associant le stimulus tactile inoffensif à

POUR AMATEURS DOUÉS : LES FORMULES DE QUELQUES NEUROPEPTIDES...

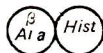
Les neuropeptides, peptides spécialisés dans la transmission de l'influx nerveux, obéissent aux mêmes structures que les peptides : les uns et les autres sont des chaînons plus ou moins longs combinant un certain nombre d'acides aminés (voir liste et formules). Deux neuropeptides peuvent avoir des formules très proches, c'est-à-dire qu'ils peuvent avoir des séquences identiques (en couleur) d'acides aminés. C'est le cas de la leu-encéphaline et de la met-endorphine, substances qui ont des actions de contrôle dans la transmission de la douleur, qui ont la même séquence de 4 acides aminés. On a cependant constaté que cette ressemblance

dans les séquences d'acides aminés ne se traduisait pas nécessairement dans les activités des peptides : celles-ci peuvent même être très différentes voire opposées. Ainsi l'oxytocine et la vasopressine ont des séquences semblables importantes par rapport à la structure totale, alors que leurs actions sont diamétralement opposées : la première favorise la « mise en mémoire » ; la seconde est une molécule « amnésiante ». Les peptides les plus longs connus à ce jour comptent 39 maillons à leur chaînon d'acides aminés : la bêta-endorphine en est un exemple. Les plus petits n'en comptent que deux : exemple, la carnosine.

Leu-encéphaline



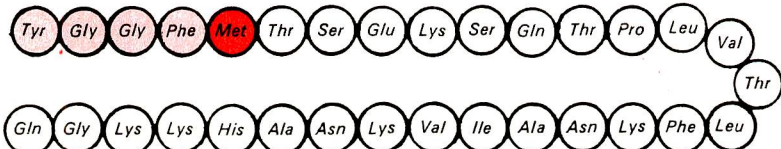
Carnosine



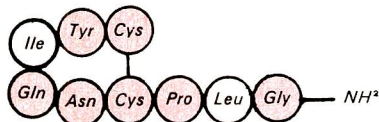
Met-encéphaline



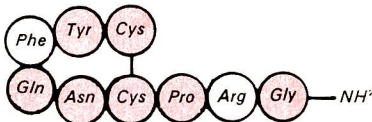
Beta Endorphine



Oxytocine



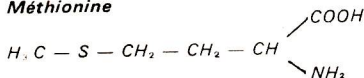
Vasopressine



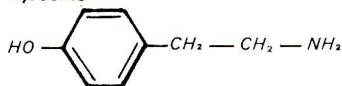
... ET CELLE DE QUELQUES ACIDES AMINÉS

LES ACIDES AMINÉS : Ala : Alanine ; Arg : Arginine ; Asn : Asparagine ; Asp : Acide aspartique ; Cys : Cystéine ; Gln : Glutamine ; Glu : Acide glutamique ; Gly : Glycine ; His : Histidine ; Ile : Isoleucine ; Leu : Leucine ; Lys : Lysine ; Met : Méthionine ; Phe : Phénylalanine ; Pro : Proline ; Ser : Sérine ; Thr : Thréonine ; Trp : Tryptophane ; Tyr : Tyrosine ; Val : Valine.

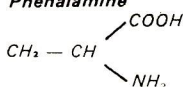
Méthionine



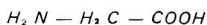
Tyrosine



Phénylalanine



Glycine



un autre, nocif (un petit coup sur la tête). En réapprenant à réagir au premier stimulus, l'escargot rouvre les circuits qui avaient été bloqués lors de l'habituation.

En somme, les circuits nerveux, formés pendant le développement de l'animal, sont prêts à être inactivés et réactivés selon les expériences vécues. Il suffit de peu (quelques stimuli tactiles) pour provoquer des changements profonds de la fonction nerveuse.

Le Pr. Kandel remarque : "Si cette observation était applicable au cerveau humain, cela impliquerait que, même lors d'une simple expérience sociale, lorsque deux personnes conversent l'une avec l'autre, l'action du mécanisme

neuronal dans le cerveau de l'une d'entre elles peut avoir des effets directs et peut être de longue durée sur les connections synaptiques modifiables dans le cerveau de l'autre(2)."

Pour compliquer encore un peu les choses, il faut ajouter à ces données, non encore intégrées dans une théorie complète sur la pensée et la mémoire, le résultat des études faites sur le sommeil. Il existe deux sortes de sommeil bien distincts : le sommeil profond, caractérisé par des ondes cérébrales lentes, et le sommeil paradoxal, à ondes plus rapides, accompagné chez le dormeur par des mouvements des yeux sous

(2) Scientific American, septembre 1979.

L'ADN, CET ÉGOÏSTE

On croyait, depuis une vingtaine d'années, que ces fragments d'ADN qui constituent les gènes servaient à la reproduction des espèces. Mais l'on s'avise depuis peu qu'il y en a bien plus que ce n'est utile, et que ce seraient plutôt les gènes qui se serviraient de nous pour se reproduire !

● Depuis l'avènement de la génétique moderne, nous pensons que les gènes, où sont codées toutes les informations concernant tout organisme vivant, servent à transmettre ce patrimoine héréditaire d'une génération à la suivante.

Or, aujourd'hui, des biologistes fort sérieux se demandent si ce n'est pas le contraire : si les organismes vivants qui peuplent la Terre ne sont là que pour assurer la pérennité des gènes douillettement logés à l'intérieur de leurs cellules, et qui nous manipulent de l'intérieur...

L'idée peut sembler saugrenue. Les êtres vivants n'existeraient que pour assurer à ces gènes un milieu adéquat et pour leur permettre de se perpétuer ? C'est pourtant l'hypothèse que soutiennent de nombreux généticiens et biologistes et qui a été renforcée par la découverte de gènes qui, apparemment, ne font rien — alors que les gènes sont censés commander la synthèse de substances nécessaires au développement et au métabolisme de leurs « propriétaires ».

Ces gènes, dits « égoïstes », ne seraient que des parasites menant une vie improductive et dont le seul objectif serait leur propre reproduction. D'autres gènes, par l'intermédiaire des instructions qu'ils contiennent, assurent le maintien d'un milieu convenable à l'ensemble des gènes contenus dans chaque organisme.

En somme, les gènes feraient tourner le monde à leur profit. Qu'en serait-il alors de la théorie de l'évolution des espèces, fondement des sciences biologiques depuis un siècle ? Eh bien, chose surpre-

nante, elle s'adapterait assez bien à cette nouvelle hypothèse !

Dans son *Origine des espèces*, Charles Darwin introduisait deux concepts fondamentaux de la théorie de l'évolution. Le premier, c'est qu'à chaque génération d'une espèce donnée, se produisaient certaines variations ou modifications par rapport à la génération précédente. Le second, c'est que ces variations sont soumises au mécanisme de la sélection naturelle. En gros, les modifications favorables sont retenues et intégrées dans le capital génétique, et les autres, rejetées. Darwin avait élaboré sa théorie à la suite de nombreuses observations de la nature, mais il ignorait le mécanisme par lequel s'effectuaient ces modifications graduelles. Ce mécanisme, on n'a pu le comprendre que grâce aux données de la génétique cellulaire et moléculaire moderne. On sait que ces changements (ou mutations) se produisent au sein du code génétique contenu dans la longue molécule d'ADN, double spirale composée de nucléotides. Ces nucléotides sont au nombre de quatre : adénine, thymine, guanine et cytosine. Différentes séquences permettent de coder une variété quasi infinie d'informations génétiques.

Les gènes, eux, sont des segments d'ADN capables, chacun ou par groupes, de transmettre des caractères bien précis. Ces gènes sont situés sur les chromosomes, visibles au microscope, sortes d'organelles faites d'ADN dont le nombre et la conformation sont caractéristiques pour chaque espèce. L'homme en possède 23 paires, soit 46 chromosomes. Le caryotype de l'espèce

humaine est uniforme : on n'a pu constater aucune différence entre les chromosomes de diverses populations des cinq continents.

L'idée bien anthropocentrique de considérer ce matériau génétique comme un outil utilisé par diverses espèces pour se perpétuer tout en évoluant semblait toute naturelle. Mais depuis quelques années, plusieurs chercheurs ont suggéré que ce ne sont pas les organismes qui utilisent les gènes pour transmettre leurs caractéristiques de génération en génération, pour se multiplier et évoluer, mais que ce sont les gènes qui assurent leur propre perpétuation par l'intermédiaire des organismes qu'ils habitent.

Ces gènes, écrit un biologiste britannique, sont passés maîtres dans l'art de la survie⁽¹⁾. « Mais ne les cherchez pas dans les mers : ils ont depuis longtemps renoncé à cette cavalière liberté. Maintenant ils essaient dans d'énormes colonies, bien en sécurité à l'intérieur de gigantesques et lourds robots, isolés du monde extérieur avec lequel ils communiquent par des chemins indirects et tortueux, les manipulant à distance. Ils sont en vous et en moi ; ils nous ont créés, corps et esprit ; et leur préservation est la raison ultime de notre existence. Ils viennent de loin, ces répliqueurs. Aujourd'hui on leur donne le nom de gènes et nous sommes leurs machines à survivre. »

Cette hypothèse est renforcée par la constatation que les cellules, y compris les cellules humaines, semblent contenir bien plus d'ADN qu'il n'est nécessaire pour en assurer le développement et le fonctionnement. Nous avons des gènes qui ne servent à rien, sinon à se perpétuer de génération en génération en utilisant notre organisme comme support. Autrement, cet ADN inutile aurait dû être éliminé, car sa synthèse représente un gaspillage d'énergie.

Certains organismes ont une surprenante surabondance d'ADN. Par exemple, les cellules de certaines salamandres contiennent 20 fois plus d'ADN que les cellules humaines. Pour les biologistes Francis Crick (prix Nobel pour ses découvertes en génétique) et Leslie Orgel, tous deux à l'institut Salk, en Californie, « il semble tout à fait invraisemblable que le nombre de gènes radicalement différents les uns des autres dont aurait besoin une salamandre soit 20 fois plus élevé que chez l'homme »⁽²⁾. Cet ADN supplémentaire ne sert

(1) Richard Dawkins, « *The Selfish Gene* », Oxford University Press.

(2) *Nature*, 17 avril 1980.

en rien à la salamandre. Et l'on trouve aussi un surplus d'ADN dans les autres organismes — plantes, insectes, animaux, y compris l'homme.

Si ces gènes ne servent à rien pour leurs hôtes c'est qu'ils sont là et se reproduisent pour leur propre compte. L'idée n'est pas incompatible avec la théorie de la sélection naturelle qui implique la concurrence entre des systèmes qui se reproduisent. Les gènes sont des systèmes qui se reproduisent, les plus efficaces augmentant leurs nombres aux dépens de leurs concurrents moins efficaces. Il est évident que les gènes utiles, qui contribuent à la survie et à l'entretien des organismes porteurs, sont bien placés dans la course darwinienne car, sans eux, l'hôte de tous les gènes périrait — et les gènes avec lui, avant même d'être transmis à une autre génération.

Mais il n'est pas illogique de penser qu'outre ces gènes utiles, un organisme puisse également héberger des gènes parasites qui ne lui servent à rien. Ces «gènes égoïstes», comparables par leur structure à des gènes utiles, seraient intégrés au patrimoine génétique, s'infiltrant dans les molécules d'ADN qui forment les chromosomes et mettant à leur profit les mécanismes de réplication.

Il y aurait, au sein même de la cellule, une lutte pour la survie de ces gènes, dont l'excès risquerait de compromettre le fonctionnement du système tout entier. Ainsi, seuls survivraient les «gènes égoïstes» les mieux adaptés. Orgel et Crick comparent ces gènes à des parasites dont la présence ne serait pas trop gênante pour leur hôte, jusqu'au moment où l'excès de leur nombre devient trop astreignant.

Gènes utiles et oisifs vivent en symbiose

Il pourrait même s'établir, entre les gènes utiles remplissant une fonction bien précise, et les gènes parasites, une sorte de symbiose, une association qui serait, de temps en temps, bénéfique pour tous. L'organisme-hôte pourrait mettre à son profit l'existence de gènes oisifs mais disponibles, par exemple pour contrôler le fonctionnement d'autres gènes. Mais la quantité de gènes égoïstes doit néanmoins être limitée: leur masse risquerait de favoriser le développement de cellules trop grosses et inutilement complexes qui deviendraient un fardeau. Les Pr Orgel et Crick remarquent

qu'il y a un rapport frappant entre le contenu en ADN d'une plante herbacée et le temps minimal de génération de cette plante. En gros, si une plante contient beaucoup d'ADN, elle aura un temps de génération plus long et sera pérenne plutôt qu'éphémère. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'une grosse masse d'ADN a besoin d'un plus gros noyau cellulaire, et que la méiose (division de la cellule par séparation des paires de chromosomes dans son noyau) prend plus de temps. La comparaison du contenu en ADN de plusieurs espèces de salamandres a également montré qu'un taux d'ADN élevé correspond à un temps de développement plus long.

Si l'hypothèse des gènes égoïstes ne contredit pas la théorie de l'évolution par sélection naturelle, elle lui ajoute néanmoins un aspect nouveau et inattendu. Alors qu'on pensait qu'un gène ne se répand et ne survit que s'il a une valeur sélective pour l'organisme dont il fait partie, voici une sorte de sybarite biologique qui n'existe que pour lui-même!

Cependant, son existence expliquerait le paradoxe que représente l'existence de trop d'ADN, de gènes qui se répètent plusieurs fois le long de la molécule d'ADN, ou qui semblent avoir la faculté de se transférer d'un endroit à un autre sur cette molécule. Comme l'écrit Richard Dawkins: «Les biologistes se creusent le cerveau pour essayer d'imaginer quelle tâche utile ce surplus d'ADN peut bien accomplir. Mais, du point de vue du gène lui-même, il n'y a aucun paradoxe. Le véritable "objectif" de l'ADN est de survivre, ni plus ni moins.» La façon la plus simple d'expliquer l'existence de ce surplus d'ADN est de supposer que c'est un parasite ou, au mieux, un passager inoffensif mais inutile qui a "pris le train en marche".

A l'intérieur de la cellule, les gènes continuent de lutter pour leur survie. Nous n'en sommes que les colonies. Certes, il nous est difficile d'admettre un tel état des choses: sommes-nous manipulés par ces petits ordinateurs d'une complexité inouïe qui, dès la conception, dirigent la construction et le fonctionnement de l'usine qui deviendra arbre, poisson, ou homme. Qu'en serait-il de notre esprit? De notre libre arbitre?

Ce sont des questions d'intérêt philosophique que se posent des chercheurs, comme le Pr Edward Wilson, qui tentent d'établir un lien entre les gènes, l'évolution de l'organisme et le comportement. Si

tous les êtres vivants obéissent aux gènes qui déterminent leur développement, l'homme ne dispose-t-il pas même d'une parcelle de liberté? Ou fait-il partie d'une espèce unique, qui échappe à ce déterminisme?

Or il y a une raison pour laquelle l'homme pourrait y échapper. Il est, en effet, une créature unique en son genre. La différence entre l'homme et les autres êtres vivants, c'est la culture, c'est-à-dire la transmission non génétique de connaissances, de règles de conduite, d'éthique, de traditions. En somme, l'homme dispose d'un mécanisme évolutif parallèle au génétique.

L'homme ne transmet pas que des gènes

L'évolution culturelle est bien plus rapide que l'évolution biologique. «Pour comprendre l'évolution de l'homme moderne, écrit Dawkins, il faut commencer par rejeter le gène comme seul fondement de nos idées sur l'évolution». L'homme, en effet, baigne dans une culture qui se transmet, tout en se modifiant, d'une génération à une autre. Les acquis de la culture peuvent s'ajouter à son patrimoine et modifier ses prédispositions génétiques. Il suffit qu'une personne invente la roue, la charrue, ou le théorème de Pythagore, pour que cet acquis devienne immédiatement transmissible à toute une population et aux générations à venir. Les codes éthiques, les lois peuvent également être transmissibles, se modifiant par une sorte d'évolution, au cours de l'histoire. La question principale qui reste sans réponse est peut-être celle-ci: jusqu'à quel point l'évolution culturelle, notamment celle des valeurs morales, peut-elle prendre le pas sur l'évolution génétique, amoral où prime la loi du plus fort?

Certains pensent que l'esprit humain est capable de toutes les victoires. D'autres, comme le Pr Wilson, que «les gènes tiennent la culture en laisse... Cette laisse est longue mais, inévitablement, les valeurs morales subiront des contraintes suivant les effets qu'elles auront sur le patrimoine génétique».

On n'en est encore qu'à la découverte et à la surprise, mais pas encore aux certitudes. Seul l'avenir, lointain, apportera peut-être une réponse sur le vrai but de l'ADN....

Jean FERRARA ■

GRANDS NOMBRES ET PETITES CALCULATRICES

Un certain snobisme a fait déprécier sous le vocable de calculettes toutes les machines qui n'ont pas la taille d'un ordinateur. Pourtant ces petites calculatrices, si peu encombrantes qu'on peut les mettre dans la poche, sont capables de travailler sur des nombres ayant des centaines de chiffres, et cela sans jamais faire l'ombre d'une erreur.

● Depuis plus d'un siècle que tout Français doit savoir lire, écrire et compter, nul n'ignore que les divisions qui tombent juste sont rares, ce qui permet de fournir de solides casse-tête aux petits écoliers. S'il est facile de partager 100 en quatre parts, ou 300 en 12 parts, nul n'a jamais réussi à diviser 10 francs entre trois personnes. Et que dire alors de fractions telles que $1\,980/63$ ou $3\,456\,789/123\,456$?

Par chance, on trouve maintenant partout des mini-calculatrices qui se chargent de faire l'opération avec une bonne précision — de 8 à 13 chiffres — mais des esprits plus affûtés ont vite découvert qu'on pouvait exiger beaucoup plus de ces petites machines. Dans notre numéro de janvier, nous avions mentionné le fait que la calculatrice la plus simple permet de connaître un quotient de nombres entiers avec une infinité de décimales.

Cette information nous valait une masse de lettres, nos lecteurs voulant savoir quel était le procédé à utiliser, et nous en avons alors donné une esquisse dans notre numéro de mars. Mais cette esquisse restant un peu sommaire, le courrier a continué car nos correspondants voulaient des précisions, et nous reviendrons donc sur ce problème de manière plus approfondie. En même temps, nous allons tenter de montrer quelques possibilités, en général ignorées, des petites calculatrices programmables ; ceci permettra de répondre à tous les lecteurs qui nous ont demandé si le calcul de nombres ayant des dizaines de chiffres était à la portée de ces machines.

Bien entendu, la réponse est oui, et le seul

exemple du nombre π ouvrira déjà des horizons nouveaux à ceux qui pensent que les calculatrices n'ont que les dix chiffres de l'affichage. On sait que π exprime le rapport entre la longueur d'un cercle et son diamètre selon la formule classique $l = \pi \cdot d$. On utilise le plus souvent la valeur classique $\pi = 3,1416$. En réalité, la suite des décimales est illimitée et non répétitive, ce qui revient à dire que π ne peut s'exprimer sous forme d'une fraction, ni même d'ailleurs d'une racine.

Depuis l'antiquité les mathématiciens ont cherché à en donner une valeur aussi précise que possible. En l'an 500, les Chinois avaient 6 décimales exactes, précision qui ne sera atteinte en Europe que sept siècles plus tard. Vers 1600 on connaît π avec 30 décimales ; en 1800 on est à 140 ; en 1844, un Viennois donne 205 décimales, mais la vérité oblige à dire que toutes les opérations avaient été confiées à un calculateur prodige de 16 ans qui mit deux mois à faire le travail, ce qui effectivement relevait bien du prodige : les autres mettaient des années.

Le record du calcul manuel, si on peut dire, fut l'œuvre de l'anglais W. Shanks : 707 décimales qui figurent toujours dans la rotonde du Palais de la Découverte. Un détail qui a son importance : Shanks commença les calculs vers 1855 et publia le résultat en 1874. Il lui avait fallu près de 20 ans et, chose ennuyeuse, il s'était trompé à partir de la 528^e décimale. Cela n'a rien de très étonnant si l'on songe qu'il faut calculer plus de 1 000 termes d'une série convergente, avec 710 chiffres à chaque fois ; de

plus, chaque terme réclame deux multiplications et deux divisions faites sans erreur.

Calculer π avec des centaines de décimales, c'était donc l'œuvre d'une vie. Aujourd'hui, c'est l'affaire de quelques heures pour n'importe quel amateur disposant d'une calculatrice qui tient dans la poche ; pas besoin d'une pièce entière pour disposer les mémoires en ruban magnétique, les consoles de travail, les claviers, les imprimantes, et une installation d'air conditionné pour que le tout fonctionne bien.

Une petite machine programmable suffit pour obtenir une précision qu'on aurait considérée comme littéralement miraculeuse il y a seulement cinquante ans. La palme revient pour le moment à l'un de nos lecteurs, M. Labat, qui a rédigé un programme permettant de calculer π avec 611 décimales sur une Texas 59. Nous pensons d'ailleurs qu'il est possible d'aller plus loin encore et de tirer 900 décimales de la même machine, dépassant ainsi, et de beaucoup, le calcul de Shanks. Or le programme n'est pas spécialement compliqué, puisqu'il se limite aux opérations arithmétiques : il n'y a ni cosinus, ni logarithmes, ni racines, ni rien qui dépasse les connaissances d'un bon écolier.

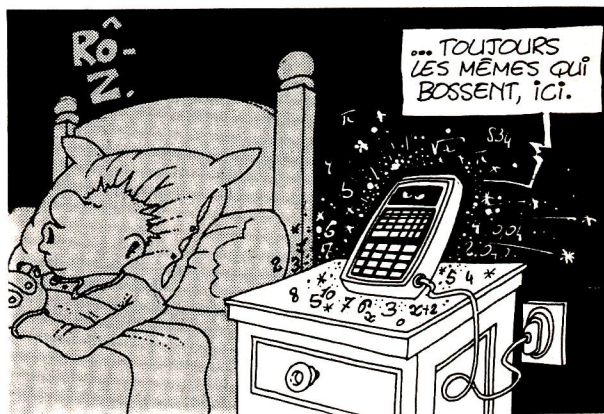
A première vue, il paraît difficile d'admettre qu'une calculatrice dont le cadran n'affiche que 10 chiffres puisse calculer un nombre de 600 chiffres. La technique est pourtant relativement simple, puisqu'elle consiste à fractionner le nombre cherché en groupes de 10 chiffres que l'on met à tour de rôle dans les mémoires disponibles. Le calcul de π n'est d'ailleurs qu'un exemple parmi d'autres : on peut tout aussi bien évaluer le nombre e , base des logarithmes, extraire une racine cubique, trouver la somme d'une série, et cela avec des centaines de chiffres. Bien sûr, il est plus simple encore de faire l'addition ou la multiplication de ces grands nombres, et cela avec une précision absolue.

Les seules limites tiennent au nombre de mémoires dont dispose la calculatrice. En ce sens on ne peut rivaliser avec les grands ordinateurs dont les possibilités intrinsèques de calcul ne sont pourtant pas plus grandes, mais qui ont des milliers de mémoires à leur disposition. C'est ainsi que π a été calculé avec un million de décimales en 1974 par J. Guilloux et M. Bouver sur un CDC 7600, bien que le programme mis en jeu soit à peu près le même que celui qu'on utilise sur une TI 59 ou une HP 67.

Pour un amateur, tout le plaisir de ces longs calculs réside donc dans l'utilisation optimale de la calculatrice : il faut tout de même beaucoup d'ingéniosité pour arriver à faire tenir, et à manipuler, de très grands nombres dans de très petites machines. Les pas de programme sont limités, et les mémoires le sont plus encore. Il faut alors imbriquer les opérations, trouver des astuces pour serrer les étapes, combiner au mieux les transferts, les instructions, les rappels de mémoire jusqu'au moment où on peut laisser la machine tourner seule pendant des heures.

Mais le résultat de ce long travail est souvent, comme nous le verrons, largement à la hauteur des espérances.

La première étape sur cette voie consiste à pouvoir faire les quatre opérations élémentaires sur les grands nombres : addition, soustraction, multiplication, division. En pratique, il faut pour cela disposer d'un adressage indirect, faute de quoi le programme devient très long et ne tient plus dans la machine. En pratique, nous considérerons donc les Texas 58 & 59 et les Hewlett Packard 34 & 67. Nous laisserons de côté la



HP 41 qui ne constitue pas un outil complet à soi seul : pour en tirer un bon parti, il faut lui adjoindre un lecteur de cartes magnétiques et des blocs-mémoire ce qui, pour commencer, porte son prix à près de 4 000 F. D'autre part, elle cesse d'être facilement transportable, et une fois tout équipée on peut difficilement la considérer comme une calculatrice de poche. Enfin, toute machine à laquelle on peut adjoindre des unités périphériques sort du cadre de cette étude : à ce moment, les résultats qu'on peut obtenir dépendent seulement du nombre d'unités supplémentaires qu'on peut brancher. Il n'est plus nécessaire d'optimiser le programme, ni de faire montre de beaucoup de talent.

L'opération la plus simple menant à de très grands nombres est la division, comme nous l'avons déjà indiqué dans nos études précédentes. Toutes les calculatrices, même les plus simples, permettent d'y arriver ; toutefois, nous n'examinerons ici que celles disposant de plusieurs mémoires et de deux touches infiniment utiles dans cette opération, et qui sont en général marquées Int et Frac : elles permettent de ne garder que la partie entière ou que la partie décimale d'un nombre quelconque.

La marche à suivre est extrêmement simple, puisqu'elle consiste à continuer la division comme on le ferait à la main, et seule la présence de zéros dans le quotient risque de créer des ennuis. Considérons par exemple la fraction $831/67$. Toute calculatrice honnête donne tout de suite le résultat, en général avec dix chiffres : 12,40298507. C'est insuffisant puisque nous voulons toutes les décimales possibles — de

toutes façons celles-ci reprendront identiques à elles-mêmes au bout d'un certain nombre de chiffres.

Pour cela nous ne ferons que des divisions dont le résultat soit entier : ici, $831/67$ vaut 12 et il reste 27 ($831 = 12 \times 67 + 27$). Continuer la division à la main consisterait à mettre un zéro à 27 et à diviser 270 par 67, ce qui fournit un nouveau reste auquel on remet un zéro, et ainsi de suite. On pourrait procéder ainsi, mais on travaillerait bien en-deça des capacités de la machine qui vont jusqu'à 10 chiffres.

Mais il ne faut pas aller trop loin dans l'autre sens, sous peine de déborder les mémoires qui procèdent alors à des arrondis, lesquels enlèvent toute précision au calcul. Gardant notre exemple $831/67$, considérons une machine tenant 10 chiffres par mémoire ; pour avoir le plus grand nombre de chiffres à chaque tour, on a intérêt à mettre le plus grand nombre possible de zéros après le reste pour avoir un quotient de 10 chiffres.

Le reste étant ici 27, on pourrait introduire dans la machine 27×10^{10} et diviser par 67 : on a alors 4 029 850 746 qui représentent les 10 premières décimales du quotient. Le seul ennui, c'est qu'il n'est plus possible de trouver le reste de cette division : il faut en effet calculer $27 \times 10^{10} - 402... \times 67$. Or $402... \times 67$ donne un nombre de 12 chiffres qui déborde les mémoires : la machine arrondit automatiquement et on trouve 0 comme reste, ce qui est faux.

En pratique, il faut mettre derrière le reste un nombre de zéros tel que le résultat tienne dans le registre de 10 chiffres. Ici, on peut donc mettre au plus 8 zéros. La partie entière de la division $27 \times 10^8/67$ est 40 298 507 et le reste s'obtient facilement : il vaut 31. Il ne reste plus qu'à recommencer avec $31 \cdot 10^8$, et la suite des décimales apparaît par groupe de 8 chiffres.

Mais si on passe à une autre fraction, par exemple $5\,678/345$, on ne peut plus continuer à sortir les décimales par groupe de 8 : le dénominateur ayant 3 chiffres, la multiplication de 8 chiffres par 3 chiffres, nécessaire pour avoir le reste, peut donner 11 chiffres, ce qui dépasse la capacité des mémoires. Il faut descendre d'un cran et multiplier le reste par 10^7 (ou par une puissance de 10 inférieure à 10^7 , par exemple 10^6 ou 10^4) ; à ce moment, les décimales sortiront par groupes de 7 (ou de 6, ou de 4).

En fait, il faut donc multiplier le reste par 10^n avec $n \leq 10$ — (nombre de chiffres du dénominateur) ; sur les TI 58 & 59, $n \leq 13$ — (nombre de chiffres du dénominateur). Pour la commodité de la lecture, il est d'ailleurs préférable de ne pas dépasser $n = 10$ sur les Texas, car si la machine travaille bien sur 13 chiffres, elle n'en affiche jamais que dix.

La seconde difficulté provient des zéros. Reprenons la fraction $831/67$ et calculons les décimales par groupes de 6 ; la partie entière vaut 12, puis la machine donne 402 985 - 74 626 -

865 671 - 641 791 - 44 776 - etc. On en concluerait que le quotient vaut 12,402 985 746 268 656 716 417 914 477 6 etc. Or c'est faux : chaque groupe fourni par la machine compte pour 6 chiffres ; 74 626 et 44 776, qui ne font que 5 chiffres, sont en réalité 074 626 et 044 776.

En chiffres entiers, la calculatrice n'affiche jamais les zéros devant les nombres. Deux solutions s'offrent alors : compter à chaque fois le nombre de chiffres, et rajouter des zéros si le nombre est inférieur à celui demandé ; ou faire apparaître chaque groupe sous forme décimale,

TOUTES LES DÉCIMALES D'UNE FRACTION

Les deux programmes que nous donnons ci-dessous permettent de connaître toutes les décimales d'une fraction rationnelle. Ils sont relativement courts dans la mesure où il faut faire à la main le cadrage du résultat affiché.

Programme TI 58 et 59 : LBL A, STO 01, \div , R/S, STO 04, =, Int, R/S, \times , RCL 04, —, RCL 01, =, $+/-$, \times , RCL 02, \div , STO 01, RCL 04, =, Int, \div , RCL 02, =, R/S, \times , RCL 02, GTO 011.

Avant de calculer une fraction a/b (a jusqu'à 13 chiffres, b jusqu'à 12 chiffres) faire 1 EE n STO 02 et fix n, avec $n \leq 13$ — (nombre de chiffres de b). Pour la commodité de lecture des résultats, il vaut mieux ne pas dépasser $n = 8$ ou même $n = 6$. Introduire a, faire A, introduire b, faire R/S : la partie entière du quotient est affichée. Chaque pression de la touche R/S amènera ensuite les décimales sous la forme 0, $\times \times \times \dots$ dont on ne garde que la partie suivant la virgule.

Programme HP : STO 4, $\times \leq y$, \uparrow , \uparrow , RCL 4, \div , Int, R/S, RCL 4, \times , —, RCL 2, \times , \uparrow , \uparrow , RCL 4, \div , Int, RCL 2, \div , R/S, Ist \times , GTO 09.

Avant de calculer une fraction a/b (a jusqu'à 10 chiffres, b jusqu'à 9 chiffres) faire EEX n STO 2 et fix n, avec $n \leq 10$ — (nombre de chiffres de b). Comme pour les Texas, il est pratique à la lecture de n'avoir que 6 à 8 chiffres, donc $n \leq 8$. Introduire a, faire RTN (ou GTO 00), introduire b, faire R/S. La partie entière est affichée. Chaque pression de la touche R/S amène ensuite les décimales sous la forme 0, $\times \times \times \dots$ dont on ne garde que la partie suivant la virgule. □

une astuce pratique pour déceler les zéros en tête de groupe. Dans le cas choisi, les décimales vont apparaître sous la forme 0,402 985 - 0,074 626... 0,044 776, etc. Il est alors facile d'écrire le quotient vrai qui vaut 12,402 985 074 626... etc.

Toute l'astuce, fort simple, consiste à diviser à chaque fois le quotient par le même 10^n avec lequel on multiplie le reste. Mais il faut maintenant faire attention aux zéros qui vont apparaître en queue : pour la machine un nombre comme 8 130, une fois divisé par 10^n , apparaît comme 0,813 000..., c'est-à-dire la même chose que 813 divisé par 10^n . Il faut donc faire très attention au nombre de chiffres, ce qui ramènerait au cas précédent, ou mettre la machine en fix n, n étant le même que celui de 10^n .

Sur les machines perfectionnées — HP 34 &

67, TI 58 & 59 — ces opérations peuvent être programmées automatiquement, n valant 10 (ou 13) — (partie entière du logarithme décimal du dénominateur). On fera attention sur les Texas, la séquence demandant à être très bien maîtrisée, faute de quoi la touche INV log risque d'amener des erreurs fatales (par exemple 10 ou 1 000 à la place de 100) ; il faut couper les chiffres de garde avec INV EE après avoir pris soin de ne pas laisser en fix 0 ou fix 1. Le fix 0 est nécessaire pour faire apparaître la partie entière sans virgule ni zéros superflus.

Nous donnons en encadré les programmes permettant de calculer les quotients avec une infinité de décimales sur les HP et TI ; le cadrage exact du nombre de décimales se fera à la main, mais nos lecteurs compétents rétabliront facilement le cadrage automatique avec DSP(i) sur les HP ou fix Ind xx sur les Texas.

Ces programmes, relativement courts, permettent de faire le quotient d'un nombre de 10 chiffres par un nombre de 9 chiffres (sur les HP) ou de 13 chiffres par 12 chiffres sur les TI. Nous sommes déjà dans les grands nombres pour ce qui concerne le résultat, chaque pression de la touche R/S amenant un nouveau groupe de décimales. Pour peu que le diviseur soit un nombre un peu important, cette suite peut avoir des milliers, voire des millions ou plus de chiffres différents. Rappelons ici que la suite des décimales d'une fraction entière est toujours périodique, c'est-à-dire qu'au bout d'un certain temps les mêmes chiffres reviennent dans le même ordre.

Par exemple, $111/7 = 15,857\ 142\ 857\ 142...$ le groupe 857 142 se reproduisant indéfiniment ; chaque groupe de la période a au plus $n - 1$ chiffre, n étant le diviseur. Ici $n = 7$ et le groupe a au plus 6 chiffres, comme c'est le cas pour $111/7$. En calculant $123/61$, on verra que le groupe $a\ 61 - 1 = 60$ chiffres. Mais la période peut être beaucoup plus courte : elle est de 28 chiffres pour $323/232$ alors qu'elle pourrait atteindre 231 pour un autre dividende.

Avec les machines possédant un adressage indirect, le dividende peut avoir des dizaines, ou même des centaines de chiffres : il suffit de fractionner le nombre à diviser en groupes de 10 (HP) ou de 13 (TI) chiffres qu'on placera dans des mémoires se succédant en ordre régulier. Un nombre de 120 chiffres peut ainsi être placé dans les mémoires 1 à 12 en mettant 10 chiffres à chaque fois.

Effectuer la division de ce grand nombre ne pose pas de gros problèmes tant que le diviseur reste limité à 9 chiffres (ou 12 pour les TI) : on fait l'opération de la même manière que précédemment, mais au lieu d'ajouter des zéros au reste, on lui ajoute un groupe de chiffres pris dans la mémoire suivante, et on répète l'opération jusqu'à épuisement des données contenues dans les mémoires. Ce faisant, on remplace au fur et à mesure le contenu de ces registres par le quotient ; mais du fait même

qu'il s'agit d'une division, on a moins de chiffres à l'arrivée qu'au départ : un nombre de 120 chiffres divisé par un nombre de 5 chiffres donnera en général un nombre de 115 chiffres (ou parfois de 116). Il faut noter que l'opération est faite sans décimales ni arrondis.

La multiplication d'un même grand nombre de ce type ne présente pas non plus de grosses difficultés, mais il faut fractionner le contenu de chaque registre pour ne pas en déborder les capacités. Par exemple, pour multiplier 9 977 553 311 par 357, il n'est pas question

LES GRANDS NOMBRES SUR LA HEWLETT 67

La HP 67 est une machine classique disposant de 26 mémoires de 10 chiffres, d'un adressage indirect et des fonctions DSZ et ISZ. Elle peut donc se prêter à l'arithmétique des grands nombres mais chaque registre tenant 10 chiffres, il n'est guère possible de dépasser 200 à 230 chiffres, soit 20 à 23 mémoires occupées sur les 26 ; il faut en effet toujours au moins 2 ou 3 mémoires pour l'adressage, les tests ou le contrôle d'un terme général.

Les quelques records que nous donnons ci-dessous sont ceux auxquels sont parvenus des amateurs possesseurs de ces machines, et ils sont enregistrés au centre usagers de Hewlett-Packard à Genève.

- *Multiplication de deux nombres de 80 chiffres ; le produit à 160 chiffres (K. Wigström, Suède).*
- *Division, dividende et diviseur jusqu'à 120 chiffres ; quotient infini (P. Molinaro, France).*
- *Racine carrée d'un nombre avec 182 chiffres (K. Wigström, Suède).*
- *Racine cubique d'un nombre avec 76 chiffres (K. Wigström, Suède).*
- *Puissance (y^x) jusqu'à 200 chiffres (W. Seewald, Suisse).*
- *Factorielle ($n!$) jusqu'à 200 chiffres (W. Seewald, Suisse).*
- *e , base des logarithmes naturels, avec 215 chiffres (S. Treek, Allemagne).*
- π , rapport de la circonférence du diamètre, avec 200 chiffres (R. de La Taille, France). □

d'utiliser directement la touche (x) de la machine puisque le résultat possède 13 chiffres qui ne tiendraient pas dans une seule mémoire. On fractionne alors le nombre en deux et on commence par multiplier 0,53311 par 357 ce qui donne 190,320 27. On multiplie ensuite 99 775 par 357, ce qui donne 35 619 675 ; on lui ajoute 190 de la multiplication précédente, et on le divise ensuite par 100 000 pour avoir 356,198 65. On garde la partie décimale 0,198 65 qu'on remultiplie par 10^5 et qu'on ajoute à la partie décimale précédente ; total : 19 865,320 27. On multiplie encore par 10^5 et on remet ce résultat dans la mémoire où était le chiffre de départ ; la dernière partie entière, soit 356, sera de même ajoutée au résultat de la multiplication de la mémoire suivante divisée en deux de la même manière. On poursuit le procédé jus-

qu'à épuisement de tous les chiffres du nombre à traiter.

Cette fois, et contrairement à la division, le nombre est plus grand et il faut prévoir une mémoire totale, somme des mémoires partielles à 10 chiffres, assez grande pour le tenir. Nous indiquons dix chiffres, ce qui est la limite des Hewlett, mais avec les Texas on peut aller jusqu'à 13 en séparant le nombre en 7 et 6 chiffres. Il peut d'ailleurs être nécessaire de fractionner en plus petits groupes si le multiplicateur est très grand : pour une mémoire de 10 chiffres, fractionner 5 — 5 ne suffira pas si le multiplicateur a 6 chiffres ; il faudra faire 4 — 4 — 3.

L'addition, enfin, de deux grands nombres contenus dans deux mémoires composites se fera de même en fractionnant moitié-moitié si on utilise toute la capacité du registre, ou par simple addition avec la touche (+) si on met un chiffre de moins dans chaque mémoire, c'est-à-dire 12 pour les Texas et 9 pour les Hewlett. Mais il ne faut pas oublier de garder la retenue le cas échéant, et de la faire passer dans la mémoire suivante. La soustraction se fait selon un principe similaire.

Dans le cas où il faut manipuler deux grands nombres, on utilisera soit deux mémoires composites, soit une seule en rangeant tous les chiffres du premier nombre comme parties entières, et tous ceux du second comme parties décimales. Ainsi, les nombres 135 791 113 151 719... et 246 810 121 416... pourront être rangés dans des mémoires à dix chiffres sous la forme 13 579.246 81 - 11 131.012 14 - etc.

Multiplication et division peuvent également se faire avec deux grands nombres, et il convient alors de les fractionner tous les deux. Le programme devient un peu plus difficile, mais reste tout de même à la portée des calculatrices programmables. Ainsi, notre collaborateur Daniel Ferro a établi, pour la Texas 59, des programmes qui permettent de calculer le produit de deux nombres ayant chacun 564 chiffres ; le résultat comporte alors 1 128 chiffres ! Dans le même ordre d'idées, il a réussi à calculer factorielle 582, soit 582 !, soit encore $1 \times 2 \times 3$

$\times 4... \times 582$: c'est un nombre de 1 248 chiffres. Ces deux exemples permettent de situer les capacités numériques de ce qu'on appelle les petites calculatrices : en écrivant les chiffres un peu gros, style scolaire (soit 2 chiffres par cm), 582 ! réclamerait une bande de papier ayant 6,25 mètres de long. On a peine à croire qu'un tel calcul puisse sortir d'une machine qui tient dans la poche.

D'ailleurs, à partir du moment où l'on maîtrise bien les quatre opérations sur les grands nombres on peut se lancer dans le calcul des séries analytiques qui mènent aux nombres transcendants genre e et π , ou évaluer les racines cubiques avec des centaines de décimales. Le tout est de bien choisir son programme et d'utiliser astucieusement l'adressage indirect (STO (i) ou STO Ind xx) les DSZ ou ISZ, les tests et les boucles.

Notons que ces calculs sont toujours très longs — de quelques heures à quelques jours — et qu'il y a intérêt à optimiser le programme si l'on ne veut pas perdre trop de temps. En particulier, sur les Texas on fera les adressages au numéro du pas de programme et non avec des labels : comme nous l'avons vérifié avec un programme donnant π , le gain de temps peut atteindre 50 % (144 chiffres sur une TI 58 en moins de 3 h).

Les deux séries les plus simples à évaluer sont celles donnant e , base des logarithmes naturels, et π , rapport du demi-cercle au rayon. La série donnant e est simple : $1 + 1/1! + 1/2! + 1/3! + ... 1/n!$ Elle est facile à programmer puisqu'il suffit, ayant calculé le terme de rang n , de diviser ce terme par $n + 1$ pour avoir le suivant qu'on ajoute au total, et ainsi de suite.

Le calcul de π est plus difficile, les séries étant moins simples ; celle partant de $\arctg x$ est souvent utilisée à partir de l'arc $1/239$, mais elle mène à des opérations un peu compliquées ; celle partant de $\arcsin x$ donne un programme plus simple qui permet, nous l'avons vu, d'aller jusqu'à 611 chiffres avec une Texas 59, ou 221 sur une Texas 58. La règle du jeu n'est d'ailleurs pas d'obtenir des milliers de chiffres, car il suffirait pour cela d'acheter une machine ayant des centaines de mémoires, et on se retrouverait vite avec un véritable ordinateur.

Tout le plaisir, en fait, consiste à tirer le maximum de la machine dont on dispose. C'est ainsi qu'il est plus beau de sortir 220 décimales de π sur une Texas 58 grâce à un programme affiné, que d'en sortir 410 sur une Texas 59 avec un programme plus grossier : pour le même nombre de pas de programme (160) une 59 a 100 mémoires quand une 58 n'en a que 40, et elle sera de toute façon gagnante. Pour une calculatrice donnée, l'arithmétique des grands nombres reste l'art difficile de faire tenir le maximum dans le minimum.



VÉNUS, ENFIN DÉVOILÉE

C'est presque par hasard que l'altimètre radar de Pioneer Venus I a obtenu les premières photos de la surface de Vénus que nous présentons ici. Au-dessous d'une couche nuageuse très épaisse, l'équipement du satellite a découvert un relief étonnamment escarpé et décidément peu " vénusien ".

● Sur les neuf planètes qui composent le système solaire, certaines sont si lointaines qu'on peut admettre que leur étude soit très difficile, même avec les moyens actuels de l'astronomie. C'est ainsi que Neptune et surtout Pluton, qui naviguent à des milliards de km, sont encore en grande partie des inconnues ; ne parlons même pas de leurs satellites.

Par contre, les planètes proches, comme Mercure, Vénus ou Mars, sont censées être connues avec une grande précision ; or, si la chose est vraie pour Mercure et Mars, elle ne l'est pas encore tout à fait pour Vénus, qui pourtant est plus proche de nous (42 000 000 km) qu'aucune des sept autres. Jusqu'à cette année, sa topographie restait une énigme presque totale, alors qu'on connaît fort bien maintenant celle des satellites de Jupiter qui se promènent, eux, à 600 000 000 km de la Terre.

La raison de toutes ces difficultés est que Vénus, déesse de l'amour pour les Romains, se comporte plutôt comme une orientale : elle reste couverte de voiles épais et nombreux d'un bout de l'année à l'autre ; rien de la nudité antique qui aurait pourtant si bien arrangé les astronomes. Ces voiles, faits de nuages d'acide flottant sur une masse de gaz carbonique, n'ont pas moins de 30 km d'épaisseur. Du coup, l'écrasante lumière du soleil se reflète sur ces lourdes brumes comme un appel de phares sur une nappe de brouillard : impossible de voir ce qui se cache derrière cette masse blanche rendue soudain éblouissante.

Il fallait trouver des anti-brouillards capables d'éclairer jusqu'au sol, ce qui n'était pas facile. Toutefois, on savait déjà que, plus on abaisse la fréquence du rayonnement émis, plus la portée du faisceau à travers la brume augmente. Le jaune passe mieux que le bleu, le rouge que le jaune, l'infrarouge que le rouge ; en descendant

encore, on arrive aux ondes radio qui traversent si bien toute épaisseur de brouillard que le moindre cargo est maintenant équipé d'un radar lui permettant de repérer les récifs à travers des kilomètres de brume.

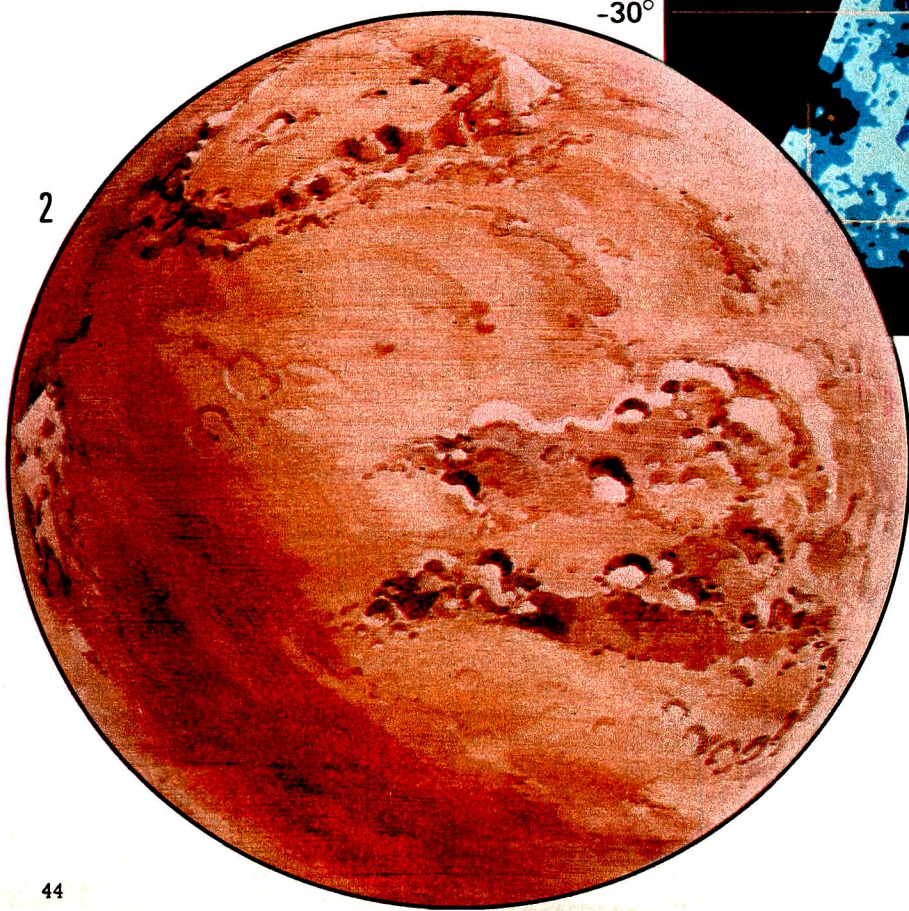
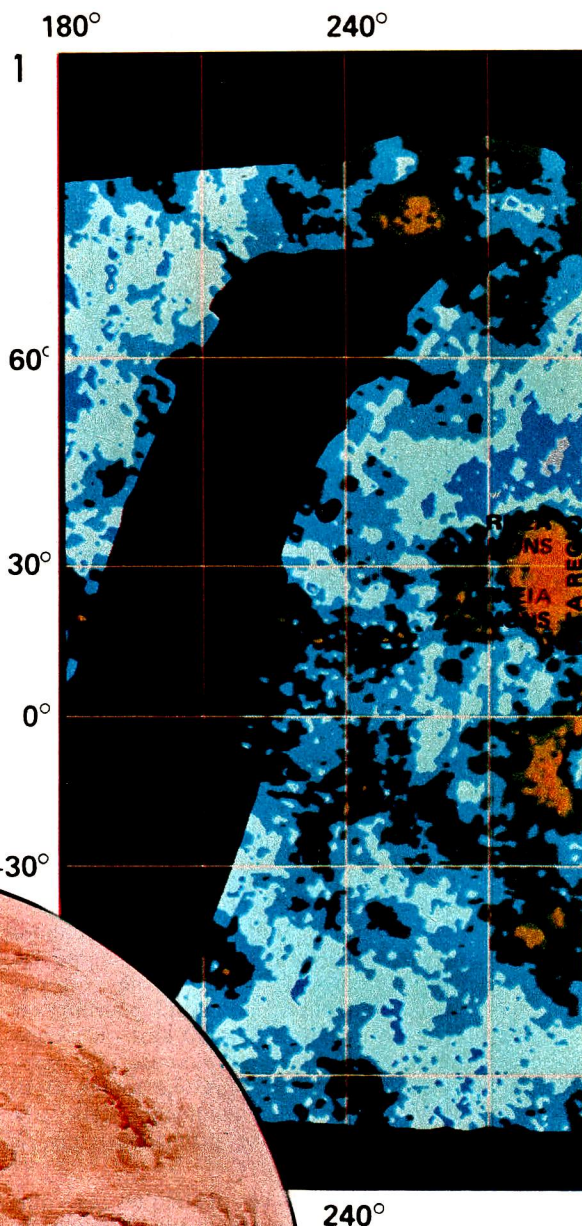
Le seul ennui, c'est que Vénus est tout de même loin, ce qui exige des radars d'une puissance énorme ; et déceler des accidents de relief mesurant quelques kilomètres quand la distance à franchir se compte en dizaines de millions de km demande des instruments d'une finesse incroyable. Pourtant, la chose fut tentée et, dans une certaine mesure, réussie : les expériences faites à partir de radars installés sur Terre avaient permis de déceler de vastes plaines relativement unies, des zones montagneuses, des cratères et même un long canyon. Heureusement, l'astronautique allait prendre le relais : le 4 décembre 1978, la station américaine *Pioneer Venus I* se mettait en orbite autour de la planète tandis qu'une sonde descendait jusqu'au sol. Dans la station orbitale était installé un radar puissant qui allait enfin pouvoir éclairer de près le sol et en dresser la carte. Mais une telle opération demande des mois et des mois de relevés systématiques avant d'aboutir à un dessin assez précis.

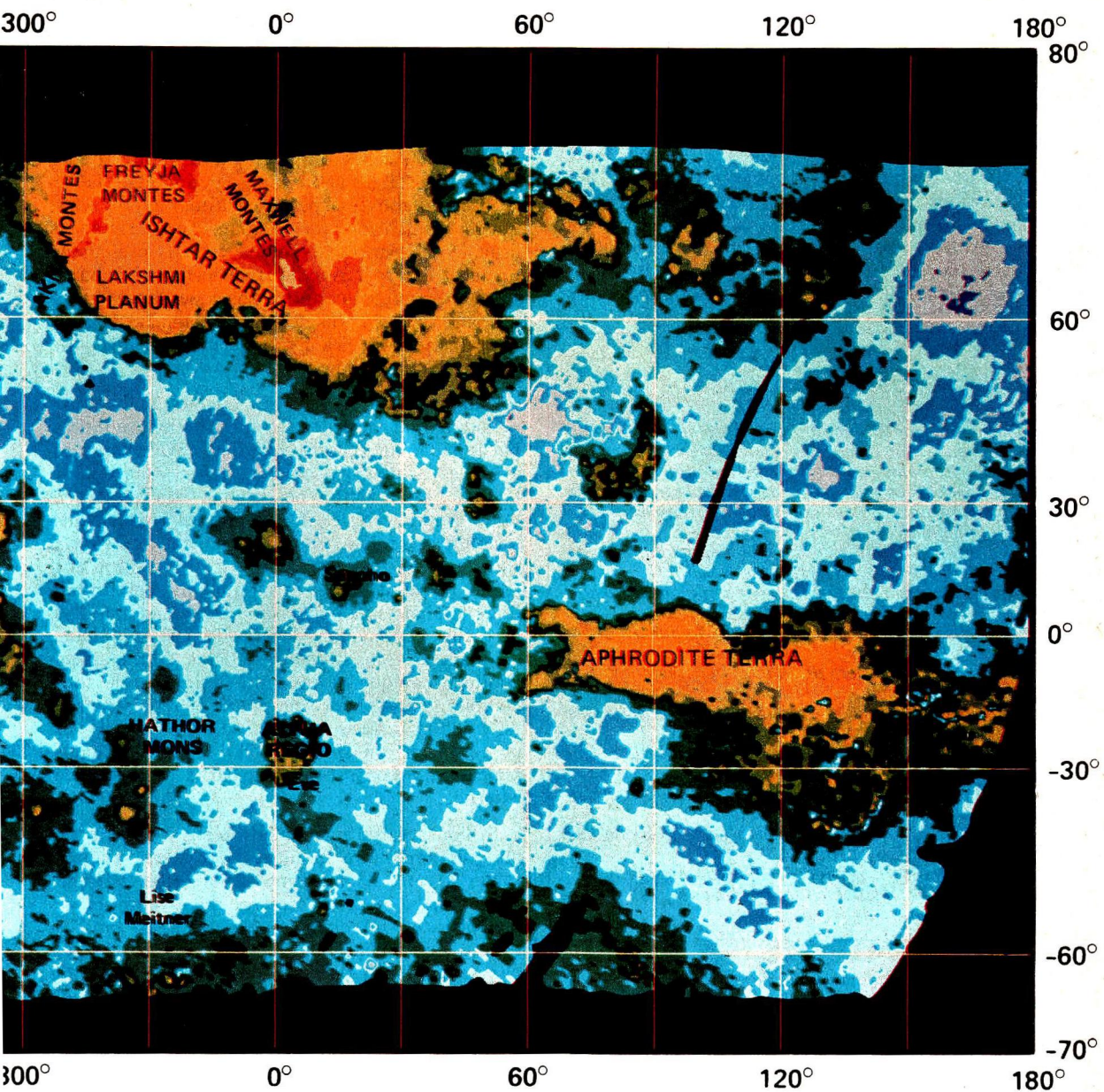
En conséquence, c'est seulement maintenant que les premières cartes du relief vénusien sont disponibles. Toutes les photos que nous présentons peuvent être considérées comme des documents exceptionnels, car elles représentent un terrain qui n'a jamais pu être observé directement, du moins à cette échelle. En effet, les sondes soviétiques qui étaient arrivées à se poser ne pouvaient filmer que l'environnement immédiat, et encore, vu à ras du sol.

Grâce au radar embarqué sur la station, les astronomes ont pour la première fois sous les yeux une carte pratiquement complète de la

SANS VOILE AUCUN, LA TOPOGRAPHIE DE LA DÉESE VÉNUS

- 1 Cette carte du sol vénusien était attendue par les astronomes depuis des dizaines d'années, l'épaisseur nuageuse de l'atmosphère étant telle que le terrain n'est jamais visible depuis la Terre. On y distingue très bien les deux continents Ishtar et Aphrodite et une multitude de petits îlots dominant la vaste plaine qui fait le tour de la planète.
- 2 Le globe vénusien a été reconstitué à partir des relevés faits par le radar de la station Pioneer. Trois régions de hauts plateaux dominent tout le terrain avoisinant qui en général est assez plat. Ces trois régions, qui ont les dimensions d'un continent, sont : Terre Aphrodite, au premier plan, Terre Ishtar, en haut, et Région Bêta, à gauche.
- 3 Plus hauts que l'Everest, les Monts Maxwell dominent la plaine voisine de plus de 8 km et, par rapport au niveau de référence, le sommet culmine à 10 800 m. La partie la plus haute de cette chaîne montagneuse s'étend du nord-ouest au sud-est, avec des ramifications moins élevées s'étalant à l'est et à l'ouest.





3 planète. S'y révèlent de vastes continents, des chaînes de montagnes plus hautes que l'Himalaya et des gorges auprès desquelles celles du Tarn semblent de légers fossés. A l'heure actuelle, la surface est cartographiée à plus de 90 %, alors que les relevés topographiques menés à partir des radars basés sur Terre n'avaient pu en couvrir que moins d'un centième.

L'analyse des documents envoyés par la station automatique montre que le terrain et la géologie sur Vénus présentent à la fois d'étranges similitudes et des différences essentielles par rapport aux autres planètes connues. En moyenne, le terrain est mollement ondulé, mais présente localement des reliefs spectaculaires.

Faute d'océans, il est difficile d'y définir un niveau de la mer ; aussi les altitudes sont-elles

reperées par rapport au rayon moyen d'une sphère théorique qui coïncide pratiquement avec le globe planétaire. Par rapport à ce niveau sphérique, on trouve des sommets culminant à 10,8 km et des fosses de 2,9 km de profondeur.

Il est évidemment possible qu'il y ait des dépressions plus profondes (ou des pics plus hauts) aux pôles, car ces deux régions n'ont pu être explorées par le radar de *Pioneer*; la station fait le tour de la planète dans un plan sensiblement équatorial, et il lui est difficile d'atteindre

SUR VÉNUS. TOUTES LES DÈSSES DE LA TERRE

Celle qu'on appelle improprement l'étoile du Berger, ayant reçu le nom de celle qui était la déesse de l'amour pour les Romains, les astronomes ont voulu rester sur cette voie et toutes les particularités de la topographie vénusienne ont reçu des noms de divinités essentiellement féminines.

Lakshmi: Hindoue; déesse de l'agriculture et de l'abondance; mère universelle de la vie.

Freyja: Norvégienne; déesse de l'amour, de la beauté et de la fertilité.

Aphrodite: Grecque; déesse de l'amour et de la beauté.

Rhea: Grecque; mère des dieux; vénérée comme la grande déesse mère.

Theia: Grecque; fille d'Uranus et de Gaëa, sœur des Titans.

Hathor: Égyptienne; déesse de la beauté, de la fertilité, de l'amour et du mariage.

Ishtar: Babylonienne; déesse de l'amour et de la fertilité.

Sapho: Grecque; poétesse née à Lesbos, égérie des lesbiennes.

Ève: Terrienne; la première femme du monde.

Lise Meitner: Autrichienne; physicienne sans aucun caractère divin. □

les deux zones polaires nord et sud. Pour être encore plus précis, les relevés vont de 63° latitude sud à 75° latitude nord.

Sur ces cartes, on peut voir que 60 % de la surface vénusienne sont relativement plats, avec de longues plaines modelées de collines adoucies, la différence de hauteur entre le fond des vallées et les points dominants n'excédant pas 1 000 m. Cette vaste plaine entourant la planète coïncide d'ailleurs avec la sphère de référence qui sert de niveau, et son altitude générale vaut donc 0. Le rayon de cette sphère est de 6 050 km; il correspond à ce qu'est pour nous le rayon moyen de la Terre au niveau de la mer. Sur Vénus, il n'y a que 16 % de la surface qui soient au-dessous du niveau de référence, ce qui est peu quand on pense que sur la Terre, plus des deux tiers de la surface sont sous le niveau des océans.

Enfin, la majeure partie des 24 % restants de la surface ne sont qu'à quelques centaines de mètres au-dessus du niveau moyen des plaines. En fait, on peut séparer ce reste en deux: 16 % où l'altitude ne dépasse pas 1 500 m; 8 % de mon-

tagnes ou de hauts plateaux. Le plus haut sommet, nous l'avons vu, culmine à 10 800 m, soit 2 000 m de plus que l'Everest.

Ces hautes terres sont assez voisines dans leur structure de celles qui existent sur notre globe. La plus vaste de ces régions, dénommée Terre Aphrodite, couvre à peu près la moitié de l'Afrique en dimension; la seconde, Terre Ishtar, a la taille de l'Australie. Toutes les deux présentent un relief escarpé, avec des failles et des fractures. Restent encore deux autres zones de hautes terres qui ont reçu les noms de Région Alpha et Région Bêta (cette fois, les astronomes n'ont pas fait preuve d'imagination ...).

Nous reviendrons sur ces régions, mais auparavant il faut regarder les informations données par le radar sur l'écorce vénusienne. Celle-ci, sans avoir les hauteurs qu'on trouve sur Mars ou sur la Lune, est toutefois beaucoup plus épaisse que notre croûte terrestre. De ce fait, les mouvements tectoniques se sont trouvés fortement limités. La couche basse de cette écorce semble faite d'une roche dense de type basaltique qui entourerait toute la planète; au-dessus, on trouve un manteau de roches continentales légères de type granitique. Ce manteau, sans doute très ancien, formerait un continent unique et immense qui ferait le tour complet de la sphère vénusienne et représenterait 84 % de la surface apparente. Enfin, perchés sur ce continent, on trouverait les régions de hauts plateaux qui constituent donc 16 % de la surface externe.

Si l'on regarde maintenant le sol de plus près, on voit apparaître quantité de cratères comparables à ceux de Mars ou de la Lune. Il s'agit vraisemblablement de cratères dus à l'impact de météorites. D'un diamètre dépassant 75 km, ils sont suffisamment importants pour être repérés par la station *Pioneer*. Tout le terrain apparaît d'ailleurs très ancien: la formation de l'écorce, et ses modifications par évaporation de l'eau et réchauffement atmosphérique, ont dû avoir lieu dans les premiers milliards d'années après la naissance de la planète.

Le constituant le plus remarquable de Vénus reste toutefois la zone des hautes terres nordiques, dite Terre Ishtar, avec son immense chaîne de montagnes. La partie occidentale de ce véritable continent est relativement plane et son altitude moyenne avoisine 3 300 m. Ce haut plateau, dénommé plateau Lakshmi, est bordé à l'ouest et au nord par des montagnes dont les sommets culminent à près de 7 000 m au-dessus du niveau de référence. Par rapport au plateau lui-même, cette chaîne montagneuse domine les environs de 2 500 à 3 500 m.

Sa partie ouest a reçu le nom de Monts Akna, la partie nord appartenant aux Monts Freyja. Par comparaison avec des régions terrestres de même nature, on peut rapprocher le plateau Ishtar du plateau tibétain: leur altitude est sen-

siblement la même, mais la superficie du plateau vénusien est double. Sur l'image donnée par le radar, la partie centrale de cette région est assez plate, mais les bords du plateau constituent des escarpements réellement vertigineux, plongeant presque à la verticale sur 3 km de dénivellation.

De l'autre côté, à l'est, la terre Ishtar est bordée par les Monts Maxwell, un massif dont la hauteur moyenne est supérieure à celle de l'Himalaya. Le plus haut sommet avoisine les 11 000 m par rapport au niveau de référence, et il sur-

Aphrodite présente un relief général beaucoup plus ondulé. La chaîne occidentale s'élève à 8 000 m au-dessus du terrain environnant, soit 9 000 m par rapport au niveau de référence ; la chaîne qui borde la région à l'est est nettement moins haute, ne dépassant pas 4 300 m par rapport au niveau moyen.

Si on quitte maintenant ces deux continents au relief très accusé, il ne reste que deux autres régions accidentées : Alpha et Bêta. Commençons par cette dernière, qui comprend essentiellement deux énormes volcans et se trouve située sur une ligne de fracture courant du nord au sud. Cette longue faille relie deux autres zones de hautes terres dont l'origine est sans doute aussi volcanique. Les deux montagnes voisines, de formes arrondies, couvrent environ 2 000 km du nord au sud.

Ce terrain semble fait de roches basaltiques, ce qui confirmerait leur origine éruptive, et les plus hauts sommets qu'on y rencontre atteignent 4 000 m au-dessus du niveau des grandes plaines, lesquelles coïncident, nous l'avons vu, avec le niveau moyen de référence.

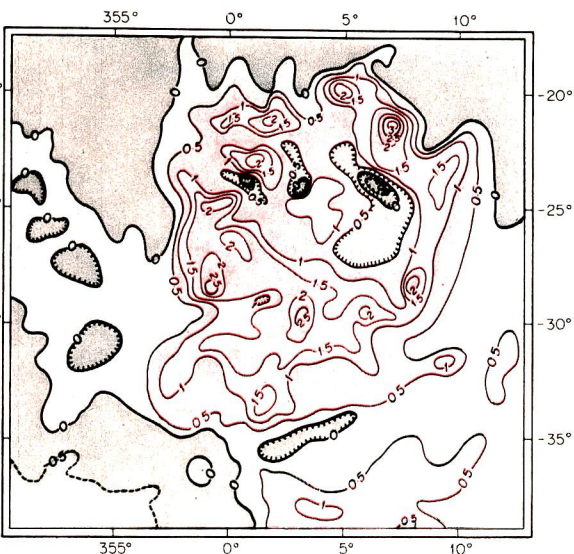
La Région Alpha est beaucoup plus basse — 1 800 m — et les clichés transmis par le radar montrent qu'il s'agit là encore d'un terrain très accidenté ; on y relève en particulier de longues failles parallèles allant d'un bout à l'autre de la région. Cette zone combinerait des formes géologiques fort anciennes avec d'autres beaucoup plus récentes.

Le reste de la surface vénusienne est constitué pour 60 % d'une immense plaine et pour 16 % de basses terres ou plutôt de bassins très vastes. Dans ces plaines, on découvre quantité de zones circulaires sombres avec une tache brillante au milieu. Selon toute vraisemblance, il s'agit de cratères météoritiques dont les diamètres varient de 400 à 600 km, mais dont la profondeur est faible : 200 à 700 m.

On trouve enfin d'immenses bassins, dont le plus grand a les dimensions de l'Atlantique Nord. Sa profondeur ne dépasse pas 2 700 m et le fond en est relativement uni, sans trace des grands cratères qu'on trouve en plaine. C'est une zone géologiquement jeune et qui semble avoir été remplie par des flots de laves basaltiques.

Le point le plus bas de la planète se trouve au fond d'une gorge située à l'est d'Aphrodite, la profondeur atteignant ici 2 900 m. Cet extraordinaire fossé, large de 280 km, long de 2 250 km et bordé d'escarpements très élevés, a vraisemblablement une origine tectonique. En général, d'ailleurs, toute la région avoisinante est sillonnée de failles très creuses aux bords relevés, souvent très escarpés.

Notons que le radar était capable de déceler des différences en altitude n'excédant pas 100 m, ce qui est une excellente précision ; par contre,



Sur cette carte du relief de la Région Alpha, les lignes de niveau correspondent à des altitudes croissant de 500 m en 500 m. Les indications chiffrées sont donc en kilomètres, et le niveau 0 correspond à la sphère de référence ayant 6 050 km de rayon.

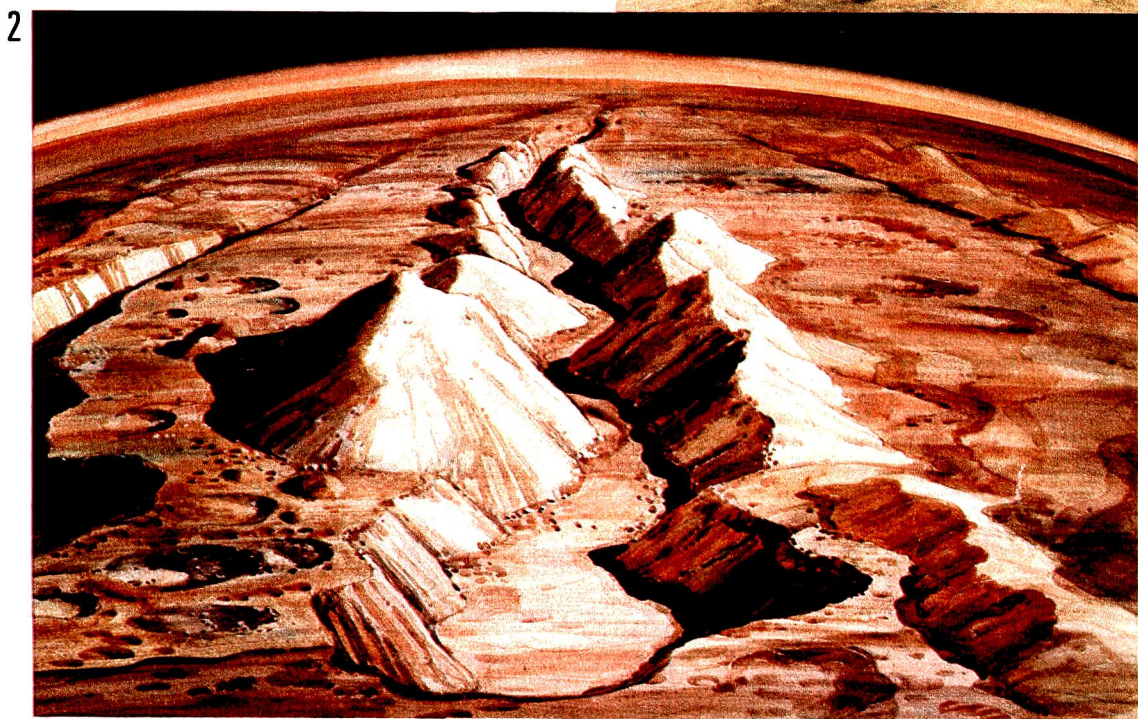
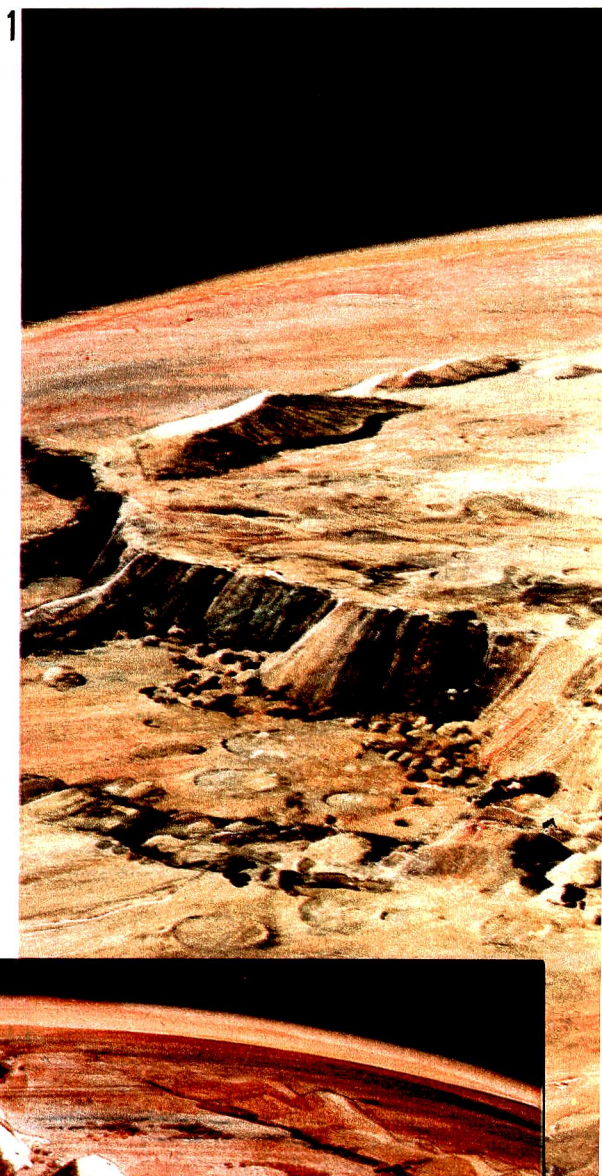
plombe encore de 9 000 m les plaines qui l'entourent. On imagine difficilement ce que peut être un pic montagneux de cette hauteur quand on le voit surgir du fond de la plaine ...

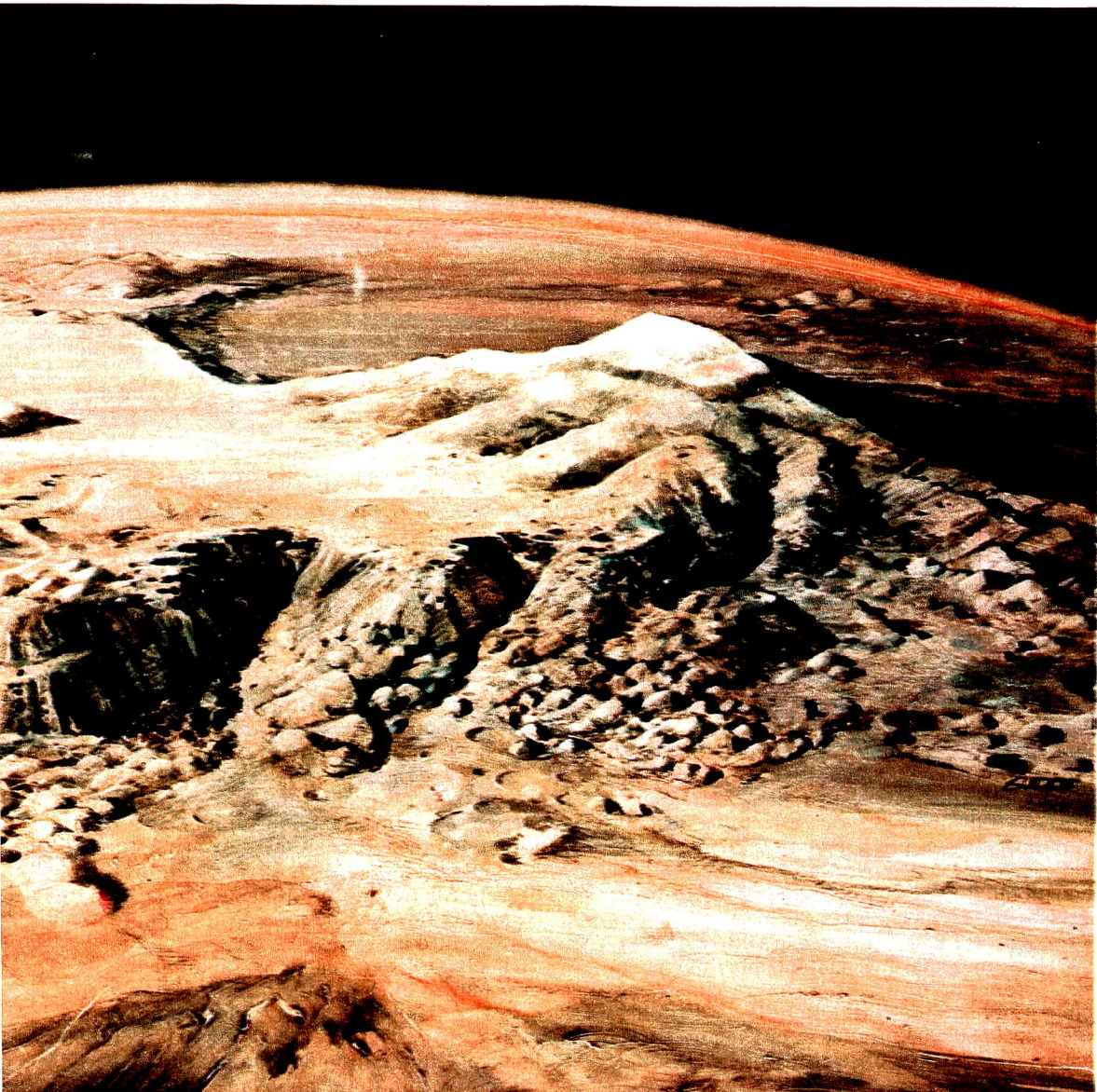
La chaîne des Monts Maxwell constitue la région la plus tourmentée de la planète : un terrain cahotique avec pics aigus, vallées interminables et pentes abruptes. Les flancs des grands sommets sont couverts de roches et de pierraille. Sur la pente est des Monts Maxwell, le radar de la station a repéré une zone circulaire sombre, large de 100 km et profonde d'à peu près 1 000 m. Les astronomes qui ont fait l'étude des documents estiment qu'il pourrait s'agir d'un cratère volcanique. Au-delà s'étend une suite compliquée de crêtes et de failles enfermant plusieurs bassins.

Le second plateau continental, Terre Aphrodite, comprend deux chaînes montagneuses séparées par une région beaucoup plus basse. Située sur l'équateur vénusien, Terre Aphrodite s'étend d'est en ouest sur 9 600 km. A l'inverse d'Ishtar, dont la zone centrale est relativement plate,

SUR LES HAUTS PLATEAUX, UN RELIEF DE SCIENCE-FICTION

- 1 *Un satellite faisant le tour de Vénus verrait ainsi apparaître Terre Ishtar, le continent le plus haut et le plus tourmenté de toute la planète. La partie ouest, dit Lakshmi Planum, surmonte les plaines de 3 km et son relief est peu accusé. Par contre, la région visible sur la droite comporte les chaînes montagneuses les plus élevées, dénommées Monts Maxwell. Ces hautes terres s'étalent sur une superficie égale à celle de l'Australie.*
- 2 *Cet immense sillon, dont la profondeur atteint 2 900 m, constitue une des caractéristiques les plus étranges du continent Terre Aphrodite. Large de 280 km et long de 2 250 km, il est bordé de sillons ayant des dimensions d'une immense chaîne montagneuse. De part et d'autre, on voit nettement deux autres gorges découpant l'immense plaine vénusienne.*
- 3 *Cette vue d'une partie de Terre Aphrodite, un vaste continent parallèle à l'équateur, illustre bien la topographie vénusienne : des zones de hauts plateaux, au relief escarpé, dominant une immense plaine qui fait le tour de la planète. Les montagnes qui bordent ces hautes terres culminent à 4 km par rapport au niveau de référence.*





Photos NASA

sur le plan horizontal, son pouvoir de résolution n'était que de 200 km : tout dessin en plan du relief, inférieur à cette dimension, n'était pas repéré. Il est donc vraisemblable que quantité de petits cratères, de minces fractures et de vallées étroites auront échappé à cette première cartographie.

Chose amusante, l'altimètre radar de *Pioneer* n'était pas considéré au départ comme un instrument essentiel de la mission. La station avait été conçue pour étudier l'atmosphère de Vénus, et non sa surface ; les relevés topographiques étaient considérés comme accessoires. C'est plus tard que l'altimètre fut adapté à la cartographie, apportant alors la première image réellement valable d'un terrain qui était resté jusqu'alors totalement inconnu.

Renaud de LA TAILLE ■

DU BISMUTH CHANGÉ EN OR

Le vieux rêve des alchimistes a été réalisé, en théorie du moins, aux Etats-Unis : la transmutation d'une substance courante en métal noble, l'or. L'intérêt commercial de l'expérience est dérisoire : ce ne sont pas des buts mercantiles qu'elle a recherchés, mais la réalisation d'un bombardement de noyaux atomiques par d'autres noyaux. Ce qui permet de mieux comprendre le comportement des noyaux atomiques.

● Convertir un métal en or ? Banal pourrait commenter le Dr David J. Morrissey qui vient de fabriquer des traces de ce précieux métal à partir de bismuth, au cours d'une série d'expériences au Lawrence Berkeley Laboratory, en Californie. Précisons tout de suite que ce genre de transmutation s'est effectué à l'échelle atomique, c'est-à-dire que la quantité d'or obtenue est infime, et l'opération très peu rentable d'un point de vue économique vu les énormes énergies mises en jeu dans les accélérateurs de particules. Le Dr Morrissey s'est empressé, d'ailleurs, de remarquer aimablement que la valeur de tout l'or ainsi fabriqué représenterait sûrement moins d'un cent milliardième de dollar, soit 0,000000000042 franc, et qu'aucune conséquence sur les cours officiels de l'or à la Bourse n'était à craindre !

Ce fut le rêve des alchimistes. Hélas pour eux, ils ne disposaient ni de l'énergie nécessaire, ni de la bonne méthodologie : il fallut en effet des siècles d'efforts pour parvenir à isoler les corps simples ou les éléments chimiques tels que l'oxygène, le carbone, le cuivre, l'or, etc.

Et ce n'est finalement qu'à la fin du siècle dernier que l'on put reconnaître dans l'atome la base même des substances. Le savant atomiste danois Niels Bohr fut le premier à donner, avec l'Anglais Rutherford, en 1913, une représentation satisfaisante de l'atome. Tel un système solaire en miniature, il est constitué d'un noyau composé d'un mélange de protons (de charge électrique positive) et de neutrons (électriquement neutres), autour duquel évoluent des électrons (électriquement négatifs). Ainsi constitué, l'atome est électriquement neutre : les charges électriques positives des protons sont très exac-

tement neutralisées par les électrons négatifs.

Aujourd'hui, la chimie moderne enseigne que les corps simples ne se différencient entre eux que par la nature des atomes qui les constituent. La différence de propriétés chimiques entre telle ou telle autre substance, entre l'oxygène et le fer par exemple, s'explique uniquement par le fait que le noyau de l'atome d'oxygène possède huit charges électriques positives (huit protons), tandis que le noyau de l'atome de fer en a vingt-six, avec, pour chaque noyau, un nombre correspondant d'électrons.

La plupart des réactions chimiques, elles, consistent en une recombinaison des atomes liés entre eux par leurs couches électroniques formant ainsi des molécules différentes. Pour un chimiste, l'atome reste donc la plus petite partie d'un corps pur simple pouvant être envisagée séparément.

L'une des lois essentielles des phénomènes chimiques est la conservation en nombre et en nature des atomes. Le nombre des molécules — donc des espèces chimiques — est possiblement énorme : on en connaît maintenant plus d'un million, quotidiennement utilisées par l'industrie pour mettre au point aussi bien des médicaments nouveaux que des matières plastiques, des fibres synthétiques ou des peintures. Par contre, le nombre d'atomes à partir desquels toutes ces combinaisons sont réalisées est fort limité puisqu'il n'existe que 92 éléments dit « naturels », tous classés dans le tableau de Mendeleïeff. Le premier élément est l'hydrogène. C'est le plus simple et aussi le plus abondant de l'Univers. Il est constitué d'un noyau qui est en fait un proton autour duquel gravite un électron. L'atome d'uranium, qui occupe la 92^e

place dans le tableau de Mendeleïeff, a un noyau constitué d'un amalgame de 92 protons et 146 neutrons, autour duquel évoluent 92 électrons. L'atome d'uranium est le dernier atome stable du tableau de Mendeleïeff. Au-delà, la douzaine d'atomes que l'on a pu obtenir de manière artificielle depuis 1932 sont instables, c'est-à-dire que leur durée de vie ne dépasse pas quelques millisecondes.

La différence est donc fondamentale entre atomes et corps chimiques même simples. Ce sont les électrons qui gravitent autour du noyau qui sont responsables des liaisons chimiques. C'est par leur intermédiaire que se forment les molécules. Les énergies mises en jeu dans les réactions chimiques sont de l'ordre de la kilocalorie par atome-gramme ⁽¹⁾.

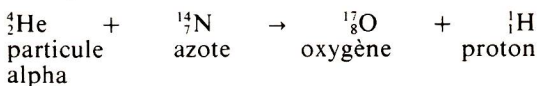
Cela correspond à une énergie d'une fraction d'électron-volt par atome, ou encore un milliardième de la masse en jeu. C'est une énergie relativement faible à mettre en œuvre, ce qui explique pourquoi, dans certaines expériences de chimie, la chaleur apportée par la flamme d'un brûleur peut suffire pour provoquer une réaction. Mais, en aucun cas l'on ne pourra altérer la nature même de l'atome : au cours des réactions chimiques, les atomes, eux, sont indestructibles. Dans ces conditions, on comprend mieux pourquoi les alchimistes n'avaient aucune chance de réaliser la transmutation tant espérée d'un corps simple en un autre, mais, par contre, ont pu isoler ou purifier au cours de leurs manipulations la plupart des corps chimiques en utilisant la seule chaleur de la flamme.

Il en va tout autrement dans le domaine nucléaire. Là, les énergies, comptées par nucléon, c'est-à-dire par noyau atomique, sont de l'ordre du million d'électrons-volts (MeV), soit approximativement du millième de la masse totale en œuvre dans la réaction, au lieu du milliardième, comme dans le cas des réactions chimiques. Une transmutation nécessite donc près d'un million de fois plus d'énergie qu'une réaction chimique. D'où l'échec de l'alchimie.

Pour fabriquer un élément nouveau, il faut s'attaquer au noyau atomique afin de le transformer en lui ajoutant ou retranchant des nucléons, c'est-à-dire des neutrons et des protons. Ce n'est pas aisé, car il est difficile d'arriver jusqu'au noyau en raison des forces de répulsion électrostatiques à vaincre. C'est encore à Rutherford que revient le mérite d'avoir réussi, en 1919, l'une des premières transformations artificielles d'un élément chimique en un autre : en bombardant de l'azote gazeux avec des particules alpha (en réalité des noyaux d'hélium constitués de 2 neutrons et 2 protons), il réalisa la transmutation du noyau d'azote en un noyau d'oxygène.

Cette expérience permit la compréhension du processus véritable de la transmutation, c'est-à-dire la transformation d'un noyau atomique en un autre : la particule constituée de 2 neutrons et 2 protons est dirigée avec force vers un noyau cible d'azote ⁽²⁾. Les 2 neutrons et 2 protons de la particule s'intègrent au noyau d'azote constitué de 7 protons et 7 neutrons. Le nouveau noyau ainsi composé est hyper-instable et rejette spontanément un proton. Si l'on fait maintenant le compte des nucléons du nouveau noyau obtenu à la suite de ce processus, on s'aperçoit qu'il comporte 1 + 7 protons = 8 protons et 2 + 7 neutrons = 9 neutrons : c'est un noyau d'oxygène.

Cette réaction qui permet de transmuter un atome d'azote en atome d'oxygène s'écrit de la manière suivante :



Le rendement de cette réaction était bien entendu extrêmement faible : il fallut prendre près de 23 000 photographies à la « chambre de Wilson » pour réussir à visualiser les trajectoires de diverses particules grâce à leurs effets d'ionisation dans un gaz...

En généralisant la découverte de Rutherford, les savants de divers pays se mirent à bombarder avec des particules nucléaires tous des éléments chimiques du tableau périodique, ce qui leur permit d'obtenir de nombreuses variétés d'atomes dont beaucoup ne vivent que des fractions de seconde. Dans certains cas, ils obtinrent carrément des atomes nouveaux correspondants à de nouveaux éléments, en particulier des plus lourds que l'uranium c'est-à-dire possédant plus de 92 protons. Dans d'autres cas, ils obtinrent de toutes nouvelles variétés d'atomes affiliés à des éléments déjà connus : les isotopes. (Ces variétés d'atomes possèdent le même nombre de protons et d'électrons que l'atome original, mais ont une masse légèrement différente en raison du nombre différent de neutrons constituant leur noyau). On en a déjà obtenu plus de 2 500.

Pour les physiciens, chaque élément est caractérisé par deux nombres : le nombre des masses A, donnant la quantité de particules (protons et neutrons) constituant le noyau, et le nombre Z, caractérisant la quantité de protons, donc par conséquent la quantité d'électrons orbitant autour du noyau atomique. La différence des deux nombres donne la quantité de neutrons. Si l'on classe tous les nuclides naturels ou artificiels selon leur constitution en neutrons et en protons, on s'aperçoit que les 325 nuclides de la nature se regroupent tous le long d'une droite. L'expérience montre que les noyaux atomiques qui s'en écarteraient du fait de la composition en protons et neutrons de leurs noyaux

(1) L'atome-gramme est l'unité de quantité d'atomes utilisée par les chimistes. Un atome-gramme de n'importe quel élément contient 6.10^{23} atomes, et cela quel que soit l'élément. Le poids en gramme est donné par la masse atomique : un atome-gramme d'oxygène pèsera donc 16 g, un atome-gramme d'hydrogène pèsera 1,0008 g, etc.

(2) Ceci pour vaincre les forces de répulsion électrostatique de la particule et du noyau qui sont de même charge.

comportant plus de 92 protons (les fameux transuraniens) également pour la même raison (figure 1).

Cette représentation a l'avantage de bien faire comprendre ce qu'est une transmutation, au sens donné par les physiciens nucléaires. Il ne s'agit ni plus ni moins qu'une modification de la structure d'un noyau atomique en lui adjoignant (ou en soustrayant) des protons et des neutrons. Comme le nombre des nucléons est modifié, le nouveau noyau s'est déplacé sur le graphique et correspond à un nouvel élément.

Le nouvel élément ainsi créé peut être mo-

mentation spontanée d'un neutron en un proton (et un électron qui est expulsé du noyau). Cela a pour effet d'augmenter de 1 le numéro atomique du noyau primitif.

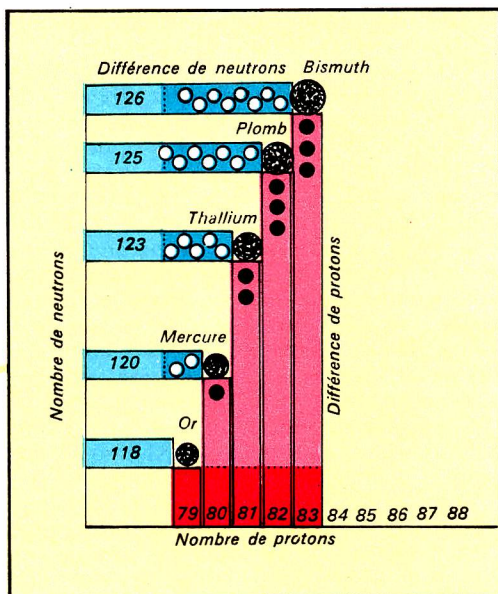
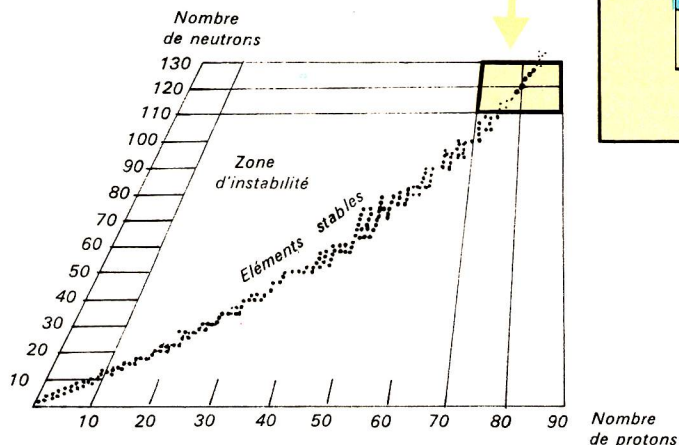
Ainsi, ils réussirent à mettre en évidence l'existence de nouveaux éléments artificiels inconnus sur Terre jusqu'alors, les premiers transuraniens : le neptunium (93 protons) et le plutonium (94 protons).

Il y a aussi un autre moyen de percer le « blindage » du noyau atomique ; c'est d'accélérer les noyaux en chauffant un fragment de la substance jusqu'à une température élevée.

POURQUOI AVOIR CHOISI LE BISMUTH ?

Pour comprendre pourquoi les scientifiques ont choisi le bismuth pour « fabriquer » de l'or, il faut connaître le mécanisme des transmutations.

Tous les éléments de la nature peuvent être classés selon le nombre de neutrons et de protons que comportent leurs noyaux. On obtient alors la figure 1, dans laquelle on remarque tout de suite que les éléments ne se classent pas n'importe comment, mais se regroupent autour d'une droite. Tout élément qui s'en écarte n'est pas stable et de ce fait ne peut exister dans la nature.



mentanément instable et redevenir stable en éjectant des particules α , β ou γ ; ce sont là des éléments radioactifs. En un temps relativement court, le nombre de ces substances radioactives nouvelles atteint le millier, et on en découvre de nouvelles chaque année.

Fermi et ses collègues tentèrent aussi de créer des éléments nouveaux plus lourds que l'uranium en bombardant celui-ci avec des neutrons. Le procédé était fondé sur une idée simple : la capture neutronique par l'uranium rend son noyau excédentaire en neutrons, ce qui provoque alors la radioactivité β qui est une transfor-

L'agitation thermique les fait entrer en collision. On ne connaît encore aujourd'hui qu'un seul moyen de porter la matière à une température suffisante et qui permet de telles collisions : c'est l'explosion de la bombe nucléaire ! C'est ainsi que l'explosion de la bombe thermonucléaire, en 1952, à part son caractère militaire, fut quand même profitable à la science puisqu'on découvrit dans ses cendres l'einsteinium, élément n° 99, et le fermium, élément n° 100.

Cependant, à part cette découverte, due un peu au hasard, seule la mise en service d'accélérateurs de particules de très grandes puissances

permet de découvrir, l'un après l'autre, de nouveaux éléments artificiels : l'americium (n° 95), le curium (n° 96), le berkélium (n° 97)... jusqu'à l'élément n° 107 (3).

Quant à l'or, on peut le produire de différentes façons. Le plus simple est de partir de l'un des deux éléments qui l'encadrent dans le tableau périodique : le platine et le mercure.

Avec le mercure, il suffit de le bombarder avec des neutrons dans les accélérateurs de particules. Quant au platine, qui est, remarquons-le au passage, encore plus rare que l'or, il faut le transformer d'abord en isotope instable, le Pt-

L'élément le plus simple est l'hydrogène dont le noyau ne comporte qu'un seul proton ; l'élément stable le plus complexe est l'uranium, dont le noyau comporte 92 protons et 146 neutrons. Les savants ont réussi à créer grâce aux accélérateurs de particules des éléments inconnus dans la nature comportant jusqu'à 107 protons. Ces éléments dit « transuraniens » ont des existences fugitives.

Certains éléments comportent un même nombre de protons dans leur noyau, mais un nombre de neutrons différent : ce sont les fameux isotopes.

Une transmutation d'élément consiste à obtenir un nouvel élément en lui ajoutant (ou soustrayant) un plus ou moins grand nombre de neutrons et de protons. Ainsi dans l'expérience américaine, les chercheurs sont partis du bismuth dont le noyau comporte 126 neutrons et 89 protons et lui ont retranché 8 neutrons et 3 protons pour obtenir un nouveau noyau ne comportant que 118 neutrons et 79 protons. Ce nouveau noyau correspond à l'élément or (figure 2).

Les chercheurs américains ont choisi le bismuth comme noyau de départ en raison de sa proximité atomique avec l'or : pour parvenir à l'or il n'y avait en effet qu'à lui enlever trois protons. De plus, avec le bismuth comme élément de départ, la probabilité était plus grande de produire des atomes d'or.

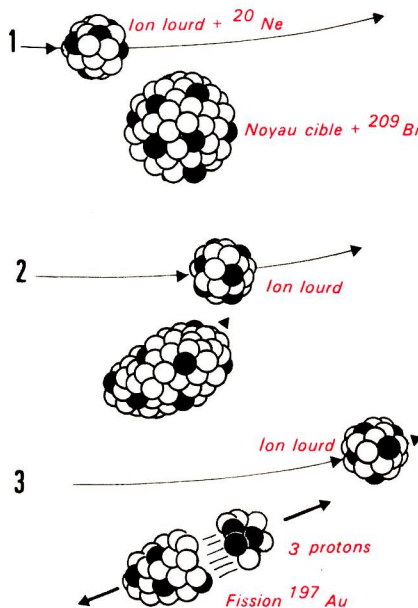
Enfin, la transmutation du bismuth en or présentait l'avantage de n'avoir qu'un seul isotope de l'or en produit final, alors que le passage atomique du plomb en or présentait le désavantage de produire plusieurs isotopes de l'or qui n'auraient pu être mesurés par les techniques employées.

197, qui se désintègre spontanément par la réaction β^- en un noyau d'or, Au-197. Il ne semble pas que la tentative ait été faite avec le plomb, dont la transmutation serait beaucoup plus complexe, puisque ce métal se situe trois cases plus loin que l'or dans la classification périodique. Pourtant le bismuth, lui, se trouve encore plus loin, et sa transformation exigea les énormes possibilités de l'accélération BEVALAC de Berkeley. Ce qui nous ramène à l'expérience américaine.

(3) Voir à ce propos Science et Vie n° 710

Dans celle-ci, des traces d'isotopes radioactifs de l'or ont été réalisées en bombardant une cible de bismuth avec des ions lourds de néon et de carbone, accélérés à 95 % de la vitesse de la lumière. Ce que l'on appelle « ions lourds », ce sont tout simplement des atomes de carbone, d'oxygène, de néon, d'argon... « épluchés » d'une partie de leurs électrons pour pouvoir être accélérés à de grandes vitesses grâce à d'intenses champs magnétiques. Depuis que la technologie des accélérateurs d'ions lourds s'est récemment développée, leur emploi s'est beaucoup répandu. Auparavant, on avait seulement

DE L'OR A PARTIR DU BISMUTH



La technique utilisée par l'équipe américaine de D.J. Morrissey pour obtenir de l'or consiste à bombarder des noyaux de bismuth avec des ions lourds de néon ou de carbone (1). L'ion lourd, en passant à proximité provoque une déformation du noyau de bismuth (2). Cette déformation s'accroît pour finalement briser le noyau qui éjecte 3 protons (3). Le nouvel élément ainsi obtenu est de l'or.

réussi à « chatouiller » le noyau avec des projectiles tels que le neutron, le proton, ou les particules alpha. Or la matière nucléaire est ultra-condensée et le volume du noyau très petit, d'où la nécessité d'utiliser un projectile massif, de grande énergie mais de faible dimension. C'est alors que l'on pensa aux ions lourds, qui présentent justement toutes ces propriétés recherchées.

Les études des réactions avec des projectiles légers, tels que le proton, ont maintes fois été faites dans tous les laboratoires du monde. Mais c'est l'une des premières interactions nucléaires

(suite du texte page 156)

UNE DEUXIÈME « BOMBE ISLAMIQUE » A L'HORIZON

Politique et stratégie, pétrole et péripéties dramatiques, parmi lesquelles l'assassinat d'un atomiste égyptien à Paris, semblent former un écheveau complexe, mais l'inéluctable est là : à plus ou moins longue échéance, l'Irak disposera lui aussi d'une bombe atomique. Ainsi se constitue un mini-club atomique islamique.

● La « bombe islamique » revient à l'actualité. Après le Pakistan, dont la première expérience nucléaire semble imminente⁽¹⁾, c'est l'Irak qui retient l'attention des observateurs. Indices et révélations confirment le dessein irakien d'utiliser à des fins militaires le programme nucléaire civil en cours de réalisation. Le mystérieux assassinat d'un ingénieur égyptien dans un hôtel parisien, le 14 juin dernier, prouve en tout cas que l'affaire est prise très au sérieux par certains services secrets...

M. Yahia El Meshad, qui travaillait depuis cinq ans pour la Commission irakienne de l'énergie atomique, venait régulièrement à Paris. Responsable de la prise en charge technique du matériel nucléaire livré par la France à l'Irak, il entretenait des relations suivies avec les ingénieurs du CEA. Considéré comme l'un des rares techniciens atomistes de haut niveau du monde arabe, cet expert était sans aucun doute l'un des hommes clés du programme irakien. Sa disparition brutale dans des circonstances mal élucidées — la police française déclare n'avoir aucune piste — ne peut dans ces conditions que retarder la mise en place du réacteur français. La presse israélienne, qui n'hésite pas à attribuer à l'ingénieur disparu une responsabilité directe dans les applications militaires du programme, estime pour sa part que la mise au point de la bombe irakienne pourrait désormais prendre deux ans de plus que prévu.

Les services secrets israéliens, naturellement au premier rang des suspects dans cette affaire, ne sont pas les seuls à se préoccuper des visées de l'Irak. Les États-Unis et leurs alliés occidentaux se soucient aussi de la puissance croissante d'un pays qui est, par ailleurs, le deuxième exportateur mondial de pétrole après l'Arabie saoudite. La conquête de l'arme atomique, estime-t-on à Washington, permettrait à Bagdad de renforcer son autorité sur la fraction dure du monde arabe et de relancer la confrontation avec Israël dont l'arsenal nucléaire perdrait alors une grande partie de sa valeur dissuasive. D'où les attaques répétées, notamment de la presse anglosaxonne, à l'égard du gouvernement français accusé de donner aux Irakiens les moyens de leur politique de déstabilisation.

Quel type de bombe les Irakiens ont-ils choisi de construire ? Il semble qu'ils hésitent encore entre l'utilisation de l'uranium très enrichi et celle du plutonium. La France leur fournissant un réacteur de recherche de 70 mégawatts thermiques brûlant de l'uranium enrichi à 93 %, il leur suffit, dans la première hypothèse, de détourner au mépris des engagements pris une partie du combustible fourni avec le réacteur et, dans la seconde, de récupérer le plutonium produit en petites quantités par les réactions de fission. La série de contrats signés, non seulement avec la France, mais aussi avec l'Italie et le Brésil, montre que cette dernière solution — la plus acceptable diplomatiquement par la France et la seule qui per-

mette la construction à long terme d'un grand nombre de bombes — est l'objectif prioritaire.

A l'origine des pourparlers avec la France, en 1974, les Irakiens durent d'ailleurs insister pour que leur soit vendu un réacteur de 500 mégawatts de la filière graphite-gaz. Ce modèle a l'avantage de produire du plutonium au rythme de plusieurs centaines de kilos par an. Ne pouvant avoir de doutes sur les motifs militaires de la commande, le gouvernement français avait refusé. Pour ne pas compromettre l'approvisionnement pétrolier de la France — l'Irak fournit 18 % de ses importations — et pour garder un très lucratif marché d'exportation (armement, usines clés-en-main, etc.), Paris dut toutefois transiger : un accord fut signé en 1976, prévoyant la vente du réacteur OSIRAK (une réplique d'OSIRIS, la pile-piscine du Centre d'études nucléaires de Saclay), la fourniture de six charges d'uranium enrichi (soit 72 kilos au total) et une assistance technique pour la construction près de Bagdad d'un centre de recherche et de formation dans le domaine nucléaire.

Pourtant signataire du Traité de non-prolifération (TNP), le gouvernement irakien allait refuser à cette occasion de signer la traditionnelle convention trilatérale avec son fournisseur, la France, et avec l'Agence internationale de l'énergie atomique, cette dernière étant censée s'assurer par contrôles réguliers que ni l'uranium enrichi, ni le plutonium produit par le réacteur ne sont utilisés à des fins militaires. L'Irak s'est toutefois engagé envers la France à communiquer toutes les informations nécessaires à l'Agence internationale. Il est vrai que celle-ci n'aura aucun moyen de vérifier ces données...

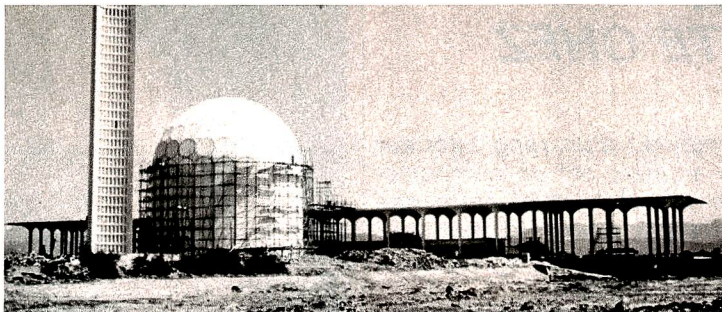
Les réacteurs du type OSIRIS, dit-on au CEA pour « dédramatiser » l'affaire, ne produisent de toute manière que de faibles quantités de plutonium, dans la mesure où ils utilisent un combustible enrichi à 93 % en uranium 235. Une centrale destinée à la production d'électricité est de ce point de vue une meilleure source de plutonium. Car il y a dans les combustibles peu enrichis qu'elle utilise une très forte proportion d'uranium 238. Or c'est cet isotope — le plus abondant dans l'uranium naturel — qui donne naissance au plutonium : les neutrons produits lors des processus de fission sont en effet capturés par l'uranium 238 qui se transforme en uranium 239. Lequel se transforme spontanément,

(1) Voir Science et Vie n° 748.

en un peu moins de deux jours, en plutonium 239.

L'argument, toutefois, a ses limites. Car tous les spécialistes savent que l'on peut « piloter » un réacteur de manière à ce qu'il produise une quantité anormalement élevée de plutonium. Israël, qui n'a pas encore de réacteurs de puissance, a produit à partir de son petit réacteur de recherche de

ment de la France, les Irakiens ont commencé dès 1978 à diversifier leurs sources d'approvisionnement en matériel nucléaire en s'adressant à l'Italie. Bagdad commença, dit-on, par demander un réacteur à eau lourde, c'est-à-dire un réacteur qui produit de grosses quantités de plutonium. Les Italiens, dont 20% des approvisionnements pétroliers viennent d'Irak, refusè-



Le Pakistan aura à Rawalpindi un atelier clandestin de retraitement.

Demond (26 mégawatts thermiques) suffisamment de plutonium pour constituer un stock de bombes dont l'existence est un secret de polichinelle.

Les adversaires du programme irakien, quoi qu'il en soit, ont pris des mesures pour que cette production soit retardée au maximum : la cuve métallique destinée à envelopper le cœur du réacteur fut détruite par une explosion dans un entrepôt de La Seyne-sur-Mer en avril 1979, peu avant son expédition vers Bagdad. Plusieurs hypothèses ont été émises à l'époque à propos de ce sabotage réalisé de façon très « professionnelle » : outre l'idée d'une action des services secrets israéliens, certains ont soulevé celle d'une manœuvre de la France elle-même. Paris aurait pu trouver là, a-t-on dit, le moyen discret de ne pas livrer le réacteur sans pour autant annuler son contrat...

La construction d'une nouvelle cuve exigeant un délai de près de deux ans, il semble que les Français aient tenté d'utiliser ce répit pour convaincre Bagdad d'accepter une autre solution : la livraison d'un modèle de réacteur un peu différent, utilisant le combustible « caramel », faiblement enrichi, que le CEA met au point actuellement dans le but de réduire les risques de prolifération. La démarche n'ayant pas réussi, le gouvernement français a dû se résoudre, en février dernier, à promettre la livraison de ce qui était initialement prévu...

Prévoyant ces difficultés dans l'accomplissement des contrats et ne souhaitant pas dépendre unique-

ment de vendre ce réacteur, mais durent accepter comme un moindre mal la livraison de quatre laboratoires de recherche nucléaire et d'une « chambre chaude », le tout pour 50 millions de dollars. Selon les Irakiens, cette « chambre chaude » (un laboratoire équipé d'un blindage en plomb qui permet de manipuler du matériel radioactif sans risque d'irradiation) ne servira qu'à préparer et retraiter le combustible du réacteur OSIRAK. Mais personne ne doute qu'il puisse aussi être utilisé pour purifier le plutonium récupéré dans les combustibles irradiés de la pile.

A partir du moment où l'on dispose d'un bon équipement de protection, la préparation du plutonium se réduit à une suite de manipulations chimiques relativement simples. La première opération consiste à traiter le combustible irradié à l'acide nitrique bouillant : l'uranium et le plutonium se retrouvent alors sous forme de nitrates mélangés à d'autres produits de fission. Il suffit ensuite de les séparer en utilisant un solvant organique, le phosphate tributylque, qui extrait sélectivement ces deux nitrates. Après plusieurs cycles de traitement permettant d'assurer une extraction complète, l'uranium et le plutonium sont à leur tour séparés l'un de l'autre par réduction de ce dernier. La purification et l'élaboration du plutonium-métal se font ensuite par une série d'opérations relativement simples qu'il serait fastidieux de détailler. L'addition du réacteur français et de la « chambre chaude » italienne va donc donner à Bagdad la possi-

bilité de produire tout le plutonium souhaitable. A condition toutefois de bien savoir s'en servir ! La pénurie de techniciens qualifiés va, en effet, être le plus gros handicap du programme irakien. Et la récente disparition de l'expert égyptien à Paris ne va rien arranger. La France et l'Italie se sont bien engagées par contrat à former plusieurs centaines de techniciens, mais il est évident que ces pays éviteront dans la mesure du possible de leur transmettre les informations les plus utiles pour des applications militaires.

D'où l'intérêt d'une coopération avec le Brésil. Ce pays s'est engagé en 1975 dans un énorme programme nucléaire civil : l'Allemagne fédérale doit lui livrer neuf centrales de forte puissance, ainsi qu'une usine d'enrichissement et une usine de retraitement. Les intentions des militaires au pouvoir à Brasilia ne faisant aucun doute quant aux prolongements militaires de l'affaire, l'accord signé à Bagdad en janvier dernier et prévoyant des échanges de technologie nucléaire entre les deux pays inquiète d'autant plus les milieux diplomatiques occidentaux.

La bombe irakienne, on le voit, ne serait pas pour tout de suite. La plupart des experts parlent d'un délai minimal de cinq ans, en l'état actuel des choses. Les matériels français et italiens ne seront pas en place avant 1981, en effet, et trois ans seront sans doute nécessaires, dit-on dans ces milieux, pour produire des quantités suffisantes de plutonium. Quant à la construction de la bombe elle-même, elle nécessitera encore quelques mois, voire quelques années avant d'aboutir à un résultat satisfaisant. S'il est à la portée de n'importe quel ingénieur atomiste de concevoir une bombe rudimentaire, la mise au point d'un engin opérationnel pose de délicats problèmes (voir à ce propos Science et Vie n° 709). Toutefois, ce calendrier risque d'être sensiblement raccourci. L'impatience — ou la menace d'un conflit dans la région — pourraient pousser les Irakiens à détourner de leur utilisation civile une partie des 72 kg d'uranium enrichi que la France va leur livrer comme combustible pour le réacteur OSIRAK. Si l'on considère qu'une vingtaine de kilos de cet uranium peuvent constituer une masse critique suffisante, Bagdad disposera dès 1981 d'une arme nucléaire virtuelle : un fantôme de bombe presque aussi dissuasif qu'une véritable bombe !

Pierre BARROT ■

L'USURPATION DE LA ROYAUTE CHEZ LES GUÊPES

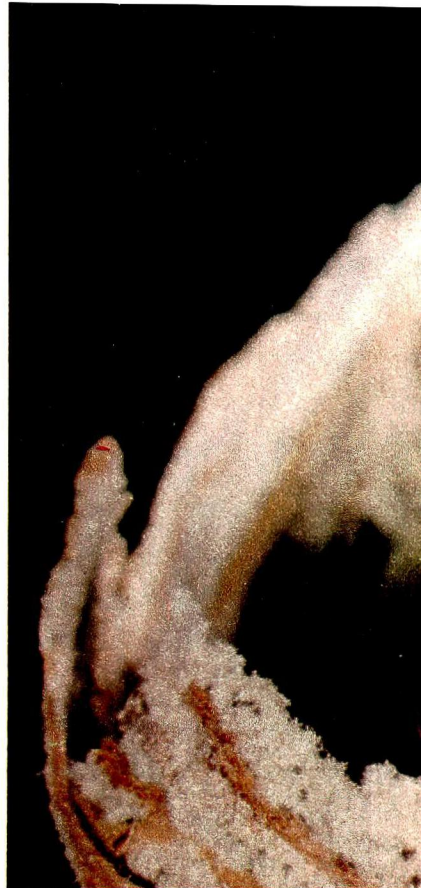
La prise du pouvoir par un individu d'un rang inférieur ou un rival dans une société animale est un comportement bien connu. Plus étonnant est le duel entre des reines guêpes d'espèces différentes pour la domination d'un nid étranger. Duel sans cérémonial et toujours mortel, comme en témoignent nos photos.



Spectacle paradoxal : une reine usurpatrice de *Vespula squamosa* nourrit au nid les larves d'une autre espèce, *Vespula maculifrons*. Car même le parasitisme royal comporte certaines obligations envers les sujets.

● L'un des cas de parasitisme les plus poussés dans le monde animal vient d'être mis en lumière par les entomologistes américains Robert et Janice Mathews. Il s'agit de l'usurpation systématique de nids de guêpes des sous-espèces *Vespula maculifrons* et *Vespula squamosa* par leurs reines au terme d'un duel à mort. Et cela recommence chaque année, puisque ces guêpes obéissent à un cycle annuel. Au début du printemps, les reines s'éveillent et se mettent en quête d'un site convenable. Chacune d'elles doit d'abord construire quelques petites cellules, base du nid futur, qu'elle garnit d'un œuf chacune. A la fin du printemps, les œufs ont donné naissance à des ouvrières qui étendent le nid. La population ne cesse de s'accroître, la reine continuant à pondre. A la fin de l'été, les ouvrières construisent des cellules plus grandes, destinées à des femelles entièrement fonctionnelles,

c'est-à-dire reproductrices, ce que ne sont pas les ouvrières ; en effet, une substance sécrétée par la reine bloque le développement ovarien des ouvrières. Ces femelles, dont le développement ovarien n'est pas inhibé, atteignent leur maturité au début de l'automne, en même temps que les mâles de la génération la plus récente. Les accouplements se produisent et les femelles fertilisées, qui sont en fait les futures reines, entrent en hibernation jusqu'au printemps, où le cycle reprendra, tandis que les mâles et toutes les ouvrières meurent. Chaque nid produit donc plusieurs reines. Il s'en faut que toutes soient d'égale capacité : plusieurs d'entre elles ne parviennent pas à créer l'embryon de nid où naîtront des ouvrières ; elles s'en vont donc pirater des nids déjà établis. C'est sur les nids de 278 cellules en moyenne que les actes de piraterie sont les plus nombreux, sans doute parce



Deux reines d'espèces différentes (*Vespula squamosa* et *Vespula maculifrons*) sont engagées dans une prise tellement serrée qu'elles sont toutes deux tombées du nid. Le coup de grâce sera donné à l'aiguillon.



Dans ce combat à mort entre deux reines de la même espèce (*Vespula squamosa*), à l'intérieur du nid, c'est la guêpe du dessous qui a le dessus: elle est parvenue à arracher une aile à sa rivale.

qu'ils contiennent déjà un nombre appréciable d'ouvrières, c'est-à-dire une force de travail enviable. Le duel est d'une férocité absolue, chaque reine essayant de poignarder l'autre, au défaut de la cuirasse, à l'aide d'un aiguillon venimeux qui ne sert, d'ailleurs, qu'au meurtre royal. La singularité consiste dans le fait qu'une reine *Vespula maculifrons* se moque d'occuper un nid de *Vespula squamosa* et l'inverse; ce dont elles entendent s'emparer est l'ensemble édifice + service, à la manière du coucou qui parasite un nid d'une autre espèce, en y faisant couvrir ses propres œufs. De telles attaques sont étonnamment fréquentes et, rapportent les Matthews, un même nid peut changer trois fois de reine en un jour. Les attaques les plus fréquentes sont celles de *V. squamosa* contre des nids de *V. maculifrons*, pour la simple raison que les reines de cette dernière sous-espèce volent une semaine plus tôt que celles de la sous-espèce ennemie; elles établissent donc leurs nids plus tôt et elles sont exposées plus tôt aux prédatrices. Autre singularité: le comportement des ouvrières: elles s'efforcent énergiquement de repousser

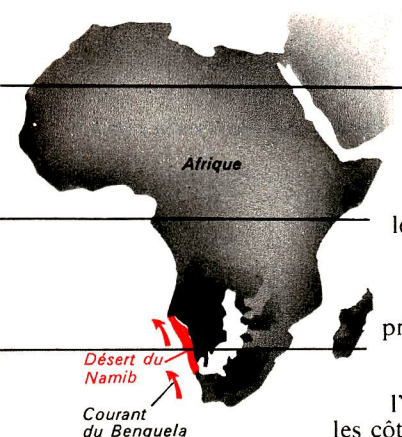
la royale envahisseuse, de quelque espèce qu'elle soit. C'est-à-dire que des ouvrières d'un nid de *V. maculifrons* dont la reine a déjà été éjectée par une reine de *V. squamosa* et qui voient revenir une reine bien à elles essaient aussi bien de rejeter cette reine que n'importe quelle autre intruse. Or, c'est là un comportement suicidaire, car un nid sans reine finit rapidement par mourir. Selon les Matthews, l'explication de ce comportement paradoxal serait la suivante: privées de leur reine, quelle qu'elle soit, les ouvrières voient redémarrer leur développement ovarien; cela se produit même très rapidement. Ces ouvrières deviennent donc capables de pondre des œufs et, chez les hyménoptères, des œufs non fertilisés donnent naissance à des mâles. Or, ces mâles pourront s'unir aux femelles, les futures reines, pour participer à la création de la génération suivante. En l'occurrence, si l'on suit le raisonnement des Matthews, l'instinct de survie individuel reprendrait donc le dessus sur l'instinct de conservation de la collectivité. En effet, l'arrivée d'une nouvelle reine de l'une ou l'autre sous-espèce entraînerait immédiatement le

blocage du développement ovarien des ouvrières. C'est la raison pour laquelle les usurpatrices royales sont souvent fortement malmenées par les guêpes auxquelles elles tentent de s'imposer. Que se passe-t-il enfin lorsque la prise du pouvoir a été réussie? Les ouvrières continuent de construire le nid, mais, au bout de quelque temps, les ouvrières engendrées par la nouvelle reine arrivent à maturité et poursuivent la construction dans le style qui leur est propre. C'est ainsi que l'on peut trouver dans un même nid des cellules typiques de *V. maculifrons*, jaunes et délicates, à côté de celles de *V. squamosa*, grises, plus grandes et plus solides. Il s'agit là d'un cas assez rare dans l'éthologie animale: la domination d'un groupe social d'une espèce par un leader d'une autre espèce. On connaît quelques cas semblables, en particulier chez les bourdons (il existe, d'ailleurs, une espèce dite « bourdon coucou »). La situation créée est à peu près aussi étrange qu'un chien loup prenant le leadership d'une bande de coyotes ou une oie occupant le sommet du « pecking order » dans une société de poules.

Gérald MESSADIÉ ■

QUAND LA NATURE PRATIQUE LE «SYSTÈME D»

Le désert du Namib — qui a donné son nom à la Namibie — n'est pas un désert comme les autres. Proportionnellement à son étendue, il est d'une étonnante richesse en formes de vie spécifiques, tant animales que végétales, qui toutes subsistent grâce à des procédés plus ingénieux les uns que les autres.



Désert du Namib
Courant du Benguela

Étroite bande hyperaride qui s'étend le long des côtes du Sud-Ouest africain, entre le fleuve Olifant et Moçamedès, le désert du Namib doit en grande partie son existence à la présence du courant froid du Benguela qui, remontant de l'Antarctique, lèche les côtes africaines. Sous

l'action des forces de Coriolis, ce courant «tire au large», créant le long du continent une sorte d'appel d'eau qui fait remonter des nappes profondes, également froides. Ces masses liquides à basse température qui baignent les rivages provoquent au-dessus d'elles la condensation de la vapeur atmosphérique, privant de pluie les régions côtières et les transformant en désert.

De temps en temps, un banc de brouillard, poussé par le vent, s'étire au-dessus d'une frange littorale de quelques dizaines de kilomètres de profondeur. Ces brouillards, dits d'advection (à déplacement horizontal), se produisent tout au long de l'année, de une à douze fois par mois, avec une fréquence maximale en janvier et novembre, et minimale en mai et juin. Ils arrivent généralement après minuit et persistent jusqu'au début de la matinée, avant d'être

dissipés par le soleil vers 8 ou 9 heures.

Les fines particules d'eau, entraînées par la brise, s'accrochent à la végétation, finissant par former des gouttes qui restent suspendues ou tombent au pied de la plante. Elles se déposent également sur le sable, qu'elles humectent progressivement jusqu'à former une croûte humide de près d'un centimètre d'épaisseur. Enfin, les gouttelettes de brouillard imprègnent aussi les débris végétaux transportés par le vent au creux des dunes, débris qui constituent de la sorte la base d'une chaîne alimentaire. En effet — et c'est là une autre originalité du désert du Namib — dans ce monde essentiellement minéral, au milieu de ces gigantesques amas de sable recuits par le soleil, des insectes peuvent trouver table mise, grâce au vent qui leur apporte la nourriture (débris de foin) et la boisson (brouillards).

On a tenté d'évaluer la quantité d'eau déposée par les brouillards. Cette eau, qui échappe aux entonnoirs des pluviomètres classiques, a été mesurée à la station de recherche de Gobabeb par un réseau de capteurs-enregistreurs spéciaux. Les résultats obtenus montrent que la qualité d'eau apportée par les brouillards est du même ordre que celle qui est fournie par les pluies. Cependant, sur le plan biologique, la comparaison de ces deux sources ne peut être réduite à l'équivalence de leurs volumes. En effet, le caractère relativement régulier de l'arrivée des brouillards a constitué un facteur déterminant dans la sélection des structures, des mécanismes et des comportements qui permettent à un organisme vivant de ne pas laisser échapp-

per cette manne inestimable qu'est l'eau dans un désert.

Sous l'impulsion du Dr M. Seely, directrice de l'Unité de recherches d'écologie désertique (D.E.R.U.), des études sur l'impact biologique des brouillards d'advection ont été entreprises à la station de Gobabeb. A travers les résultats de ces observations, on découvre avec autant d'étonnement que d'admiration quelques aspects du « système D » pratiqué par la nature.

Ainsi, les cailloux de quartz des vallées interdunaires sont autant de mini-serres qui permettent le développement d'algues microscopiques. Celles-ci profitent du film d'eau qui se forme périodiquement à la face inférieure des pierres (brouillard ou rosée s'écoulant latéralement, condensation de l'eau de l'atmosphère interne du sol). Utilisant la lumière que laisse passer le minéral translucide, ces végétaux ont reçu le nom d'« algues fenestrées ».

Un lichen, *Omphalodium convoluta*, qui se présente sous la forme de fragments de thalle indépendants du substrat, mène une vie intermittente au gré des vents et au rythme des brouillards.

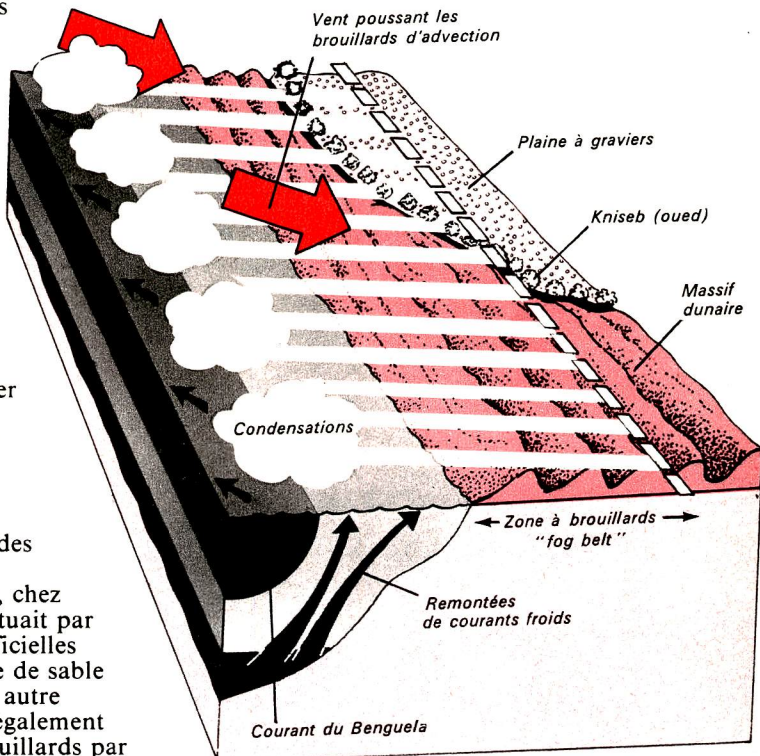
Deux phanérogames spécifiques des dunes littorales du Namib — *Trianthema hereroensis*, une succulente, et *Stipagrostis sabulicola*, une robuste graminée — sont les seules plantes vasculaires qui, dans cette région, soient capables de continuer de croître, de fleurir et de fructifier en l'absence de pluie. Afin de savoir comment elles parvenaient à absorber l'eau des brouillards, les chercheurs ont humidifié leurs organes susceptibles d'assurer cette récupération avec de l'eau marquée au tritium et ont ensuite cherché en elles les traces de ce marqueur radioactif. Ils ont ainsi découvert que, chez *Trianthema hereroensis*, l'absorption de l'eau des brouillards se faisait à travers les stomates⁽¹⁾ des feuilles, alors que, chez *Stipagrostis sabulicola*, elle s'effectuait par une large nappe de racines superficielles cheminant au contact de la croûte de sable humidifiée par le brouillard. Une autre plante, *Welwitschia mirabilis*, est également capable d'ingurgiter l'eau des brouillards par les stomates de ses feuilles, mais il semble que cette source soit pour elle moins importante que pour les deux précédentes espèces.

(1) Stomate : petit appareil de l'épiderme des feuilles constitué par deux cellules en forme de haricot bordant une ouverture à travers laquelle se font les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère.

Du côté de la faune, en particulier chez les coléoptères *Tenebrionidae*, famille particulièrement bien représentée dans le Namib, on note aussi plusieurs techniques astucieuses de récupération de l'eau des brouillards. Certains, comme *Onymacris laeviceps*, boivent les gouttelettes condensées sur les plantes (en grimpant le long des tiges) ou sur les débris végétaux apportés par le vent. D'autres, comme *Onymacris unguicularis*, utilisent la surface dorsale de leur corps pour capter l'eau, puis, adoptant une position tête basse, ils font couler le liquide jusqu'à leur cavité buccale. La pesée de plusieurs spécimens de cette espèce, effectuée avant et après un brouillard, a montré que l'augmentation du poids de l'animal variait de 0 à 12% (on a même enregistré un gain maximal de 34%).

D'autres coléoptères extraient directement l'eau du sable humecté par le brouillard. La méthode la plus simple, et qui est utilisée par plusieurs genres de la tribu des *Zophosini*, consiste à sucer l'eau à la surface du sable ou dans les petits cratères que les insectes ont formés en émergeant à travers la couche humide. En revanche, les espèces du genre *Lepidochora* met-

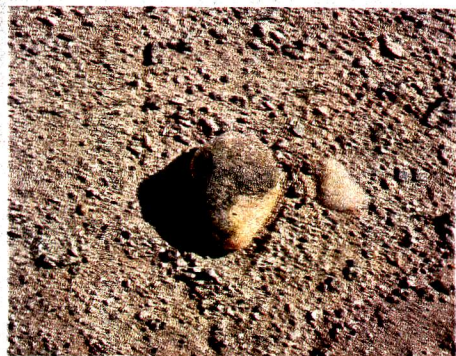
(Suite du texte page 62)



« Aspirées » par le courant du Benguela, les eaux profondes et froides de l'océan Atlantique remontent le long du littoral, où elles provoquent la condensation de l'eau atmosphérique et la formation de nappes de brouillard. De temps en temps, ces nappes, poussées par les vents d'ouest, recouvrent le désert du Namib, apportant un peu d'humidité à cette zone hyper-aride.

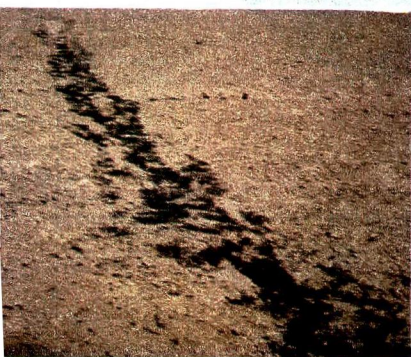
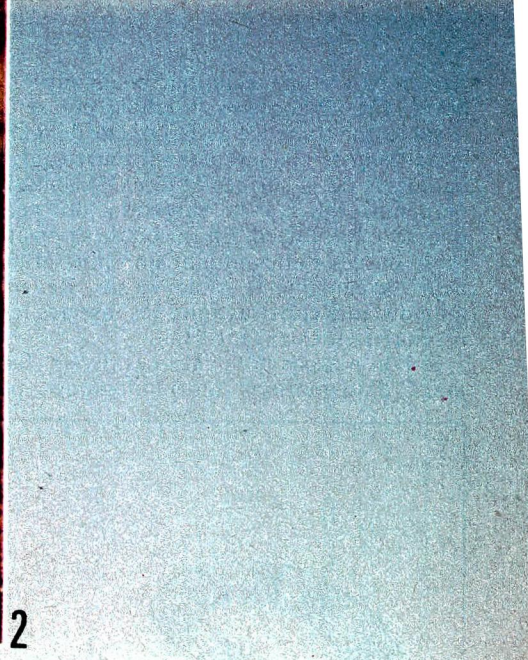
POUR LA FLORE DU NAMIB LE BROUILLARD C'EST LA VIE !

Sur les dunes du Namib, où la pluie se fait parfois attendre pendant plusieurs années, les brouillards matinaux sont la providence des végétaux. Chaque espèce en profite à sa façon. C'est ainsi que, si l'on retourne un galet de quartz (1), on a la surprise de découvrir sur sa surface inférieure une sorte d'enduit vert constitué d'algues minuscules. Celles-ci s'abreuvent des gouttelettes qui, après s'être déposées sur la pierre, s'écoulent latéralement et vont humecter le sable sous-jacent. Le quartz étant translucide, il passe assez de lumière pour permettre la photosynthèse. Une touffe de *Stipagrostis sabulicola* (2) sur laquelle le brouillard s'est condensé, donne une idée de l'importance de l'apport humide. Cette plante récupère l'eau grâce à un réseau de racines superficielles particulièrement développé (il peut s'étendre sur un rayon de plus de 10 m autour du pied). Quant aux Lichens vagabons (3), ce sont des fragments de thalle qui ne sont pas attachés au substrat et errent au gré des vents, s'accumulant derrière les reliefs ou dans les dépressions. Quand apparaît le brouillard, ces lichens, réhumectés, se gonflent et se déroulent, formant sous la lumière tamisée du matin une surface d'un vert intense. Puis, quand le soleil brûlant a dissipé la brume bien-faisante, ils reviennent à l'état de thalles racornis. Enfin, l'étrange *Welwitschia mirabilis* (4) présente la particularité extrêmement rare de pouvoir absorber l'eau déposée à la surface de ses feuilles. ■





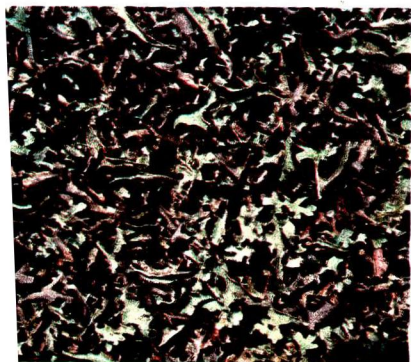
2



3



4

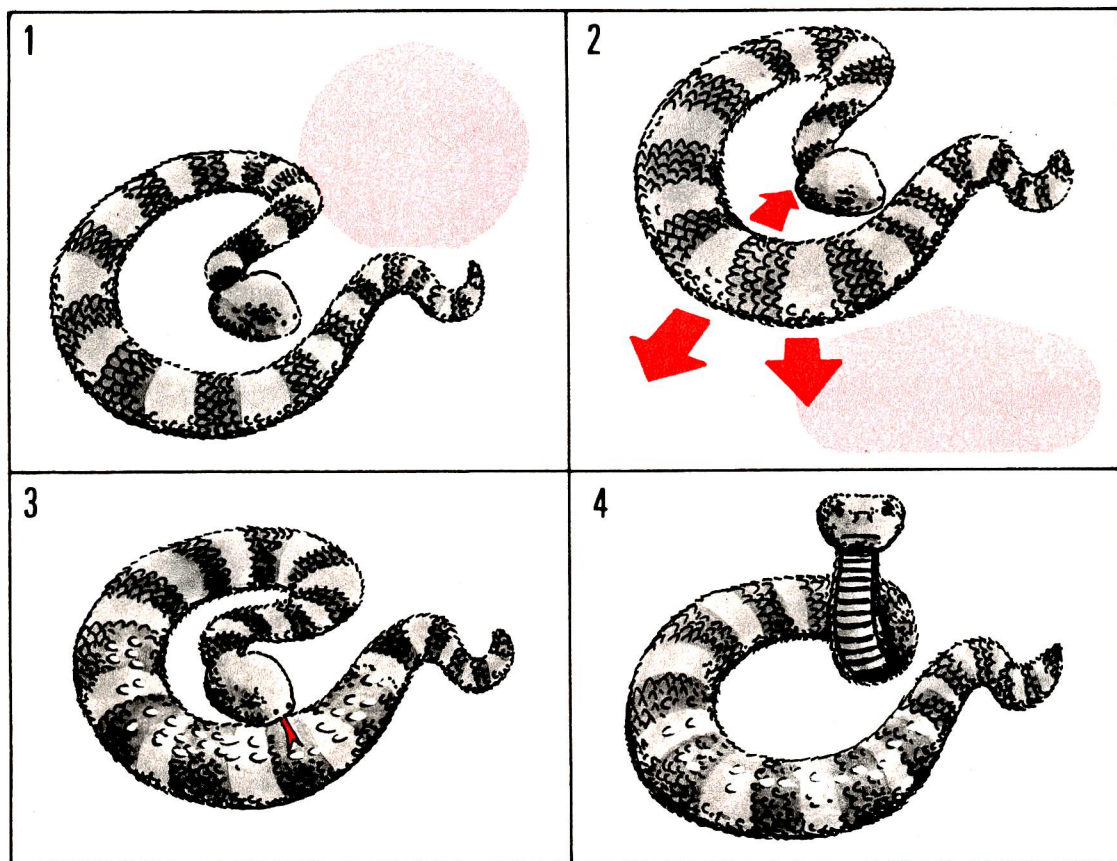


tent en œuvre une technique beaucoup plus élaborée. Ces coléoptères discoïdes creusent dans le sable une tranchée de la largeur de leur corps et édifient de chaque côté un muret qui s'élève au-dessus de la surface et dont l'orientation est perpendiculaire à la direction du vent qui pousse le brouillard. En raison de sa position, le sable de ces buttes atteint une plus grande teneur en eau que le sable voisin. Revenant le long de leurs constructions, les insectes les aplatissent en en extrayant l'eau.

Si l'on n'a pas noté chez ces divers *Tenebrionidae* d'adaptations morphologiques particu-

brouillard arrive et ils sont les premiers à disparaître quand le brouillard se lève. *Onymacris unguicularis*, lui, demeure en position de récupération aussi longtemps que le brouillard persiste. Quant aux espèces qui boivent les gouttes d'eau sur les plantes, elles entrent en activité un peu plus tard que les autres et poursuivent leur collecte même après la disparition du brouillard, tant que l'eau ne s'est pas évaporée.

Tous ces insectes n'émergent pas systématiquement à l'occasion de chaque brouillard, surtout si ceux-ci se succèdent. La conduite de chaque individu semble déterminée par son état de



Lorsqu'apparaît le brouillard, la vipère des sables (*Bitis peringueyi*) aplatit son dos afin d'en accroître la surface et d'éviter le ruissellement de l'eau qui s'y dépose (1, 2). Adoptant une position lovée, elle parcourt de sa langue toute la surface de son corps (3). Périodiquement, elle redresse la tête (4) afin de faciliter la déglutition du liquide qu'elle a accumulé dans sa cavité buccale.

lières, par contre, afin de profiter pleinement des apports aqueux irréguliers et imprévisibles qui se produisent la nuit, ces insectes diurnes ou crépusculaires ont dû modifier radicalement leur comportement et faire des heures supplémentaires. Ces heures sont d'ailleurs modulées en fonction du mode de récupération utilisé. Les *Lepidochora*, par exemple, commencent à construire leurs tranchées bien avant que le

déshydratation. On a vu ainsi des spécimens déshydratés de *Lepidochora discoidalis* rester toute la nuit près de la surface, alors que d'autres, qui ne manquaient pas d'eau, s'enfouissaient plus profondément.

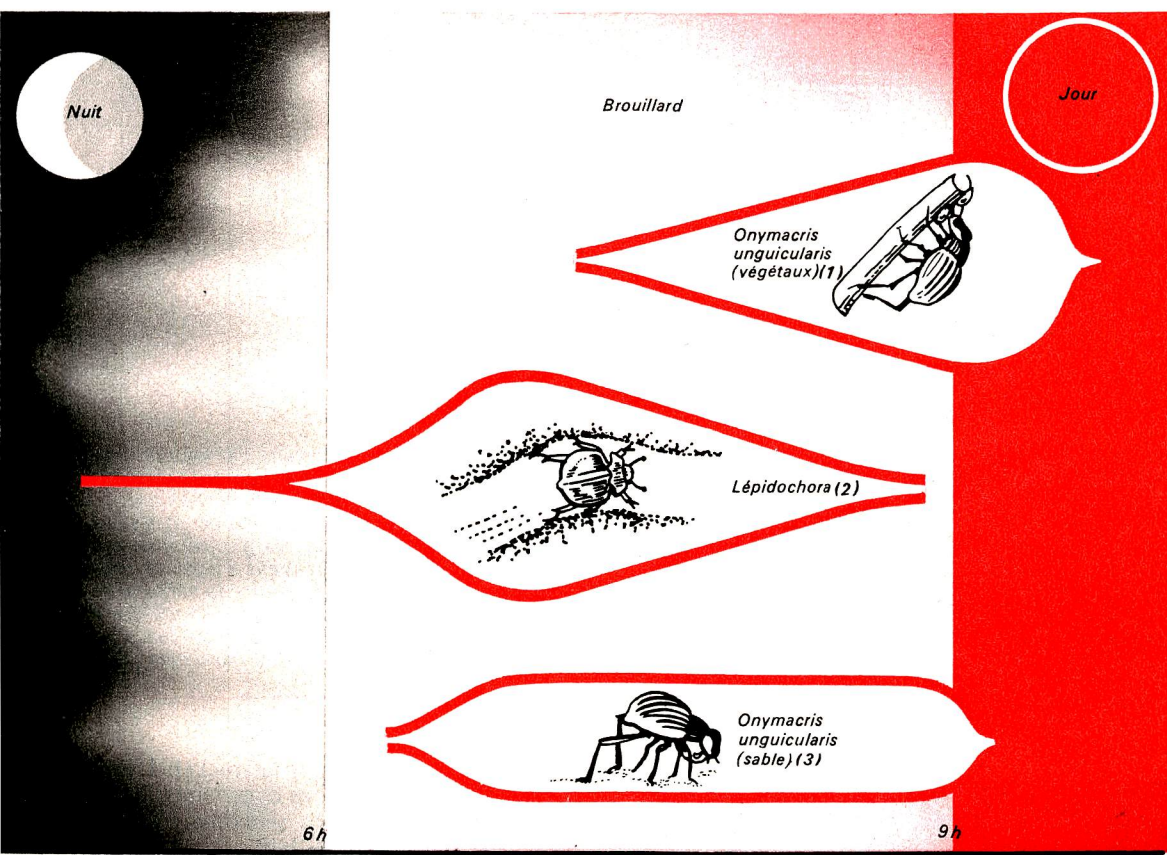
On a également constaté qu'il existait un parallélisme dans la répartition de certaines plantes de la dune et de certains insectes, en fonction de leur mode de récupération de l'eau

des brouillards. *Trianthema hereroensis* et *Onymacris unguicularis*, par exemple, qui tous deux interceptent les gouttelettes de brouillard, se rencontrent essentiellement dans la moitié occidentale du Namib, moitié qui correspond à la zone de brouillards fréquents. En revanche, *Stipagrostis sabulicola*, qui récupère la majeure partie de son eau près de la surface, se trouve dans tout le massif dunaire, en compagnie des *Tenebrionidae* qui extraient l'eau de la surface du sable.

Bien que les insectes aient une importance exceptionnelle dans l'écosystème dunaire du

déplacement latéral. Lorsque survient le brouillard, elle aplatit son corps, élargissant ainsi sa face dorsale, ce qui a pour effet d'augmenter la surface exposée au flux humide et d'empêcher l'eau collectée de ruisseler trop vite sur les côtés. En outre, l'animal adopte une position lovée qui permet à la tête de parcourir le corps en léchant les gouttelettes d'eau. De temps en temps, la vipère immobilise sa langue et redresse la tête pour faciliter l'écoulement de l'eau dans son tube digestif.

Le lézard psammophile, lui, présente de nombreux traits originaux, et notamment celui de



Chaque catégorie d'insectes a des périodes d'activité déterminées par sa façon de recueillir l'eau des brouillards. Ainsi, les *Lépidochora* (2) commencent à édifier leurs constructions avant que le brouillard apparaisse, afin que celles-ci soient prêtes au moment où surviendront les premières gouttelettes. En revanche, les insectes qui récupèrent l'eau déposée sur les plantes (1) n'entrent en activité que lorsque le brouillard est déjà bien installé, et ne s'arrêtent que quand toute eau est évaporée. Enfin, les insectes qui captent l'eau dans le sable ou la collectent sur la surface de leur corps (3), calquent leurs horaires sur ceux du brouillard.

Namib, ils ne sont cependant pas les seuls animaux à récupérer l'eau des brouillards. Deux reptiles endémiques du désert du Namib savent également tirer parti de ces apports irréguliers : la vipère des sables (*Bitis peringueyi*) et le lézard psammophile (*Aporosaura anchietae*).

La vipère des sables appartient à ces serpents *side winding* qui progressent sur le sable et escaladent même les dunes grâce à une technique de

pouvoir littéralement plonger dans les sables meubles grâce à une tête profilée en coin. Bien que la manière dont il récupère l'eau des brouillards n'ait pas encore fait l'objet d'une description, il ne fait pas de doute qu'il utilise cette faculté pour étancher sa soif. Lorsque l'on capture un de ces lézards après un bon brouillard, son estomac est tout distendu par l'eau qu'il a ingérée. Cette eau passe ensuite dans le caecum, qui

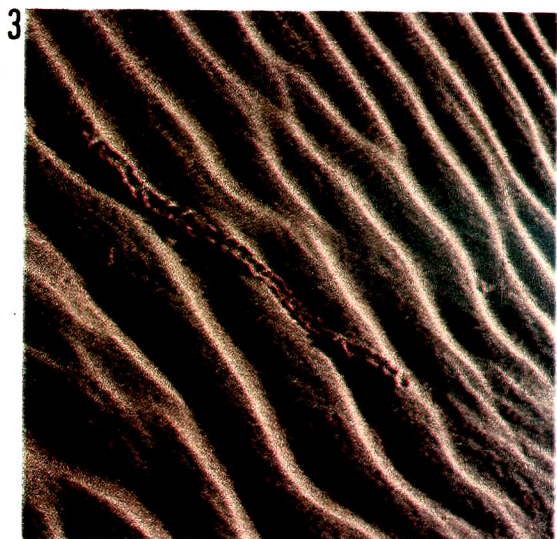
LA RUÉE VERS L'EAU



1



2



3

Percevant du fond de sa retraite l'arrivée du brouillard, *Onymacris unguicularis* (1) émerge du sable et gravit la dune. Parvenu au sommet, il s'immobilise face au vent, redresse son abdomen et baisse la tête. Grâce à cette position, les gouttelettes qui se déposent sur son corps peuvent s'écouler jusqu'à sa bouche. Le lézard, lui (2), fouille le sable avec sa tête en forme de coin et en extrait la moindre parcelle d'humidité. Quant aux *Lepidochora*, ils signalent leur passage d'ingénieux murets parallèles (3).

(Suite du texte de la page 63)

se distend à son tour pour la stocker. L'animal dispose ainsi d'une réserve dans laquelle il peut puiser pendant plusieurs semaines, dans l'attente d'un nouveau brouillard.

Ainsi, grâce aux adaptations qu'ils ont suscitées aussi bien chez les plantes, qui peuvent, malgré la rareté des pluies, continuer à produire de la nourriture, que chez les animaux, qui les utilisent comme les relais de réhydratation, les brouillards d'advection sont responsables de la densité et de la diversité inattendues du peuplement animal des dunes du Namib. Dans ce désert pas comme les autres, le moteur de la vie fonctionne à la brume... **Yves COINEAU ■**

(L'auteur tient à exprimer ses vifs remerciements au Dr M. Seely, qui lui a fait découvrir le monde fascinant du Namib, et à l'administration de la Nature Conservation and Tourism de Windhoek, qui l'a autorisé à faire sur ce sujet un film qui sera diffusé par le Service du film de recherche scientifique.)

Photos Devez-Coineau — CNRS



Michel Debus, maître brasseur, Président des Brasseries Fischer, diplômé de la plus ancienne école de brasserie du monde : la Weihenstephan à Munich.

“Sans esprit de clocher, je suis fier que nos ouvriers-brasseurs soient tous Alsaciens.”

Evidemment, ça n'explique pas tout, mais travailler ensemble depuis 20 ans, et rien qu'entre Alsaciens, ça aide à bien se comprendre.

Et quand on a certaines idées sur la bière d'Alsace à défendre, je pense que c'est important.

C'est important d'avoir le même respect des traditions ; la même intransigeance dans le choix des matières premières ; le même goût du travail bien fait... Et la même volonté d'indépendance pour sauvegarder tout ça.

Le voilà, l'esprit Fischer. Un esprit que nous sommes 350 à défendre. Bien souvent ouvriers-brasseurs et malteurs de père en fils, et tous nés en Alsace.

Le résultat ? Une bière qui, au contraire de bien d'autres, a su garder son âme et sa personnalité. Celles que symbolise le petit bonhomme Fischer que vous voyez sur nos étiquettes et nos packs.

Et qui, tant qu'il sera là, vous dira qu'il existe encore une bonne bière en Alsace.

Je m'en porte garant.

Michel Debus



FISCHER

La tradition, chez nous, on ne se contente pas d'en parler.

UN VIRUS CHANGE L'HISTOIRE DE NOS ORIGINES

Voilà vingt ans que l'on tenait pour certain que c'est en Afrique que s'est effectué le passage du singe à l'homme. Des biologistes viennent de tout changer : ce passage s'est fait en Asie. Indice : un virus vieux de 30 millions d'années.

● Par sa recherche constante d'un fragment de mâchoire ou d'humérus, voire d'une simple dent, l'enquête sur les origines de l'homme ressemble beaucoup à une enquête policière. A cette différence près qu'elle est beaucoup plus longue et qu'il n'y a pas de coupable.

Commencée avec Darwin, elle a culminé ces dernières années avec deux grandes découvertes : celle de vestiges d'australopithèques en Afrique du Sud et de l'Est (Tanzanie et Éthiopie principalement), à laquelle sont attachés les noms des trois Leakey (Louis, le père, Mary, sa femme et Richard, leur fils), d'Yves Coppens, de Maurice Taieb et de Donald Johanson : puis celle de traces de pas d'un de ces australopithèques, en l'occurrence une « femme » (elle a été baptisée Lucy), dont il s'est avéré qu'elle marchait déjà debout. Cette dernière découverte est celle de Mary Leakey.

Jusque-là, tout était à peu près clair : étant donné que l'on n'avait trouvé d'australopithèques nulle part ailleurs qu'en Afrique, étant donné aussi que l'australopithèque est notre ancêtre direct, on pouvait conclure que l'Afrique était le berceau de l'humanité. Avant l'australopithèque, il n'y avait que des singes et des préhominiens ; après, c'était l'aube de l'humanité. Une date : cette aube remonte à cinq millions d'années. On établit alors des arbres généalogiques (nous disons bien « des », car il existait de légères divergences entre celui des Leakey, celui de Johanson et celui de Coppens, sur le stade et la manière dont deux groupes d'australopithèques, l'*africanus* et le *robustus* auraient divergé).

Coup de théâtre : des généticiens, se joignant aux enquêteurs, viennent brouiller les cartes. Un virus qui sévissait il y a une trentaine de millions d'années, et que l'on désigne sous le nom

de particule C, en est la cause. Dossier fourni par les généticiens : la particule C s'est transmise aux singes d'Afrique (chimpanzés et gorilles), aux singes d'Asie (orang-outans et gibbons) et à l'homme. Mais, restée telle quelle chez les singes d'Afrique, elle a dégénéré à la fois chez les singes d'Asie et chez l'homme. Et c'est sous sa forme dégénérée qu'on la retrouve chez l'homme contemporain. Conclusion logique : d'abord, ce virus ou particule C a contaminé l'ancêtre commun des singes d'Afrique d'Asie et de l'homme, c'est-à-dire le propliopithèque. Ensuite, et là l'affaire se corse, si ce virus a dégénéré à la fois chez les singes d'Asie et chez l'homme, cela signifie que c'est bien en Asie que s'est effectué le passage du singe à l'homme. C'est-à-dire encore que c'est l'Asie, et non plus l'Afrique, qui est notre berceau. On ne peut s'empêcher d'évoquer ici l'image du « berceau à roulettes » dont parlait l'abbé Breuil.

Tout serait logique, et il n'y aurait plus qu'à enlever d'Afrique la plaque commémorative de la naissance de l'homme pour la revisser en Asie. L'ennui est qu'en Asie, il n'y a pas d'australopithèques et que, c'est sûr, on ne connaît pas d'ancêtre plus proche de l'homme que l'australopithèque. En Asie, le préhominiin connu le plus proche est le ramapithèque. Mais celui-ci est bien plus éloigné de nous que l'australopithèque.

Est-on bien certain de cette affaire de virus ? Deux chercheurs américains l'expliquent ainsi : pour George B. Todaro et Raoul E. Benveniste, de l'Institut national de la santé, à Bethesda, l'environnement africain était à l'époque très favorable à la prolifération de ce virus. Les primates contaminés n'avaient donc d'autre choix

que de mourir ou de triompher de l'infection. L'alternative, d'ailleurs, demeure pour les chimpanzés et gorilles africains. Mais, en Asie, l'environnement moins favorable à ce virus en a entraîné la dégénérescence. L'explication tient debout, tout comme Lucy.

Le casse-tête est là : comment expliquer que le passage du tronc commun des primates à la lignée humaine se soit fait en Asie, alors que l'être le plus proche de l'homme ne vivait qu'en Afrique ? Là, il faut reprendre le dossier à zéro. Nous l'avons repris en écoutant les commentaires d'Yves Coppens, directeur au musée de l'Homme.

Le premier primate connu a été mis au jour dans le Montana, aux États-Unis. Baptisé spirituellement *purgatorius*, il serait apparu à la fin de l'ère secondaire, il y a 70 millions d'années. Comme il s'agit d'un primate extrêmement primitif, il a été rangé dans les prosimiens.

A partir de 40 millions d'années apparaissent des primates plus complexes, les simiens. Ils se caractérisent par une plus grande taille et une migration des orbites vers l'avant du visage. Des restes fossiles ont été trouvés en Amérique du Sud et surtout en Afrique, dans le gisement du Fayoum, situé près du Caire. Il s'agit du parapi-thèque. Il avait 36 dents.

Puis, il y a 30 millions d'années, apparaît le propliopithèque, trouvé lui aussi dans le gisement du Fayoum. Il a 32 dents comme nous. Selon Coppens, ce pourrait être le dernier ancêtre commun aux grands singes et à l'homme, c'est-à-dire qu'il se trouverait à l'origine de la différenciation hominidés-pongidés.

A partir du propliopithèque, la famille des primates se sépare en plusieurs branches, l'une donnant les hominidés, l'autre les grands singes actuels (chimpanzé, orang-outan, gibbon, gorille), tandis que les autres branches s'éteindront.

Le premier hominidé connu serait le ramapithèque, un primate de la taille du chimpanzé pygmée. Cet individu, d'abord connu dans le seul sous-continent indien, a vu sa répartition géographique s'étendre considérablement ces cinq dernières années. Il fut découvert dans près d'une dizaine de gisements âgés entre 15 et 9 millions d'années et répartis sur les trois continents de l'ancien monde : Afrique, Europe, Asie. Cependant, il semblerait que si les plus anciens représentants se trouvent en Afrique, les plus nombreux sont eurasiatiques (250 spécimens pour l'Eurasie contre quelques-uns pour l'Afrique), les vestiges les plus abondants provenant des formations subhimalayennes, qui s'étendent depuis le Pakistan jusqu'en Birmanie, en passant par le Népal et l'Inde.

A cette époque, l'Eurasie et l'Afrique étaient probablement recouvertes par une forêt plus ou moins dense et, de ce fait, les différences entre les faunes de ces continents étaient peu tranchées ; les échanges devaient être fréquents. En tenant compte de ce contexte écologique, il semblerait que le ramapithèque se situait entre

un mode de vie arboricole et un mode de vie coureur. Toutes les études faites sur ses vestiges font penser qu'il possédait à la fois des caractères simiens et hominiens. Quant à son mode de locomotion, il relève encore des hypothèses. D'après les études faites sur le trou occipital des crânes, on pense qu'il devait encore se déplacer sur ses quatre membres.

Les ramapithèques avaient cependant acquis à des degrés divers des caractères propres aux hominidés, que l'on retrouve en plus accentués chez leurs descendants lointains, les australopithèques. Ceux-ci se tenaient debout. Ce passage vers la bipédie serait dû au changement des conditions climatiques survenues il y a quelque 6 millions d'années : assèchement généralisé à l'échelle de la planète, donc réduction importante du couvert forestier et apparition des savanes. Obligés de s'adapter à ce nouvel habitat, c'est-à-dire privés de branches auxquelles s'agripper, les voilà forcés de marcher en posture érigée.

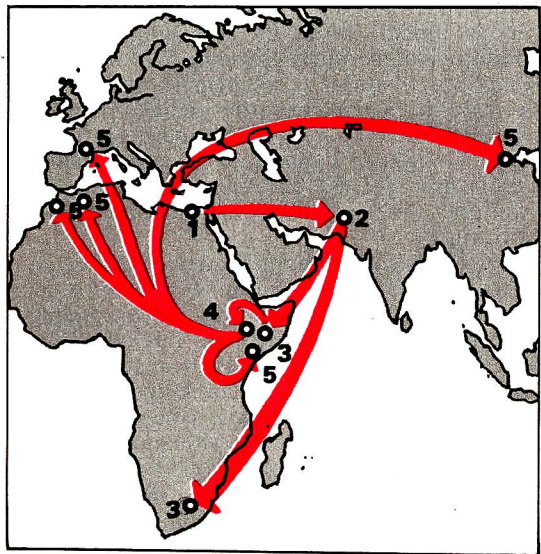
Ce seraient les ramapithèques d'Asie et non d'Afrique qui auraient donné naissance aux australopithèques, estiment les paléontologues. Pour le justifier ils arguent du fait que, d'une part, les ramapithèques ont été trouvés en grand nombre en Asie et que, d'autre part, le virus dont ils étaient contaminés n'avaient pu dégénérer qu'en Asie. Ces ramapithèques auraient donc migré en Afrique pour donner naissance à l'australopithèque. Pourquoi en Afrique et pas ailleurs ? Mystère ! Mais les faits sont là : plus de mille spécimens d'australopithèques ont été découverts en Afrique (Afrique du Sud depuis 1924 et Afrique de l'Est depuis vingt ans), alors qu'il n'en a été trouvé nulle part ailleurs. Ces australopithèques seraient apparus il y a 5 millions d'années et se seraient éteints il y a 1 million d'années. Le premier apparu serait l'*australopithecus afarensis*, dont Lucy.

Même s'il se tenait à peu près sur ses jambes, l'australopithèque des Afars était loin d'être un surdoué. Sa capacité endocrânienne était de 400 cm³, contre 1400 cm³ chez l'homme actuel. Bien qu'il ait vécu dans une savane hostile peuplée d'éléphants, de girafes, d'antilopes, de carnivores (*machairodus*, aujourd'hui éteint, qui ressemblait à un tigre, *dinofetis*, également éteint, qui ressemblait à une grosse panthère), il n'avait pas encore trouvé le moyen de se défendre et de chasser. Il ne connaissait pas, bien sûr, l'outil et il ne savait pas parler. Il semble qu'il était essentiellement végétarien, se nourrissant de baies et de fruits. Mais il n'est pas impossible qu'il ait aussi dévoré de petites proies, rongeurs, lézards, grenouilles, crabes, poissons.

L'australopithèque des Afars était petit : 1,25 m pour le mâle, 1 m pour la femelle et le premier était plus trapu que la seconde. Déjà, chez lui, se manifestaient certains traits d'hominidé. La denture évoluait vers le type omnivore, avec molaires broyantes à large surface plate, différenciation des incisives et canines très développées. L'étude des empreintes de pieds

trouvées par Mary Leakey à Laetoli, en Tanzanie, montre que le pouce n'est plus opposable, comme chez les grands singes, mais parallèle aux autres orteils. Pour donner une image, l'australopithèque des Afars ressemblait en quelque sorte à ce que serait un métis homme-chimpanzé.

Ces australopithèques engendrent ensuite deux lignées. La première va se subdiviser géographiquement en deux groupes qui s'éteindront : *australopithecus africanus* et *australopithecus robustus* ; tandis que la seconde engendre



L'HOMME EST NÉ EN ASIE MAIS C'EST EN AFRIQUE QU'IL A APPRIS À MARCHER. Le propiopi-thèque, à l'origine des hominidés et des grands singes, a été trouvé en Afrique, près du Caire (1). Cependant, les ramapi-thèques (premiers hominidés connus) furent mis au jour en grand nombre en Asie, au Pakistan notamment (2). Ces ramapi-thèques seraient allés ensuite en Afrique de l'Est et du Sud (3) pour donner naissance à l'australopithèque afarensis, premier hominidé tenant sur ses jambes. En Afrique de l'Est (4) celui-ci se serait métamorphosé en homo habilis. Ses descendants, homo erectus et plus tard sapiens, auraient enfin essaimé à la surface du globe (5).

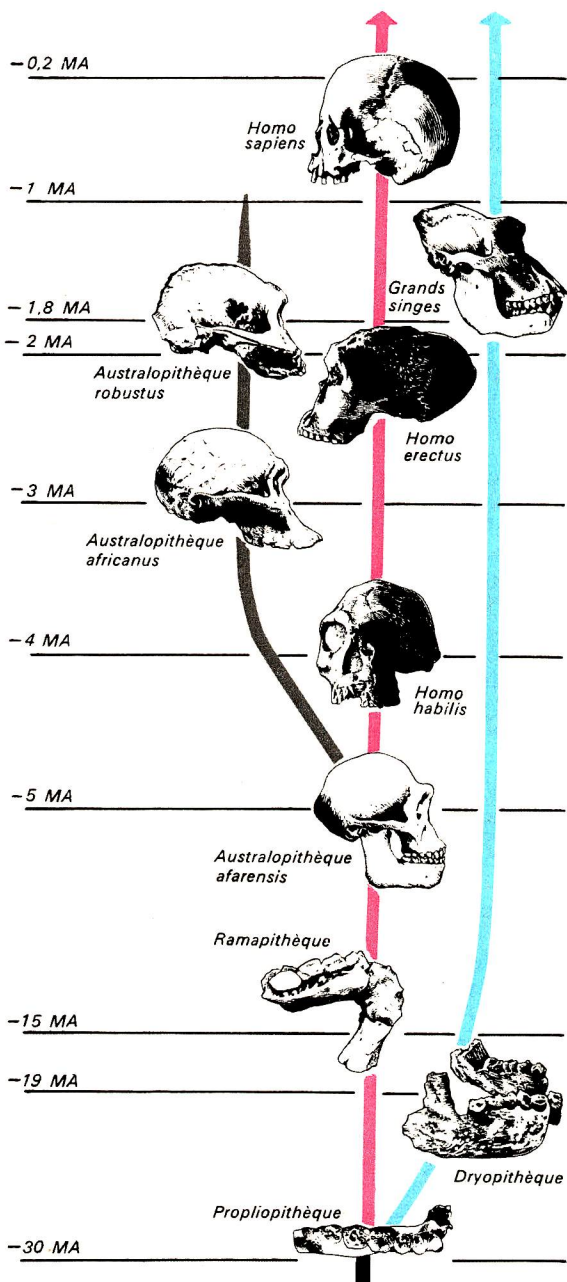
l'homme actuel après les étapes de l'*homo habilis* et de l'*homo erectus*. C'est la théorie de l'Américain D.C. Johanson. Y. Coppens y apporte, lui, une légère correction.

L'*homo habilis* serait apparu il y a 3,5 à 4 millions d'années. Signe caractéristique : le cerveau se débloque, non pas à plein régime mais tout de même suffisamment pour permettre de tailler des galets et d'aménager des os en outils. L'*homo habilis* semble s'être surtout développé en Afrique, en Éthiopie notamment. Puis il fait place à l'*homo erectus*, apparu il y a 2 millions d'années. On a trouvé sa trace au Kenya, à Java, à Pékin, en Algérie, au Maroc, en France. Il est, lui, plus intelligent mais pas autant que son successeur l'*homo sapiens*, qui très tôt, avec l'homme de Cro-Magnon, manifeste de réels talents d'artiste.

Voilà donc l'arbre généalogique dressé. Mais... il y a un mais. Tout serait parfait si les données récentes de la biologie n'étaient là pour le scier à la base. En effet, toutes les recherches

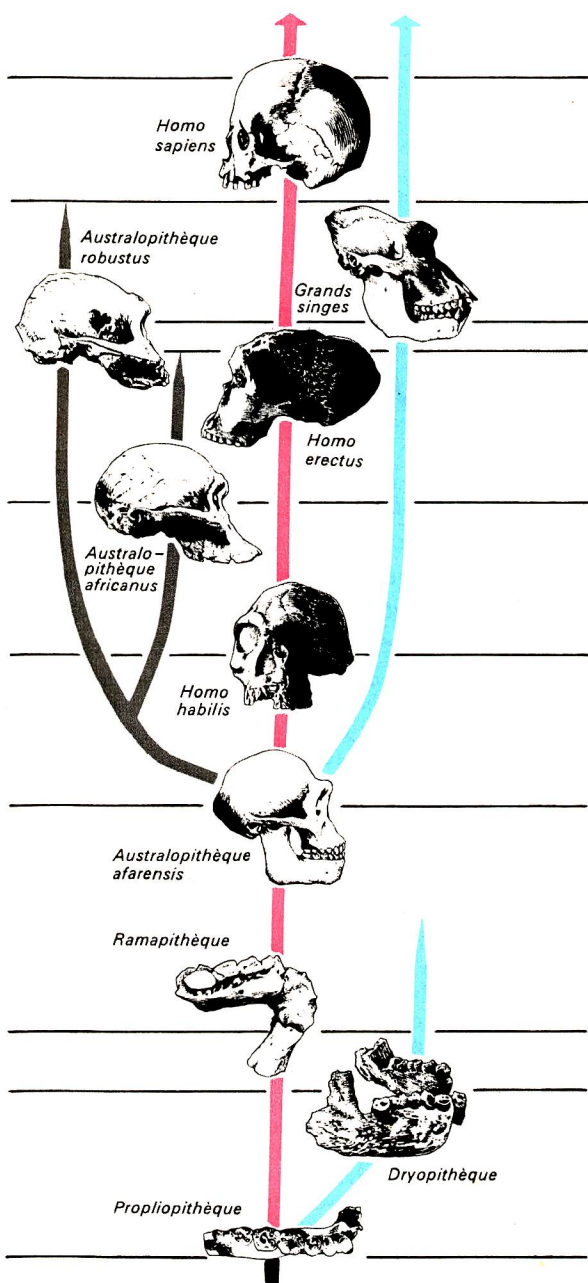
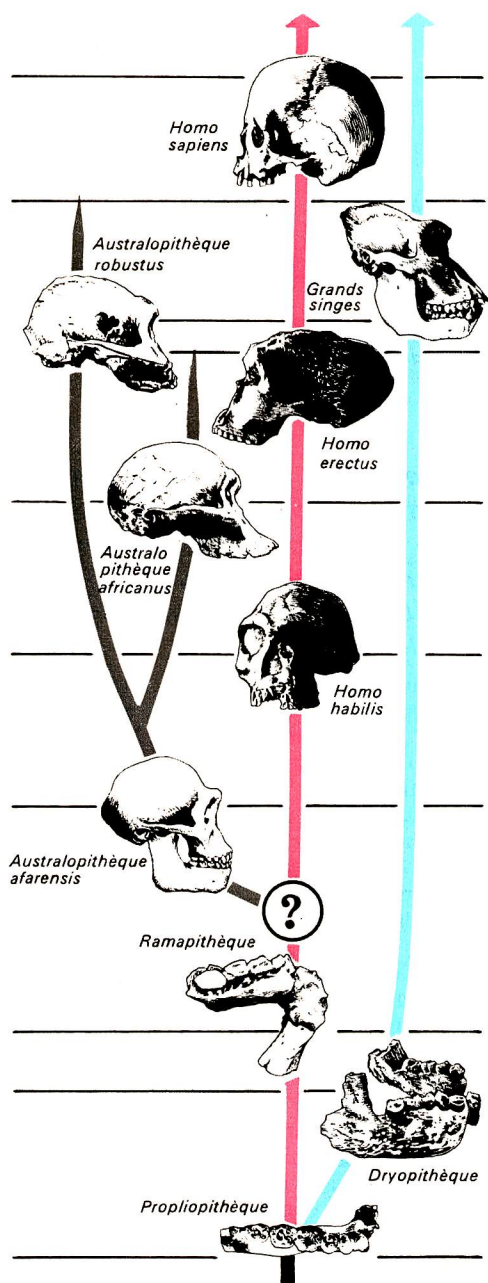
(Suite du texte p. 155)

PALÉONTOLOGISTES PAS D'ACCORD SUR



1 Pour le Pr Johanson, le propiopi-thèque serait le dernier ancêtre commun aux grands singes et aux hominidés. Ces derniers, pour arriver à l'*homo sapiens* actuel, seraient passés par plusieurs « moules » : ramapi-thèque, australopithèque afarensis, *homo habilis*, *erectus* et sapiens. Certaines formes de l'australopithèque afarensis auraient continué à évoluer pour leur propre compte, donnant successivement les australopithèques africanus et robustus, aujourd'hui éteints.

ET BIOLOGISTES L'ORIGINE DE L'HOMME



2 Le Pr Coppens admet, lui aussi, que le propliopithèque fut le dernier ancêtre commun aux hominidés et aux grands singes, mais refuse de croire que l'australopithèque des Afars ait pu être un hominidé. Autrement dit, l'ancêtre commun aux hominidés et aux australopithèques serait un chaînon manquant, qui reste à découvrir. Enfin, contrairement à Johanson, Coppens pense que les australopithèques africanus et robustus appartiendraient à deux lignées séparées.

3 Le Pr Washburn, qui est biologiste, conteste à nos deux paléontologues le fait que la branche des grands singes ait pu se séparer de celle des hominidés à partir du propliopithèque. D'après lui, la séparation aurait eu lieu vers — 6, — 5 millions d'années, à partir de l'australopithèque afarensis. Si cela se vérifiait, les dryopithèques ne se situeraient pas dans la lignée des grands singes. Il s'agirait d'une lignée indépendante qui se serait éteinte.

THREE MILE ISLAND: LE « NETTOYAGE » SERA ARDU

Plus de seize mois après le grave accident qui a entraîné l'arrêt de la grande centrale atomique américaine, tout est à faire en matière de décontamination. Pis encore : celle-ci ne semble pouvoir se faire qu'au prix d'un important dégagement de gaz radioactifs commencé le 29 juin dernier et qui alarme les quelque 50 000 habitants de la région autant qu'il laisse les techniciens perplexes, comme le rapporte ici notre envoyée spéciale.

● Middletown (Pennsylvanie). - Je reviens d'une région encore traumatisée, où la population n'arrive pas à oublier, où la peur stagne comme une brume humide, où certains mots ne peuvent être prononcés qu'à mi-voix ... Plus de seize mois après l'accident qui sema la terreur sur les verdoyants comtés de Pennsylvanie, la plaie n'est toujours pas refermée, les rancœurs ne sont pas éteintes.

Lorsque l'on parcourt les rues de Middletown, de Goldsboro ou de Newberrytown, tout semble calme et paisible. Mais, dès que l'on adresse la parole aux habitants, dès que l'on évoque l'énorme centrale qui sommeille au milieu du fleuve, les langues se délient, l'angoisse déforme les visages, la colère éclate. Certes, bien du temps a passé depuis « l'accident » : certes, aujourd'hui, la catastrophe semble conjurée. Mais l'opération de ventilation commencée le 29 juin dernier (voir encadré) pour évacuer dans l'atmosphère des gaz radioactifs n'a pas contribué à calmer les esprits. La centrale, elle, est toujours là, sur l'île de Three Mile, au beau milieu de la rivière Susquehanna, chef-d'œuvre technique changé en gigantesque poubelle à radioactivité. Et cette poubelle fait peur, non seulement à la population, mais aussi aux spécialistes.

Depuis ce matin du 28 mars 1979 où une pompe alimentant en eau le générateur de vapeur du réacteur n° 2 s'est grippée, le bâtiment dans lequel se trouve le cœur nucléaire est zone totalement interdite. Pas un homme n'a encore franchi les murs de cette construction emplie d'une atmosphère de krypton 85 radioactif et

envahie d'eau également radioactive. Pourtant cet énorme amas toxique ne peut demeurer là indéfiniment, sur le sol instable de l'île, à la merci de la moindre fuite qui pourrait avoir des conséquences dramatiques.

Il faut donc nettoyer Three Mile Island, enlever tous ces déchets radioactifs, décontaminer le bâtiment. Tout le monde est d'accord là-dessus, la population, les écologistes, les ingénieurs de la Nuclear Regulatory Commission (1) et ceux de la Metropolitan Edison, la compagnie d'électricité qui exploite la centrale. C'est bien le seul point, d'ailleurs, sur lequel un accord existe. Sur le reste, c'est-à-dire sur la façon dont doit être mené le nettoyage, sur les techniques à employer, le calendrier à respecter, les avis sont aussi multiples que divergents.

« Pour nous qui appartenons au gouvernement de l'Etat de Pennsylvanie, comme pour tous les habitants de la région, m'a déclaré Thomas M. Gerusky, directeur du Bureau de protection contre les radiations, l'accident n'est pas terminé : nous entrons à peine dans la seconde phase, celle de la décontamination ». « A peine » est bien le mot. En fait, tant d'inconnues subsistent, tant d'équipements techniques font défaut, que ce grand nettoyage apparaît comme un véritable casse-tête chinois, encore compliqué par les réticences et le manque de confiance bien compréhensible de la population.

(1) Organisme qui, aux Etats-Unis, autorise la mise en service des centrales nucléaires et supervise leur sécurité. Il est, en principe, complètement indépendant du gouvernement.

Or le temps presse, les appareils situés à l'intérieur du bâtiment se détériorent, la tuyauterie s'abîme, les instruments de contrôle se dégradent. Bientôt, on ne pourra même plus surveiller ce qui se passe dans le cœur du réacteur. Plus on attend, plus les risques d'un nouvel accident se multiplient, plus les conditions dans lesquelles devront travailler les techniciens chargés de « faire le ménage » deviennent incertaines.

Voyons brièvement comment on en est arrivé là. Lorsque, il y a presque un an et demi, une valve s'est coincée, l'eau du circuit primaire, celle qui baigne le combustible nucléaire — et qui est donc fortement radioactive —, s'est répandue dans la partie inférieure du bâtiment. Aujourd'hui, ce sont environ 2,8 millions de litres d'eau contenant des produits de fission comme le césium 137 et 134, le strontium 89 et 90, qui inondent la fosse du réacteur. Leur radioactivité est d'environ 560 000 curies ⁽²⁾. Cette masse d'eau, qui contient également du chlore, a recouvert des centaines de mètres de tuyaux, des pompes et des instruments de mesure qui n'étaient absolument pas conçus pour résister à cette agression. En outre, comme il existe toujours de petites fuites sur le circuit primaire, le niveau continue de monter lentement, d'à peu près 2,5 cm par mois. Aux dernières nouvelles, il y avait 2,44 m d'eau dans l'abri du réacteur.

Le cœur du réacteur s'étant partiellement vidé de son eau, la fraction supérieure des barres de combustible nucléaire s'est retrouvée à nu. La chaleur dégagée par la fission n'étant plus absorbée par le fluide, les gaines entourant les barres ont été fortement endommagées et ont laissé échapper des gaz radioactifs, comme l'iode 131 et le krypton 85, qui ont fini par se répandre dans le bâtiment. Certains de ces gaz, et sans doute déjà disparu. Mais le krypton 85, avec une période radioactive de 10,7 ans, est toujours présent, polluant d'environ 57 000 curies les 56 640 m³ d'air contenus sous le dôme du réacteur n° 2. De plus, toutes les surfaces, tous les murs, toutes les cloisons sont également contaminées, mais il n'existe pas d'estimations concernant leur activité. Enfin, à l'heure actuelle, le cœur du réacteur est refroidi par circulation naturelle ; il fournit une puissance résiduelle de 200 kW et se maintient à une température d'environ 67° C.

Cette situation, on le voit, est pour le moins critique. Et elle ne peut que se dégrader davantage. Alors qu'attendait-on pour entreprendre le grand nettoyage ? En fait, toute initiative se heurtait à un ensemble de difficultés qui tiennent, d'une part, aux structures du secteur nucléo-industriel américain ; d'autre part, au manque de technologies appropriées et à l'opposition très vive de la population à toute mesure susceptible

de provoquer le rejet d'éléments radioactifs dans l'environnement.

Ainsi, chaque décision prise par la Metropolitan Edison doit être approuvée par la N.R.C. (Nuclear Regulatory Commission) avant d'être appliquée. Si cette obligation est en soi une bonne chose, car elle empêche la compagnie d'électricité d'adopter des solutions qui feraient passer l'économie avant la sécurité, elle constitue aussi un sérieux frein à toute intervention. En effet la N.R.C., tout comme la MET.ED., a perdu beaucoup de sa crédibilité à la suite de l'accident ; pour tenter de la regagner, elle se montre aujourd'hui exigeante et pointilleuse, discutant la moindre décision, contestant la mesure la plus anodine.

D'autre part, avant même d'entreprendre une quelconque opération de nettoyage, il fallait d'abord débarrasser l'atmosphère du bâtiment du krypton 85 qui l'empoisonne. Sans cette opération préliminaire, il aurait été vain d'envoyer des hommes à l'intérieur de l'édifice : contraints de se protéger avec des combinaisons lourdes et encombrantes, obligés de se munir d'appareils autonomes de respiration, ils ne pourraient procéder à aucun travail sérieux. D'autant que, pour ne pas risquer une irradiation excessive, ils ne devraient pas rester plus de 15 à 20 minutes sur les lieux. D'où l'obligation prioritaire de purger l'air contaminé.

Or, les habitants des environs redoutaient comme la peste une telle éventualité. Ils craignaient surtout que, pressés par l'urgence, les responsables ne se résignent à ouvrir toutes les issues et à évacuer tout simplement l'air contaminé dans l'atmosphère. Leurs craintes se sont confirmées : « J'ai l'impression qu'ils méditent quelque chose comme ça, qu'ils nous mentent encore, comme au moment de l'accident, m'a déclaré, avant la décision de la N.R.C., Linda Dominowsky, une habitante de la petite commune d'Etters. Mais, cela, la population ne le supportera pas !... ».

C'était également l'avis de l'Union of Concerned Scientists, un groupe influent de scientifiques américains auquel le gouverneur de Pennsylvanie. Dick Thornburg, avait demandé une étude sur les conséquences d'un dégagement de gaz radioactif. « Les retombées médicales seraient sans doute minimes, ont conclu les savants, mais l'état psychologique des quelque 50 000 personnes qui vivent dans un rayon de 8 kilomètres autour de la centrale est tel qu'il paraît hors de question de leur imposer cette épreuve supplémentaire ».

Le maire de Middletown, Thomas Reid, un modéré qui a bien du mal à tempérer les réactions de ses concitoyens, avait une opinion identique : « Les habitants cherchent vraiment à oublier ; mais avec cette possibilité de libérer le krypton dans l'atmosphère, les plaies, mal cicatrisées, se sont rouvertes. Aujourd'hui, les gens se sentent acculés, comme obligés d'accepter cette évacuation de gaz radioactif. Ils en veulent à la N.R.C. et à la MET.ED. d'avoir attendu aussi longtemps, de n'avoir pas pris tout de suite le taureau par les cornes. Durant toutes ces semaines, tous ces

(2) La curie est l'unité correspondant à l'activité radioactive d'un gramme de radium, soit 37 milliards de désintégrations par seconde.

mois perdus, les ingénieurs auraient sans doute eu le temps de mettre au point une technique de purge satisfaisante, évitant le dégazage dans l'atmosphère ».

M. Reid avait raison : ces techniques existaient, mais toutes nécessitaient des délais de mise en route. La N.R.C. elle-même a recensé quatre procédés, dont chacun présente des avantages et des inconvénients :

1. L'absorption par le charbon. L'air contaminé est aspiré et envoyé dans de vastes réservoirs remplis de charbon. Là, le krypton se fixe à la surface du charbon. Avantages : c'est une technique assez bien maîtrisée et qui n'entraîne pas de rejets dans l'atmosphère. Inconvénients : le procédé est très long à mettre en place (de 2 à 4 ans) ; il nécessite d'énormes quantités (34 000 tonnes) de charbon, qu'il faudra ensuite surveiller pendant une centaine d'années.

2. La compression. L'air contaminé est aspiré et comprimé dans des conteneurs blindés. Avantages : comme précédemment, il s'agit d'une méthode connue et qui évite toute déperdition de krypton. Inconvénients : là encore, 2 à 4 ans semblent nécessaires pour installer l'appareillage ; en outre, le stockage de tout l'air du bâtiment exigera un nombre considérable de conteneurs qu'il faudra ensuite isoler pendant près d'un siècle.

3. Le procédé cryogénique. Au lieu de comprimer tout l'air du bâtiment dans des conteneurs, on n'enferme que le seul krypton. Pour cela, on le liquéfie d'abord à l'aide d'azote liquide, puis on le récupère, on le vaporise à nouveau et on le comprime. Avantage : un stockage beaucoup moins encombrant. Inconvénients : un délai de mise en route de 20 à 30 mois et l'obligation de surveiller les conteneurs pendant 100 ans.

4. L'absorption sélective. L'air du bâtiment contaminé est envoyé à travers une colonne de fréon, fluide qui retient sélectivement le krypton radioactif. Avantage : en théorie, la méthode est relativement simple et comporte peu de risques de fuites. Inconvénient : le procédé en est encore au stade expérimental et n'a jamais été développé sur une grande échelle. Toutefois les techniciens d'Union Carbide, qui ont mis au point cette technique au laboratoire d'Oak Ridge, sont très optimistes : pour eux, il ne fait pas de doute qu'une installation à absorption sélective peut être montée à Three Mile Island. Il suffirait qu'on leur accorde un délai d'un an à 18 mois.

Ce sont surtout ces délais qui rendaient furieux les habitants de la région. « Si l'on avait pris une décision aussitôt après l'accident, disent-ils, aujourd'hui le matériel serait prêt. Mais on a préféré tergiverser pour finalement nous imposer une solution plus rapide et beaucoup moins coûteuse : le rejet du krypton dans l'atmosphère ... ».

Une fois l'air contaminé évacué, quelques hommes bien protégés pourront pénétrer pour de courtes périodes à l'intérieur du bâtiment. Leur

(Suite du texte page 74)

POURQUOI LES VOISINS DE LA CENTRALE ONT PEUR



Docteur Weber, le vétérinaire : « Auparavant, je faisais une césarienne par an ; maintenant j'en fais une tous les quinze jours. De même, la proportion de bêtes mort-nées est devenue beaucoup plus importante. »

Le krypton 85, gaz radioactif ventilé dans l'atmosphère à Three Mile Island, a une période radioactive de 10,7 ans. Cependant, il représente un des éléments dont la radiotoxicité est la plus faible pour l'organisme, affirment les experts de l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (France). Car en fait, la période biologique de ce gaz inerte n'est que de quelques minutes ; c'est-à-dire qu'il ne fait que passer dans l'organisme et ne se fixe pas dans les cellules.

A titre de comparaison, les 57 000 curies que représente le krypton 85 de Three Mile Island dépassent, certes, le plafond de 4 000 curies/an fixé par les normes françaises de sécurité par tranche de 1 300 MW. Mais, d'après ces mêmes experts, ces normes ont été calculées avec des marges de sécurité « tellement importantes qu'on pourrait sans danger pour la population tolérer des fuites dix fois plus importantes ».

Les produits de fission qui se trouvent dans l'eau radioactive de la centrale, strontium 90 et césium 137 notamment, sont, eux, autrement plus dangereux : en cas de contamination, le premier s'accumulerait dans le squelette, tandis que le second s'incorporerait aux tissus musculaires (1). Cette contamination pourrait se faire à travers le sol, en cas d'infiltration d'eaux radioactives. D'où la nécessité de traiter au plus vite l'eau inondant les bâtiments de la centrale de Three Mile Island.

Dans l'esprit des quelque 50 000 habitants des localités entourant la centrale, les choses semblent loin d'être aussi claires. Mais l'accident du 28 mars 1979 et les fuites de krypton 85 n'ont fait, apparemment, que cristalliser des craintes diffuses accumulées en gros depuis la mise en service de la centrale et dues à des faits de la vie quotidienne. Le malaise est encore accentué par la méfiance de la population qui reproche aux autorités d'avoir souvent « menti sur les risques d'acci-

(1) Voir Science et Vie n° 740, page 103.



Docteur Leaser, médecin à Middletown : « Il m'est impossible de me prononcer sur les causes exactes de ces symptômes. Manifestations psychosomatiques, ou suites d'une irradiation ? »

dent » et de « ne pas vouloir regarder les choses en face, par peur des résultats que l'on pourrait trouver ».

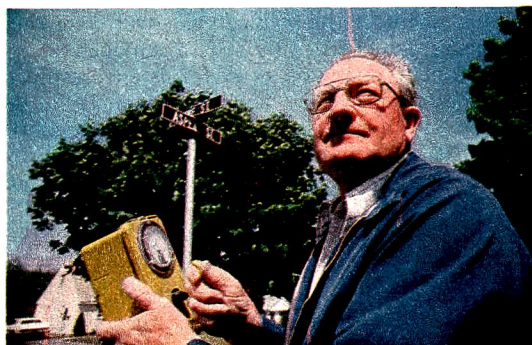
Ainsi le Dr Joseph Leaser, par exemple, se déclare « troublé » : installé à Middletown depuis de nombreuses années, il a constaté qu'un « nombre important de patients présentaient une quantité élevée d'un certain type de globules blancs, les éosinophiles. Ce phénomène se manifeste lors de certaines allergies et de certaines infections parasitaires, mais également lorsqu'il y a contamination radioactive. Mais comme on n'a pas procédé à des études systématiques, on ne saura jamais... ».

Le Dr Robert Weber, vétérinaire de campagne qui pratique dans la région depuis plus de trente-deux ans, est lui aussi perplexe : « Autrefois, dit-il, je faisais une césarienne par an ; maintenant j'en fais une tous les quinze jours. De même, la proportion de bêtes mort-nées est devenue beaucoup plus importante ». Il avait demandé au département de l'Agriculture de faire procéder à des analyses des sols, « mais personne n'a jamais voulu m'entendre », ajoute-t-il.

« Trop peu d'études ont été faites, explique Mary Meredith, responsable du Three Mile Island Ressource Centre. Nous n'avons que les rapports des fermiers, mais ils ne sont pas scientifiques. »

Sur les retombées psychologiques de l'accident, l'étude la plus sérieuse a été effectuée par le département de la Santé de l'État de Pennsylvanie : 33 % des personnes interrogées estiment que le réacteur endommagé constitue une menace sérieuse pour leur famille ; 21 % sont traumatisés par la seule présence de la centrale ; 13 % ont accru, depuis l'accident, leur consommation d'alcool ; 31,9 % celle de tabac ; 22,5 % celle de somnifères et de tranquillisants. Selon le Dr Tokuhata, un des responsables de cette étude, « l'importance du stress n'a pas diminué, plusieurs mois après l'accident ».

Pour tenter de ramener le calme dans les esprits, l'État



Malgré les appareils de mesure installés dans les lieux publics pour rassurer la population sur les niveaux de radioactivité, M. Forsyth, comme de nombreux habitants, a préféré avoir son propre compteur Geiger.

de Pennsylvanie a installé dans les lieux publics des appareils de mesure permettant aux habitants de vérifier à tout moment le niveau de radioactivité ambiant.

Par méfiance, de nombreuses personnes possèdent leur propre compteur Geiger pour effectuer eux-mêmes leurs mesures. En général, il est vrai, les résultats concordent. Bien sûr, tout le monde n'est pas uniformément traumatisé. Il y a aussi ceux qui ont fait contre mauvaise fortune bon cœur, tel ce fermier de Middletown, Ernest Rethford, qui fait « confiance aux spécialistes pour nous tirer de ce mauvais pas ».

Les enfants, eux, semblent avoir déjà intégré l'accident dans leur univers. « Quand on leur a demandé de dessiner une centrale nucléaire, raconte le Dr Robert Coleman, psychologue de l'université de Pennsylvanie, certains ont représenté une tour massive, semblable aux tours de refroidissement, mais ils ont ajouté sur le sommet un drapeau à tête de mort... »



Le marché immobilier, le prix de la terre, le tourisme et l'économie en général sont en chute libre. Seule l'industrie des T-shirts portant des commentaires sur l'accident semble prospérer !

premier travail sera de mesurer l'étendue des dégâts, d'examiner l'état du cœur du réacteur et de parer au plus pressé, c'est-à-dire de vérifier et éventuellement de réparer les appareils et les instruments de mesure qui, n'ayant reçu aucun soin depuis des mois, risquent à tout moment de rendre l'âme. Ensuite, ils recouvriront les murs de revêtements protecteurs, isoleront le fond du bâtiment où se trouvent les millions de litres d'eau radioactive, cela afin de se protéger le mieux possible contre les radiations.

Puis viendra le moment de vidanger cette eau. A l'heure actuelle, les moyens techniques nécessaires à cette opération ne sont pas encore prêts, et ils ne le seront sans doute pas avant la fin de l'année. Un matériel spécial est en cours de fabrication ; il met en œuvre (comme le système EPI-CORE II qui, actuellement, décontamine l'eau qui s'est répandue dans un bâtiment auxiliaire) des résines échangeuses d'ions, capables d'emprisonner les ions radioactifs.

Alors seulement pourra débiter la phase la plus délicate de ce grand nettoyage, celle qui en constitue le but ultime : l'extraction et l'évacuation du cœur du réacteur. Or, sur ce point capital, les techniciens de la N.R.C. ne cachent pas leur inquiétude : « D'abord, explique Bernard J. Snyder, chargé des opérations de Three Mile Island, nous ne savons pas dans quel état se trouve le combustible nucléaire. Nous pensons qu'au moins la moitié du cœur du réacteur est très fortement endommagée, mais nous ne pouvons pas prévoir quel genre de problèmes nous allons rencontrer. Ce qui est sûr, en revanche, c'est qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de matériel capable de manipuler du combustible nucléaire détérioré. Le département de l'Energie et la Metropolitan Edison sont en train d'étudier la question. »

Admettons cependant que cette difficile étape puisse être franchie dans un délai que personne ne se hasarde à évaluer exactement (les estimations varient entre 3 et 10 ans) ; les responsables de la centrale de Three Mile Island n'en seront pas pour autant au bout de leurs peines. En effet cette gigantesque opération de nettoyage produira des tonnes de déchets plus ou moins radioactifs qu'il faudra bien mettre quelque part. « Non seulement il y aura tout le combustible détérioré et inutilisable, toute la tuyauterie et la machinerie contaminées, précise Thomas Gerusky, déjà cité, mais on a calculé que l'ensemble des travaux nécessitera l'utilisation d'un million de combinaisons de protection, d'un million de paires de bottes et de paires de gants qui viendront encore augmenter la masse des résidus dont il faudra se débarrasser. » Or il n'y a aux Etats-Unis que trois sites qui acceptent les déchets radioactifs (encore s'agit-il de déchets de basse activité). Deux d'entre eux ont déjà refusé de recevoir les restes de Three Mile Island, et le troisième, qui se trouve à l'autre extrémité du pays, dans l'Etat de Washington, est plus que réticent. On risque donc de se retrouver

avec un monceau de déchets dont personne ne voudra.

Si parsemé de difficultés et d'embûches qu'il soit, le scénario que nous venons d'envisager représente encore ce qui peut se passer de mieux dans cette dramatique affaire. Car, et les spécialistes ne le dissimulent pas, d'ici à ce que le nettoyage soit complètement achevé, bien des péripéties sont à redouter, dont certaines pourraient tourner à la catastrophe. Supposons, par exemple, que, devant l'opposition de la population, on ne s'était pas décidé à libérer le krypton dans l'atmosphère. Il aurait fallu alors, nous l'avons vu, reporter de plusieurs mois le début des opérations de décontamination. Or cet ajournement aurait pu avoir des conséquences fâcheuses. Comme on ne connaît absolument pas l'état dans lequel se trouvent les appareils placés dans l'enceinte du réacteur, on est à la merci d'une panne subite. « Les ventilateurs, par exemple, expliquait Bernard Snyder avant la décision de la N.R.C. Ils refroidissent le bâtiment et y maintiennent une pression négative, évitant ainsi toute fuite de krypton vers l'extérieur. Ils fonctionnent en permanence depuis l'accident. Or, non seulement ils n'ont jamais pu être vérifiés, mais, en plus, ils n'ont pas été conçus pour tourner plus de 3 ou 4 jours dans une atmosphère fortement humide, comme celle qui règne à l'intérieur du bâtiment. S'ils venaient à tomber en panne et si, ce jour-là, il faisait particulièrement chaud, il est à peu près certain que du krypton parviendrait à s'échapper. » Toutefois, se voulant tout à coup rassurant, Bernard Snyder ajoutait : « En fait, ces fuites seraient faibles et ne représenteraient pas un réel danger. »

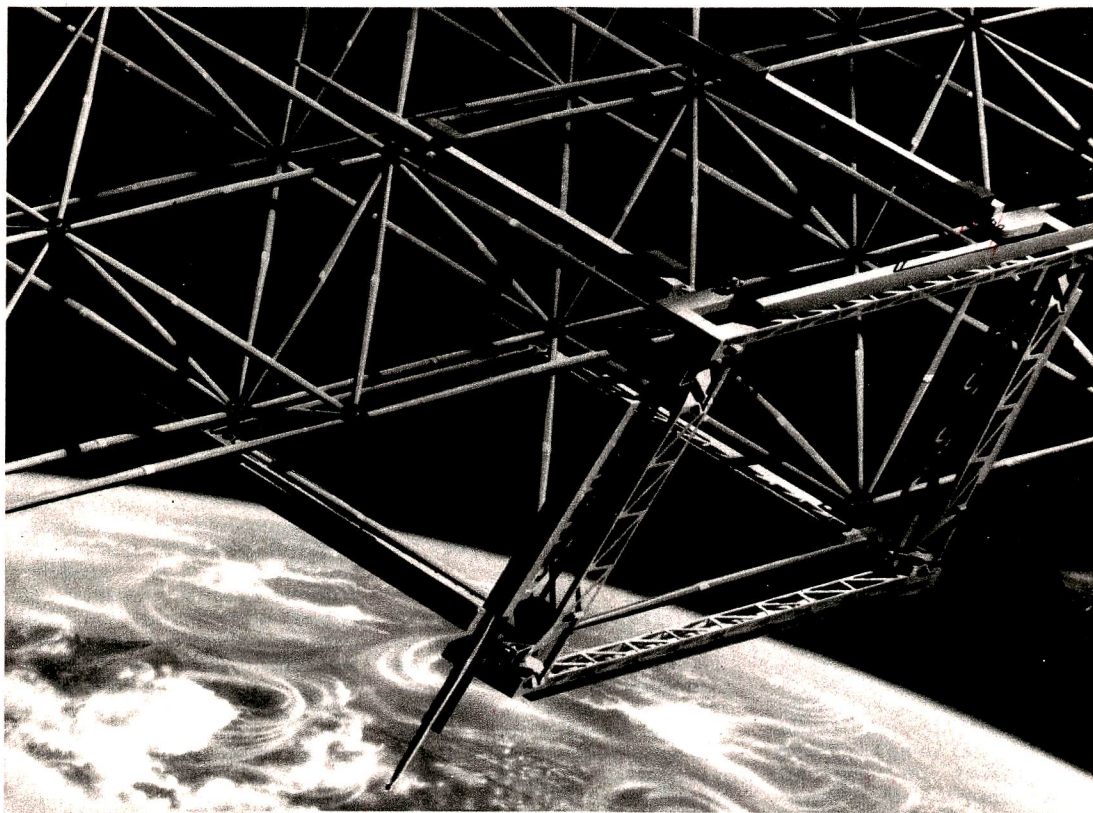
C'est loin d'être l'opinion du Three Mile Island Resource Center, un organisme qui vient de se constituer et qui regroupe douze associations locales de citoyens. Le krypton 85, rappelle cet organisme, est 5 fois plus dense que l'air et, à moins d'être dispersé par des vents violents, il a tendance à stagner dans les zones basses. Les personnes qui en inhalent courent un risque accru de contracter un cancer du poumon ou des organes entourés de tissus adipeux (cancer du sein, de l'utérus, etc.). Elles sont également plus exposées que la moyenne de la population à avoir des enfants atteints de malformations génétiques. Toutefois, pour les responsables de la N.R.C., le krypton 85 évacué dans l'atmosphère avait été auparavant suffisamment dilué pour ne pas être dangereux (voir encadré).

Un autre groupe d'appareils inquiète les spécialistes ; il s'agit des compteurs de neutrons, qui surveillent la quantité de neutrons émis par le combustible nucléaire. « Actuellement, expose Thomas Gerusky, un seul des huit appareils fonctionne encore, mais, s'il venait à tomber en panne, il serait désormais impossible de contrôler le comportement du cœur du réacteur. On a bien ajouté de grandes quantités de bore à l'eau du circuit primaire afin d'absorber les neutrons, mais

(suite du texte page 157)

RECHERCHE

ESPACE



UNE PLATE-FORME EN ORBITE A CONSTRUIRE EN DEUX JOURS

Ce dessin ne représente qu'un détail du système d'assemblage automatique qui permettrait de construire en deux jours une plate-forme spatiale. Une plate-forme qui, précisons-le, serait de la taille de trois terrains de football !

Il existe déjà des dizaines de projets de ce genre, mais celui-ci, actuellement sous étude de fiabilité, de Lockheed Missiles & Space Company, sous contrat avec le Centre Langley de recherches de la NASA, semble être le plus astucieux.

Une machine, que l'on distingue

ci-dessus et qui ressemble un peu à une règle d'assemblage, se déplacerait de façon linéaire, installant des colonnes et emboîtant les articulations tout au long de l'installation. Les demi-colonnes coniques, que l'on distingue également dans ce dessin, et qui forment les longerons, seraient chargées sur les poutrelles de l'assembleuse, avant d'être jointes, deux par deux et par leurs bases. Ces bases s'emboîteraient simplement. Les sommets de ces longerons seraient fixés dans des modules octaédriques unissant chacun huit longerons, en s'inspirant apparem-

ment du système d'assemblage de Buckminster Fuller.

L'assembleuse et les éléments seraient expédiés dans l'espace dans le compartiment cargo d'une navette spatiale. 5 000 colonnes pourraient être ainsi livrées à chaque voyage. Parvenu à destination un lundi, par exemple, le tout serait prêt le mercredi. Lockheed a également fabriqué à titre d'essai un certain nombre de ces colonnes, qui sont actuellement à l'étude à Langley, pour vérifier leurs caractéristiques, rigidité, point de fracture, etc.

NOUVEAUX MÉDICAMENTS DE POINTE

Plusieurs médicaments « de pointe » viennent d'être mis à l'essai dans divers laboratoires du monde.

● A Rome, à Turin et à Londres, des équipes de médecins viennent de vérifier les effets de l'acide azélaïque sur une forme grave du cancer de la peau, le mélanome malin. Les tests préliminaires, qui ont abouti à une réparation appréciable des lésions, réduction de l'étendue, du volume et de la pigmentation des tumeurs, dégénérescence des cellules cancéreuses, restauration des fonctions de l'épiderme normal, réapparition de la couche papillaire, des unités pilo-sébacées et des glandes sudoripares indiquent une action cytotoxique de l'acide azélaïque. Celui-ci n'est pas commercialisé. Les auteurs sont MM. Nazzaro-Porro, Zina, Breathnach, Passi, Bernengo et Gallagher, respectivement de l'Istituto Dermatologico San Gallicano, de la Clinica Dermatologica dell'Università de Turin, du St. Mary's Hospital Medical School de Londres et de l'Istituto dell'Orto Botanico de l'université de Rome.

● A San Diego, en Californie, un nouveau groupe de drogues, les 6-phényl-pyrimidines, ont indiqué, aux essais, une capacité de renforcement des défenses immunitaires de l'organisme contre les cellules cancéreuses. Certaines de ces drogues stimulerait la production naturelle d'interféron par l'organisme, d'autres non. Les 6-phényl-pyrimidines ne sont pas commercialisées. Les informations nous ont été communiquées par les laboratoires Upjohn.

● A Washington, des chimistes de la Pennsylvania State University ont annoncé la synthèse d'un agent anti-cancéreux, la streptonigrine, qui avait été isolé pour la première fois il y a 20 ans, à partir de bactéries du sol. La streptonigrine naturelle est toxique pour l'organisme, mais sa synthèse permettrait justement d'en éliminer une partie des composantes toxiques qui la rendent difficile à supporter.

● A Washington encore, des médecins britanniques réunis sous l'égide de l'American Lung Association ont annoncé des résultats prometteurs obtenus sur

des tuberculeux à l'aide d'un médicament déjà commercialisé, la pyrazinamide, qui donnerait des résultats nettement supérieurs à ceux de l'isoniazide et de la rifampicine, qui étaient déjà très appréciables. Auteurs : MM. A.R. Sommer, J.H. Angel, et K.M. Citron, du North Tyneside Area Health Authority de Grande-Bretagne.

Parallèlement, l'on précise certains aspects de l'efficacité et du mode d'action de l'interféron, en dépit de la difficulté qu'il y a actuellement à bien évaluer les deux, du fait de la rareté de l'interféron. Le Dr Elliott F. Osserman, du collège des médecins et chirurgiens de l'université Columbia à New York, a fait part de sa déception dans le traitement du myélome par l'interféron : quatre résultats favorables (régression de la maladie) sur 14 malades, alors que la chimiothérapie classique aurait donné 11 résultats favorables. D'autres chercheurs déclarent que l'efficacité de l'interféron ne semble pas être la même sur tous les types de tumeurs.

Il est vrai qu'en plus des difficultés d'expérimentation et d'essais cliniques, l'on est loin de tout savoir sur les modes de production et d'action de l'interféron sur les tumeurs. L'interféron, qui semble être ce que l'on appela « chalone » il y a une quinzaine d'années, aurait des effets tels que la stimulation de production de prostaglandines, et surtout il empêcherait les cellules cancéreuses de migrer vers d'autres parties de l'organisme, selon Danièle Brouty-Boyé et Bruce R. Zetter, de la faculté de médecine de l'université Harvard. Il se pourrait donc que ce ne soit pas tant un anti-mitotique, c'est-à-dire un anti-cancéreux spécifique, qu'un agent bloquant, qui localiserait la tumeur dans un point donné et permettrait donc la concentration des défenses immunitaires contre ce point. S'il stimule par ailleurs la production de prostaglandines, il exercerait alors une action anti-cancéreuse indirecte, puisque ces composés inhibent les croissances des cellules, cancéreuses

aussi bien que normales, et qu'elles stimulent à leur tour les mécanismes immunitaires. L'efficacité de l'interféron serait donc la plus grande quand cette substance peut immobiliser les cellules cancéreuses, ce qui n'est sans doute pas le cas pour tous les cancers.

INFORMATION

INTERDICTION DE PARLER DES MÉDICAMENTS ?

Théoriquement, notre article sur l'interféron du n° 750 tombait sous le coup du décret du 24 août 1976 qui stipule que « doit être considérée comme publicité toute publication de nature à inciter l'achat d'un médicament dont les mérites sont vantés, même si cette publication n'émane pas du fabricant et n'est pas payée par lui », et que « seule la publication d'une mise en garde contre les dangers ou l'inefficacité d'un produit » échappe à cette disposition. En termes plus simples, on peut dire du mal d'un produit pharmaceutique, mais non du bien, ce qui est une manière particulière de concevoir l'information. Le Conseil d'Etat se prononça défavorablement à ce sujet, le 15 mars dernier, mais le décret demeure et il a fait l'objet d'une réunion récente, organisée par l'Association recherche et santé.

A l'origine de ce décret, qui ne représente ni plus ni moins qu'une censure, il semble qu'il y ait la volonté de limiter l'influence des grands laboratoires pharmaceutiques sur la presse spécialisée en particulier, et le désir de corriger certains accords tacites entre publicité et information. Il n'en demeure pas moins que cette législation n'est pas de nature à servir les intérêts du public, puisqu'il n'est plus possible de dire : « En cas de telle affection, prenez tel médicament plutôt que tel autre ». On peut donc souhaiter qu'elle soit prochainement modifiée.

COMMENT L'ASTRONOMIE ÉVOLUA EN ÉGYPTE ANCIENNE

Le 6 janvier, lors de la réunion de l'American Association for the Advancement of Science, la célèbre AAAS, le Dr Ed. Krupp, directeur de l'observatoire Griffith, à Los Angeles, a fait part de travaux récents sur l'astronomie égyptienne. Ces travaux confirment l'avance remarquable des Égyptiens dans ce domaine, ainsi que l'intelligence du choix de Jules César, lorsqu'il décida de réformer le calendrier romain : c'est, en effet, à l'Égyptien Sosigène, qu'il confia cette tâche. Or, à quelques variantes près, c'est le calendrier qui nous sert aujourd'hui dans le monde entier.

Il y eut deux grandes étapes dans l'organisation du temps selon les mouvements des étoiles. Dans un premier temps, ayant divisé le ciel en 36 décans, dont 18 correspondaient aux heures nocturnes, les Égyptiens eurent des nuits de 18 « heures ». Puis, vers le Moyen Empire, ils corrigèrent cette division du temps en se fondant sur les décans qui apparaissaient dans le ciel lors de la nuit du solstice d'été. Ce sont seulement 12 décans qui restaient dans le ciel cette nuit-là, et c'est depuis lors que le cycle de la nuit et du jour fut divisé en deux fois 12 heures. Cette division donna lieu à un modèle d'interprétation du ciel qui est assez complexe. C'est ainsi que les Égyptiens notèrent que l'étoile qui s'est levée à la 12^e heure de la nuit, c'est-à-dire juste avant le jour, se leva 10 jours plus tard à la 11^e heure. A chaque décade suivante, elle se leva une heure plus tôt. Et c'est ce qui permit aux Égyptiens d'établir une carte du ciel et un calendrier astronomique assez précis.

Le Dr Krupp confirme également, en se fondant sur les travaux de l'égyptologue Alexandre Badawy, de l'université de Californie à Los Angeles, et sur ceux de l'astronome Virginia Trimble, que les « mystérieux » couloirs de la Grande Pyramide ne sont pas du tout mystérieux : c'étaient bien des points d'observation du ciel. La cheminée de la face nord, que l'on prit longtemps pour un conduit d'aération, est, en fait, destinée à observer Thuban au zénith de son arc circumpolaire, ou du moins l'était à l'époque de la construction de la Grande Pyramide. Ce n'est pas que les Égyptiens fussent particulièrement attachés à Thuban, c'est qu'ils observaient, au-delà de Thuban, la montée de l'âme du pharaon dans le ciel.

De même, la cheminée sud était destinée à observer le voyage du pharaon vers la constellation d'Orion, c'est-à-dire l'incarnation d'Osiris.

Etroitement liée à la religion égyptienne, l'astronomie de l'époque pharaonique n'en réalisa pas moins des progrès remarquables, à la fois à cause de et en dépit de son contenu religieux. Dans l'effort continu vers une structuration plus précise des rites, les Égyptiens en vinrent à combiner des mesures de plus en plus précises du ciel et du temps.

ENTOMOLOGIE

POURQUOI LES PAPILLONS FEMELLES SE DÉGUISENT PLUS QUE LES MÂLES...

Il est connu que certains papillons déjouent leurs prédateurs en imitant les dessins et couleurs de papillons toxiques. C'est le mimétisme. Toutefois, on ne savait pas, jusque récemment, pourquoi ce sont plus souvent les femelles que les mâles qui recourent à ce camouflage ; le Dr R.G. Turner, de l'université de New York, vient de l'expliquer.

C'est à l'identification olfactive et non visuelle que les papillons mâles recourent pour trouver les femelles. Toutefois, si deux mâles sont en compétition, c'est le mâle non camouflé qui aura l'avantage auprès de la femelle sur le mâle camouflé. Car la femelle, elle, ne semble pas recourir à l'olfaction pour identifier le mâle de son espèce, mais à la vue.

Donc, pour conserver toutes leurs chances de reproduction, les mâles ont avantage à rester tels qu'ils sont, tandis que les femelles, elles, peuvent changer d'atours autant qu'elles voudront.

Modestement, Turner avoue qu'il a trouvé l'idée dans un auteur d'il y a 105 ans, Thomas Belt ; il n'a fait que la vérifier.

DERMATOLOGIE

UN BON PRODUIT CONTRE LES DÉMANGEAISONS, LA THALIDOMIDE

Il eût semblé qu'aucun médecin sérieux n'oserait plus même prononcer le nom de la thalidomide, ce tranquillisant qui a causé tant de ravages sur les enfants de femmes qui en avaient pris pendant la grossesse. Et pourtant, selon un récent rapport de l'American Medical Association, la thalidomide est très efficace contre une affection dermatologique gênante, le prurigo nodulaire, qui provoque la formation de sortes de nodules où siègent de fortes démangeaisons. Au bout de trois mois d'administration de thalidomide, rapporte un médecin américain, cette maladie rebelle a disparu.

Le même rapport rappelle que, sauf pour des femmes enceintes, la thalidomide ne présente pas de danger et que tous les essais de suicide à cette drogue ont abouti à des échecs. Il n'y a pas non plus d'effets secondaires.

ERRATUM

Les difficultés particulières qui ont prévalu lors de l'impression de notre dernier numéro nous ont empêché de rectifier un chiffre erroné dans l'illustration de notre article « Ascenseur pour le cosmos » : c'est ainsi que le diamètre maximal du câble est de l'ordre de 10 à 20 m, et non « 2 000 km », bien évidemment. Nous espérons que nos lecteurs auront rectifié d'eux-mêmes et nous les prions de bien vouloir nous excuser. □

ENQUÊTES BIBLIQUES

En dépit de la quantité minime de matériau requis, soit quelques fils et deux petits échantillons, le Vatican s'est opposé à l'étude du Saint-Suaire de Turin au carbone 14. Parallèlement, M. J.-J. Walter, l'écrivain scientifique, dont nous avons déjà présenté à nos lecteurs le récent ouvrage « les Planètes pen-santes », vient d'organiser une commission d'étude scientifique de deux vestiges d'origine bibli-que supposée, dont la couronne d'épines, actuellement à la Sainte-Chapelle à Paris. Cette commission comprend des chercheurs du CNRS.

MEDECINE

LES DANGERS DU JOGGING

C'est fait, le jogging a pris en France, comme on peut s'en rendre compte en se promenant dans nos bois et parcs. Alors, autant faire bénéficier ses nouveaux adeptes de l'expérience de leurs aînés américains, en ce qui touche aux dangers de ce sport.

A l'extrême, c'est-à-dire pratiqué au-delà des limites de l'endurance, ce qui n'est pas rare, il peut, selon un récent article du journal de l'American Medical Association, déclencher des diarrhées sévères et des urines sanglantes, ainsi que la production de catarrhes noirs. Signalons que ces symptômes sont réversibles.

Mais le jogging peut également déclencher des fractures osseuses par stress du fémur, du tibia, du calcanéum. Une tension trop forte imposée, en effet, aux os du squelette, même sans traumatisme, peut suffire à déclencher une fracture.

Enfin, s'ils souffrent de pieds sensibles, il leur est recommandé de ne pas appliquer de dissolution de caoutchouc sur les ampoules comme le font leurs émules américains, l'usage fréquent de ce pansement peu orthodoxe pouvant entraîner de l'anémie...

POLLUTION

LES MÉTAUX A NE PAS MANGER

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement vient de publier de nouvelles normes acceptables pour la concentration de certains métaux dans l'eau et les aliments. Les voici résumées :

Métal	Dose admise	Effets
Mercure	0,2 µg/l	Troubles neurologiques et dangers tératogéniques, comme le montre l'affaire de la baie de Minamata. Pas d'effets cancérigènes vérifiés ; toutefois, on a décelé une corrélation entre les taux sanguins de méthylmercure et les anomalies chromosomiques chez les grands mangeurs de poisson en Suède. Source : poissons et crustacés contaminés.
Cuivre	1 mg/l	Goût métallique dans la bouche, nausées et vomissements, douleurs d'estomac, diarrhée dans un premier stade. Dans un stade ultérieur, jaunisse, hémolyse (destruction des globules rouges), hémoglobinurie, hématurie et oligurie. On soupçonne que le cuivre peut accroître le potentiel mutagénique de certaines substances. Source : tuyauteries érodées.
Zinc	5 mg/l	De trop fortes quantités peuvent causer une carence en cuivre, pourtant utile à certaines doses, ce qui aboutirait à de l'anémie. Mais de très fortes doses peuvent léser les poumons et même provoquer la mort.
Cadmium	10 µg/l	Aberrations chromosomiques pulmonaires, emphysème, troubles rénaux. Association possible avec le cancer de la prostate. Carences en calcium, en zinc, en protéines, en vitamines C et D. Source : tabac.
Plomb	50 µg/l	Lassitude, apathie, irritabilité, maux de tête, perte de mémoire, délire, coma et mort, signes de l'encéphalopathie saturnique. Dangers tératogéniques, particulièrement pour le cerveau du fœtus. Altération des fonctions hépatique et thyroïdienne, colique intestinale et dommages réversibles des reins. Source : rejets de combustion d'essences, tuyauterie de plomb, peintures au plomb, porcelaines décorées.
Aluminium		C'est nous qui l'ajoutons, à la lumière de travaux récents sur la responsabilité probable de l'aluminium dans le déclenchement de la démence sénile. Source : matériel de cuisine mal entretenu.

L'INTOXICATION PAR L'ALUMINIUM CAUSE POSSIBLE DE SÉNILITÉ

Il existe des termes courtois pour un certain nombre d'affections et de dégénérescences. C'est ainsi que la démence sénile, ou gâtisme, altération des fonctions cérébrales, est appelée « maladie d'Alzheimer » quand elle se produit avant l'âge présumé normal, encore qu'il n'y ait aucune donnée contraire à un fonctionnement satisfaisant du cerveau jusqu'à l'âge le plus avancé.

Deux médecins américains, qui ont étudié des prélèvements cérébraux de personnes décédées alors qu'elles souffraient de cette altération, et qui ont pour cela fait appel à des méthodes d'analyse aussi fines que la spectrométrie par absorption atomique pour l'analyse des cendres, et le scanner combiné à la spectrométrie aux rayons X pour la localisation et l'identification des tissus biologiques, viennent de découvrir des taux extrêmement élevés d'aluminium dans certains neurones. Cette concentration serait responsable de la dégénérescence de neurofibrilles cérébraux. L'explication

est d'autant plus solide que les cerveaux de personnes du même groupe d'âge ne souffrant pas de la maladie d'Alzheimer ne contenaient pas de tels taux d'aluminium.

Ce n'est pas la première fois que la responsabilité de l'aluminium est citée dans des affections des tissus nerveux. Déjà en 1973, d'autres chercheurs avaient détecté des taux anormaux d'aluminium dans des cerveaux de personnes atteintes de sénilité précoce. Ce qui est neuf, c'est la technique d'analyse utilisée par les médecins que nous venons de citer (Daniel P. Perl, de l'université du

Vermont, et Arnold Brody, du Research Triangle Park de Caroline du Nord). On avait également constaté des cas d'altération cérébrale chez les personnes soumises à des hémodialyses à long terme, peut-être par la faute des appareils eux-mêmes. Toutefois, dans ce dernier cas, les encéphalopathies constatées n'impliquaient pas de dégénérescence neurofibrillaire, bien que les taux d'aluminium fussent 12 fois supérieurs à la moyenne, qui est de 2 milliardièmes de gramme par gramme. Il semble donc que, bien que responsable d'une manière ou de l'autre des troubles cérébraux associés à la démence sénile, l'aluminium agisse de manières différentes sur les tissus nerveux.

L'aluminium n'a pas de fonction biologique connue et n'est pas nécessaire au métabolisme. On considère généralement que son origine principale serait de source alimentaire, c'est-à-dire qu'il proviendrait d'ustensiles de cuisine mal entretenus.

ARCHEOLOGIE

QUAND LE RADAR EXPLIQUE L'AGRICULTURE MAYA



Ces dessins blancs sur fond sombre constituent la clef d'une grande énigme archéologique. Ils représentent les canaux d'irrigation utilisés par les Mayas entre le III^e et le X^e siècle de notre ère, dans Belize, en Amérique centrale. Ils ont été récemment découverts par un nouveau type de radar, le SAR (pour Synthetic Aperture Radar) développé par la NASA et des instituts militaires américains. Le SAR peut prendre des images à travers les nuages et il offre un plus grand pouvoir de résolution par rapport à la taille de l'antenne que les autres systèmes utilisés jusqu'ici.

On connaissait assez bien la civilisation maya, ses systèmes de gouvernement et son développement scientifique. Mais personne n'avait encore établi comment les Mayas parvenaient à nourrir les deux à trois millions d'individus que comprenait leur nation, dans une région aussi difficilement cultivable que la jungle. On le sait donc : ils utilisaient pour leur agriculture les terres basses et marécageuses du Belize et du Guatemala.

Des vérifications au sol ont confirmé l'existence de canaux

d'irrigation dans ces territoires. Les canaux sont profonds d'un demi-mètre et larges d'un à trois mètres. Ils étaient creusés avec des haches et des pioches et ils drainaient l'eau des régions inondées de la jungle vers les terres basses.

C'est là la première indication de la pratique d'une agriculture intensive par les Mayas, ce qui incite les archéologues à supposer que ces ancêtres des Mexicains actuels pratiquaient également des rotations de cultures. C'est dans ces terres irriguées qu'ils cultivaient tantôt

le maïs, tantôt le cacao. Et cela jette une lumière nouvelle sur l'économie maya : c'est en échangeant une partie de leurs récoltes de cacao, sans doute, que les Mayas obtenaient une marchandise d'échange utilisable dans leurs rapports commerciaux avec les peuples voisins, qui leur cédaient alors de l'obsidienne, pour faire des outils, et du sel.

Le document que voici représente une zone de quelque 80 000 km² ; il a été pris à une altitude de quelque 9 000 m.

QUE FONT DONC LES SOVIÉTIQUES DANS LA PRESQU'ÎLE DE KOLA?

Les géologues soviétiques viennent de réaliser un assez bel exploit : le forage du puits le plus profond du monde, 10 000 m, et qui plus est, dans les roches les plus dures de la planète, des roches-mères de granit et de gneiss. Ces roches, qui constituent ce que l'on appelle le bouclier cristallin de la presqu'île de Kola, sont les plus anciennes de l'histoire du globe ; ce sont les mêmes que l'on trouve à 25 km de profondeur. D'où, apparemment, l'intérêt des géologues soviétiques.

Ce qui est plus troublant, ce sont les résultats de ce sondage : à une profondeur d'environ 7 km, selon Vladimir Bielessouov, membre correspondant de l'Académie des sciences de l'U.R.S.S., là où se trouve théoriquement la frontière entre les granits et les basaltes, le trépan s'est enfoncé dans des massifs de granit condensé qui représenteraient des couches de roches magmatiques recristallisées. Ce qui indique des mouvements considérables entraînant des pressions également considérables, dont l'époque reste à déterminer.

Des couches que l'on considérerait comme refroidies, du point de vue géochimique, se sont révélées vivantes : des solutions aqueuses et des gaz remplissant les failles ont été découverts à 7 ou 8 km, dans des couches dont la température atteignait 150°C. On a trouvé là de grandes quantités de gaz carbonique, d'hélium et d'hydrocarbures.

Troisième surprise : des vestiges d'organismes vivants ont été retrouvés dans des roches âgées de 2 milliards d'années. Nous ne disposons pas de précisions sur la nature de ces vestiges. La surprise vient du fait que ces organismes, qui avaient sans doute vécu à l'air libre ou, en tous cas, très près de la surface, se sont trouvés par la suite enfouis à de si grandes profondeurs. Cela suppose des bouleversements tectoniques formidables.

Les Soviétiques poursuivent actuellement le forage d'un autre puits ultra-profond, en Azerbaïdjan. Il est certain que l'intérêt scientifique intrinsèque de ces deux puits est immense ; il n'est pas moins probable que ces efforts puissent présenter des retombées utiles, dont la reconnaissance de gisements pétroliers ultra-profonds.

On comprendra d'autant mieux l'intérêt des Soviétiques pour les secrets du globe terrestre que la théorie, admise jusqu'ici, selon laquelle le noyau terres-

tre serait formé de fer-nickel en fusion, est actuellement remise en question. Les géologues de la Carnegie Institution de Washington, en effet, estiment que ce noyau est plus probablement composé d'un mélange de fer et d'un élément plus léger, oxygène ou soufre, par exemple, comprimé jusqu'à la densité métallique. Des expériences réalisées en laboratoire ont, en effet, indiqué qu'à de très fortes pressions et dans de très fortes températures, telles que celles qui règnent au-dessous de la croûte terrestre, le fer se sépare de la couche de roches siliceuses qui forme le manteau ; c'est alors qu'il tombe vers le centre du globe pour former le noyau actuel. On sait au moins que les pressions qui règnent dans le noyau terrestre sont de l'ordre de 3,5 millions d'atmosphères. Rien de changé, donc, en ce qui concerne la présence de fer dans le noyau. En revanche, l'étude de la propagation des ondes sismiques à travers le noyau terrestre donne sérieusement à penser qu'un noyau de fer pur ou de nickel-fer serait trop dense, aux pressions indiquées plus haut, pour correspondre avec les données disponibles. Il semble plutôt que le fer soit mélangé à un matériau plus léger. Outre le soufre et l'oxygène, on envisage également la possibilité d'un mélange de fer et de méthane, ou encore de fer et d'hydrogène. Les Drs Peter M. Bell et Ho-Kwang Mao, de la Carnegie Institution, estiment aussi à ce propos, que les noyaux des planètes telles que Jupiter et Saturne sont probablement constitués de gaz solidifiés.

Ce nouveau modèle donne à penser que la migration du fer du manteau vers le noyau se poursuit à l'heure actuelle. Constitué essentiellement d'oxydes de magnésium, de fer et de silice, le manteau s'appauvrirait en fer de manière continue. L'expérience le prouve : sous un marteau-pilon de diamant, capable de développer une

pression égale de moitié à celle du centre de la Terre, soit 1,7 million d'atmosphères, des cristaux de perovskite (oxydes de fer et de magnésium combinés avec du dioxyde de silice) et de magnésio-wüstite (oxydes de magnésium et de fer) et qui existent combinés à l'état naturel, ont montré une migration du fer vers le bas et du magnésium vers le haut. Ce qui fait que la magnésio-wüstite, composée alors essentiellement d'oxyde de fer, devient si lourde qu'elle sombre vers le noyau. Quant à la composition du manteau, on la connaît grâce à un « cadeau » de la nature : un nodule expédié au Lesotho, en Afrique australe, d'une profondeur de plus de 200 km, à travers une cheminée de kimberlite. D'habitude, ces cheminées crachent des diamants ; là, ce fut un diamant d'information !

ANTHROPOLOGIE

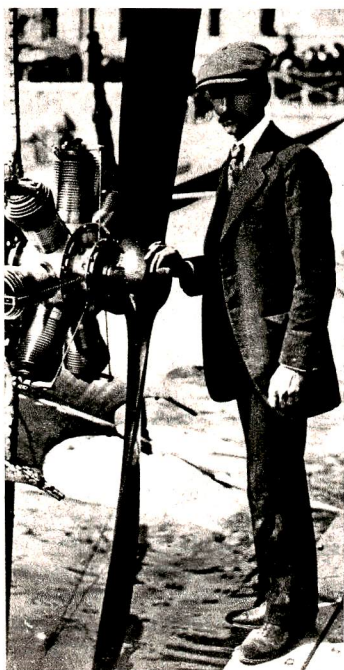
LE GIGANTO-PITHÈQUE SERAIT-IL CHEVELU?...

Le primate, hominien ou pré-hominien, nul ne sait encore ce qu'il serait, dont une mission soviétique a réussi à relever l'empreinte de pied dans le Pamir (voir S. et V. n° 748) il y a quelques mois et dont la recherche va faire l'objet d'une nouvelle expédition, est-il chevelu ou pas ? Dans un site qui aurait été habité par cette créature, rapporte un numéro récent de la revue *Etudes soviétiques*, on a retrouvé des « cheveux » mesurant jusqu'à 25 cm de long. Sont-ce bien des cheveux ? Ou bien des poils particulièrement longs ? Car si c'étaient des cheveux, cette créature pourrait bien être un hominien, les singes n'ayant pas de « cheveux » au sens propre de ce mot.

LE PREMIER HYDRAVION A EU 70 ANS



On a récemment célébré au musée de l'Air et de l'Espace un bel anniversaire : celui du premier décollage du premier hydravion, le 28 mars 1910.



C'était sur l'étang de Berre. Le constructeur et pilote à la fois était présent à la cérémonie : un vigoureux monsieur de 98 ans nommé Henri Fabre, dont la passion pour l'aviation avait commencé à... trois ans, quand ses parents lui offrirent un petit hélicoptère en papier de Dandrieux. L'année du décollage, l'Ecole d'aéronautique n'existait que depuis un an. On comprend donc qu'Henri Fabre décolla sans brevet.

Ce n'était pas un fou, loin de là, mais un ingénieur de l'Ecole supérieure d'électricité. Et un assez bon mécanicien : n'ayant qu'une confiance relative dans ses capacités à manœuvrer les gouvernes une fois qu'il serait en l'air, il installa un système de sandows, qui maintenant ces gouvernes en position d'équilibre, de sorte que, même sans être tenues, celles-ci permirent à l'avion de voler seul ; en quelque sorte, du pilotage automatique. Décollage, montée, palier et descente se faisaient dans la même assiette, toujours

en ouvrant plus ou moins les gaz ! Pas de virage pour commencer...

Quant à l'appareil, que l'on voit ci-dessus, c'était un « canard », avec empennage à l'avant, propulsé par un moteur Gnôme rotatif de 50 ch, reposant sur trois flotteurs à surface plane, en dessous, conçus par Fabre évidemment.

L'appareil se cassa plus tard, Fabre ayant eu l'imprudence de jeter un coup d'œil au-dessous de lui, lors d'une démonstration destinée à convaincre un pilote d'essais. L'émotion mena le pilote à réduire brutalement. L'aventure se termina par un bain forcé. Dès lors, et en dépit d'autres déconvenues, Fabre fabriqua des hydravions jusqu'à la fin de la Grande Guerre.

Puis, n'ayant pas la vocation industrielle, se consacra à sa passion de l'aviation sous une forme désintéressée. On le voit encore suivre d'un œil vif les rassemblements d'amateurs de deltaplane...

Un projet fou : le renflouage du « Titanic »

Deux sociétés commerciales envisagent sérieusement de commencer ces jours-ci le repérage, puis le renflouage de l'épave du Titanic, le paquebot dont le naufrage continue à faire sensation 68 ans plus tard. Robert Sténuit, spécialiste de la récupération des épaves sous-marines, expose et commente l'infrastructure technique du projet ; elle est certes... titanesque. Mais elle aurait au moins le mérite d'être techniquement fructueuse.

■ L'été que voici verra peut-être la réalisation d'une entreprise à laquelle personne n'accorderait plus beaucoup de crédit : le renflouage du *Titanic*, le gigantesque paquebot (45 000 t) qui sombra dans l'Atlantique Nord dans la nuit du 14 au 15 avril 1912, à la suite de son éventration par un iceberg.

Qu'en est-il de l'aspect technique d'une telle entreprise ? Et d'abord, pourquoi la tenterait-on, la valeur marchande de l'épave étant plus que douteuse ? On peut répondre d'emblée à cette dernière question : l'opération ne serait justifiée que par l'exploitation du caractère légendaire du naufrage. Car celui-ci occupe une place de choix dans l'histoire des catastrophes, et le temps n'en a guère pâli l'horreur ; il aurait plutôt enluminé les vignettes de la légende, telle celle du capitaine à barbe blanche cramponné à sa passerelle et coulant avec le navire, ou celle de l'orchestre jouant pour des milliardaires héroïques « Plus près de toi mon Dieu », en attendant que les flots envahissent les salons et l'âme des violons. Et par sa taille (le plus grand paquebot de l'époque) et par le nombre de disparus (1 600), le *Titanic* continue, aujourd'hui encore, de titiller l'imagination des foules. A preuve : le film qu'on en tourne actuellement, avec une maquette qui, à elle seule, a coûté le cinquième du prix total original du *Titanic* : 5 millions de dollars, soit quelque 20 millions de francs. Ce serait la vente du documentaire qui couvrirait les frais de l'opération.

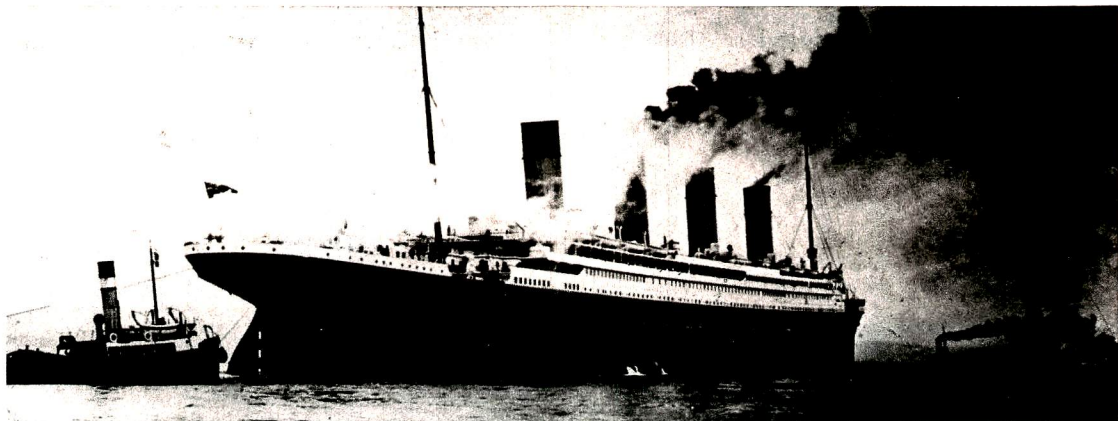
En 1978, les productions Walt Disney avaient songé au film et la très respectée National Geographic Society de Washington collabora

aux études préliminaires des dossiers de la production sous l'angle de la photo et de l'éclairage, cependant qu'Alcoa, un des géants de l'aluminium, étudiait la réalisation des supports de caméras sous-marines. Mais après avoir investi 50 000 dollars dans ces études, les associés abandonnèrent apparemment le projet, qu'ont repris ces derniers mois deux groupes concurrents, l'un britannique et l'autre américain. Thème : la réalisation d'un film sur le renflouage de l'épave. Rien de moins.

Le groupe britannique, la *Seawise and Titanic Salvage*, est animé par deux hommes d'affaires londoniens, Philip Slade et Clive Ramsay. En attendant de trouver le million de livres sterling (environ 1 milliard de centimes) nécessaire au démarrage de l'entreprise, MM. Slade et Ramsay ont retenu les services de deux experts : Derek Berwin, un photographe sous-marin, et le cdt. John Grattan. Grattan a suivi l'entraînement des scaphandriers de la Royal Navy « au temps où les gentlemen ne plongeaient pas ». Devenu spécialiste des techniques de plongée profonde aux mélanges gazeux, puis chargé de différents projets de récupération et de sauvetage, il commanda le *H.M.S. Reclaim* de la marine britannique, conçu uniquement pour la plongée profonde et le sauvetage d'épaves et engins perdus. A ce titre, Grattan était l'un des premiers experts du monde lorsqu'il choisit de prendre sa retraite. Il est actuellement le conseiller technique de différentes compagnies pétrolières et de fabricants d'équipements de plongée très perfectionnés, il peut enfin de se consacrer à sa vraie passion : la recherche d'épaves anciennes.

Sur le naufrage, la seule source d'information digne de foi est, selon Grattan, le rapport de la commission d'enquête que présida Lord Mersey, quelques semaines après le désastre. Grattan a décortiqué chaque phrase de cet épais document établi exclusivement d'après les déclarations des survivants et des sauveteurs, dont une seule copie existe aujourd'hui, dit-il, conservée à la Bibliothèque de l'Amirauté. Il a fait également le tour des fabricants européens et américains de matériel de détection et d'engins de travail télégués. Il en a conclu, comme il l'expliquait

Grimm, d'Abilene. La société affrètera le navire de recherche *HJW Fay*, basé à Fort Lauderdale, en Floride, pour les mois de juillet et août 1980. Elle a chargé le Dr William B. F. Ryan, du Geological Observatory Lamont-Doherty de l'université Columbia (dans l'Etat de New York), de fournir le soutien exclusif, technique et d'ingénierie nécessaire. En clair, d'adapter les équipements de localisation existants à la profondeur de la mission envisagée. L'observatoire de géologie Lamont-Doherty est un institut de recherche et d'enseignement océanographique



Le 10 avril 1912 : voyage inaugural. Le *Titanic* quitte Southampton pour New York où il n'arrivera jamais.

dans un récent numéro de l'hebdomadaire anglais *Now*, que l'entreprise était difficile et aléatoire, mais réalisable. Il a affirmé aussi que la position officielle de l'épave : 41° 46' Nord - 50° 14' Ouest, donnée dans le rapport d'après le dernier point, celui des S.O.S., et les estimations des navires sauveteurs, est fausse. Pour lui, la position véritable est 15 milles plus à l'Est, soit par 41° 40' Nord et 50° 03' Ouest. Ses arguments : le *Titanic* n'a pas parcouru la distance que l'on a cru le dernier soir, parce qu'on a oublié, en la calculant d'après sa vitesse, d'en soustraire une demi-heure de route correspondant à l'ajustement des horloges de bord pour compenser progressivement, comme chaque jour, la différence d'horaire entre les deux rives de l'Atlantique. En outre, la vitesse elle-même était mésestimée. Quant au paquebot *Carpathia* (qui, à 4 h a.m., recueillit les 705 survivants), s'il est censé avoir trouvé les canots de sauvetage dès l'aube grâce à la vitesse qu'il a maintenue malgré le danger et à la « superbe navigation » de son commandant, il n'a pu, en réalité, que zigzaguer prudemment entre les nombreux icebergs et il a trouvé les canots par hasard, alors qu'il était toujours en route vers la fausse position officielle. Bref, conclut Grattan, la zone de recherche centrée sur le nouveau point sera un rectangle de 23 milles de long par 13 milles de large, à quelque 300 milles au sud de cap Race (Terre-Neuve).

La *Titanic 1980 Inc.*, rivale américaine, est une société tout spécialement fondée au Texas et exactement dans le même but par M. Jack

hautement respecté aux Etats-Unis depuis trente ans. Dans cette entreprise, l'intérêt de l'université Columbia n'est pas l'aspect historique (personne dans le groupe ne semble avoir pris le temps de lire les documents originaux concernant le naufrage), et encore moins le côté sensationnel ; c'est la possibilité de développement d'instruments de pointe, utilisables à plus grande profondeur, qui lui seront donnés après l'expédition. Progrès technique, expérience sur le terrain, enrichissement de sa panoplie d'appareils scientifiques, l'université Columbia a donc tout à gagner, et elle envisage déjà, avec le matériel à venir, d'approfondir ses recherches en cours sur les principaux canyons et « chaînes de montagnes » abyssales.

Quant à la mise en œuvre du matériel pendant la recherche de l'épave, elle sera supervisée par le Dr Fred W. Spiess, du laboratoire de physique marine de la célèbre Scripps Institution of Oceanography de l'université de Californie.

Le film enfin, but monnayable de toute l'opération, sera dirigé et produit par Michael Harris et l'équipe d'Expeditions International.

Pour les deux concurrents qui restent en piste, les étapes s'appellent : localisation, identification, re-localisation ultérieure, mouillage, photographie et tournage du film. A l'arrivée : la vente des documents, suivie (attention !) du bilan.

Techniquement, toutes ces étapes seront très difficiles, mais aucune n'est impossible. Aucune ne sera une première. Tous les instruments nécessaires existent dans le commerce, à quelques

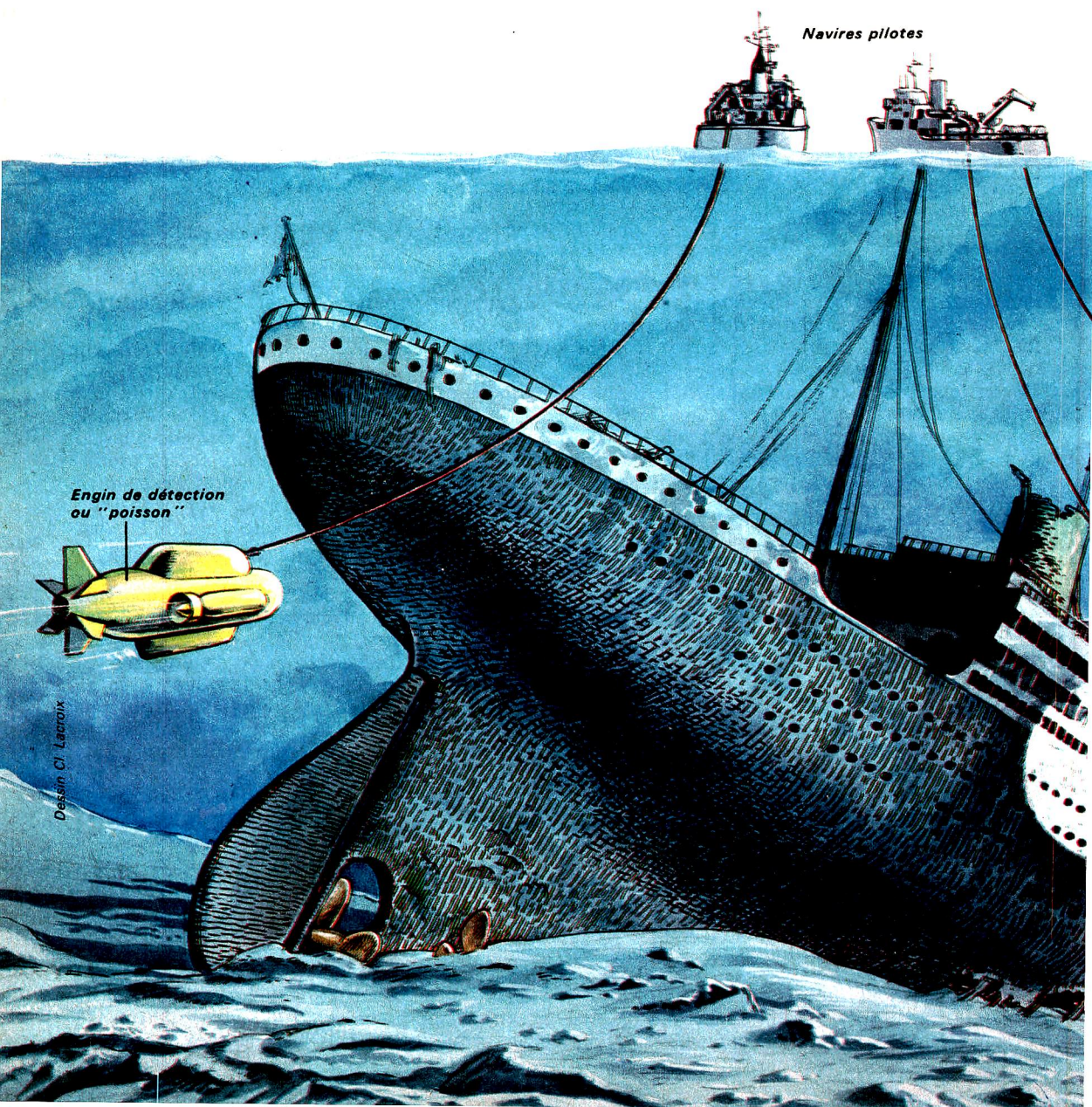
COMMENT REPÊCHER UN NAVIRE DE 45 000 TONNES GISANT PAR 4 000 MÈTRES DE FOND

Projet sérieux ou simulation réaliste pour les besoins d'une réalisation cinématographique grandiose, toute opération de renflouage ou de repêchage partiel du Titanic se déroulerait en trois phases principales. Elles s'inspirent en partie du repêchage d'un sous-marin atomique soviétique dix fois moins lourd environ (5 500 tonnes) réussi par la CIA américaine en 1974 grâce au navire plate-forme Glomar Explorer, le seul en mesure, à l'heure actuelle de s'attaquer à pareille mission. Celle-ci se décomposerait comme suit :

1. Localisation de l'épave : deux procédés sont disponibles qui peuvent être utilisés en parallèle.

- Le sonar à balayage latéral. Un appareil émetteur d'ondes sonores est enfermé dans une torpille ou « poisson » remorquée au bout d'un filin entre deux eaux. Il est relié à un enregistreur graphique de surface qui recueille, à bord du navire pilote, l'écho de ces ondes et dessine sur papier le profil du fond marin.

- Le magnétomètre à protons. Il sert à détecter les masses métalliques grâce aux anomalies qu'elles induisent dans les lignes de force du champ magnétique terrestre. Le « poisson » de ce magnétomètre est lui aussi télécommandé et remorqué entre deux eaux par un filin. Il transmet également ces anomalies à un enregistreur graphique de surface.

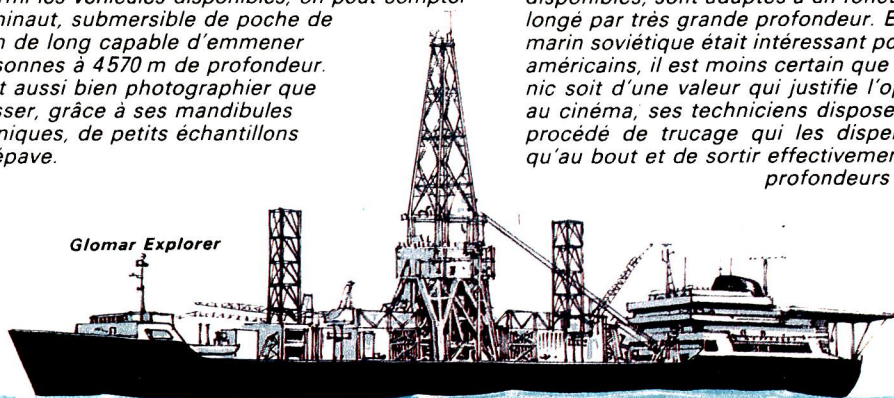


Engin de détection
ou "poisson"

Navires pilotes

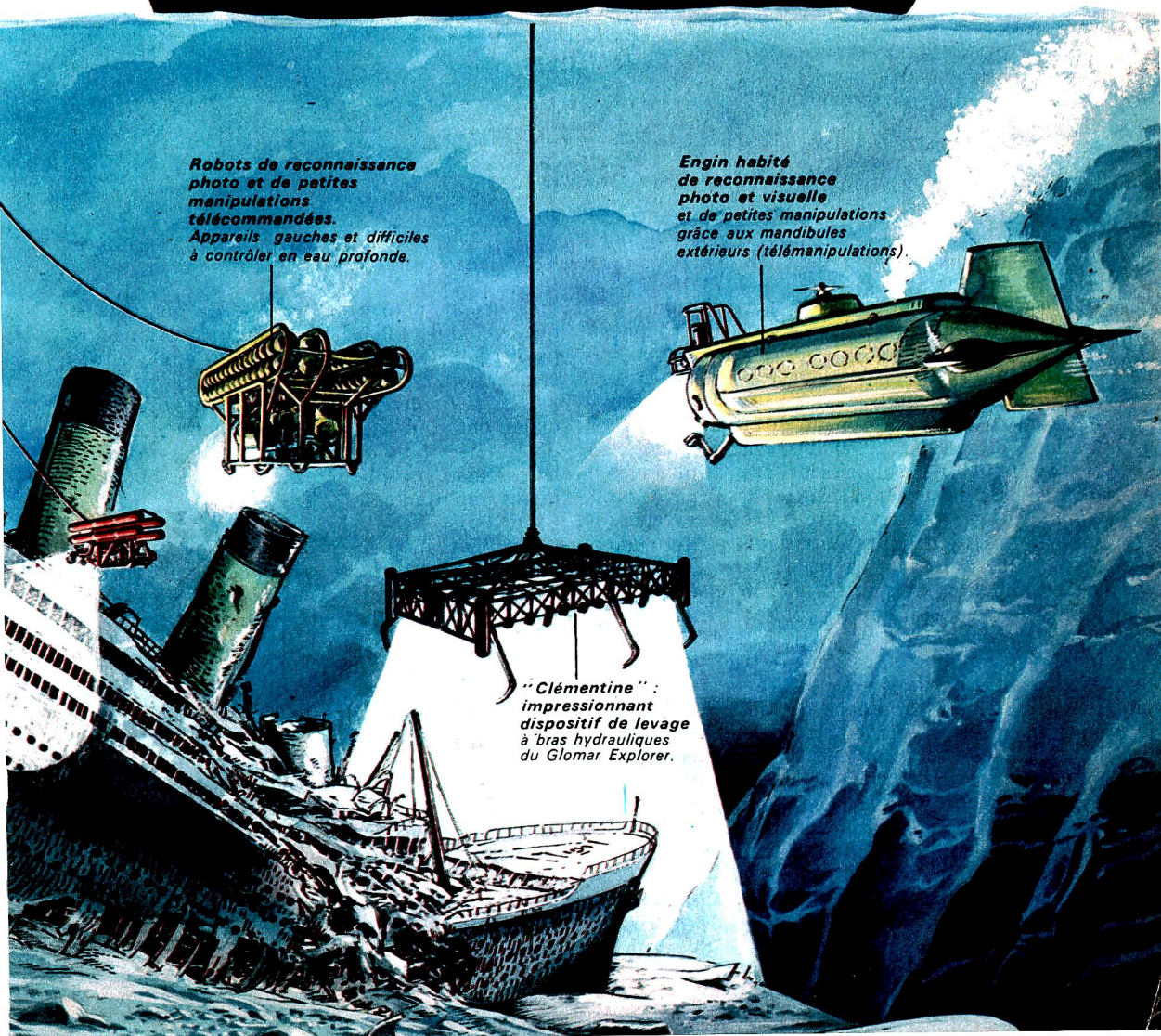
2. Identification. Une fois localisée, la masse de ferraille qui pourrait être le Titanic doit faire l'objet de prises de vues photographiques rapprochées pour qu'un certain nombre de détails (pale d'hélice, reconnaissable, treuil identifiable, etc.) permettent d'identifier le navire et montrer si la coque est cassée en deux ou plusieurs tronçons. Pour cela, il faut utiliser un sous-marin porteur de projecteurs, de caméras photo, télé et cinéma. Il devra être autonome de ses mouvements et capable d'une grande stabilité. Parmi les véhicules disponibles, on peut compter l'Aluminaut, sous-marin de poche de 15,5 m de long capable d'emmener 6 personnes à 4570 m de profondeur. Il peut aussi bien photographier que ramasser, grâce à ses mandibules mécaniques, de petits échantillons sur l'épave.

3. Récupération. Le Glomar Explorer n'empêche pas d'envisager sinon un renflouage du Titanic, du moins un repêchage partiel du navire qui permette la récupération de bon nombre de documents précieux, de bijoux et autres trésors engloutis. Voilà pour la théorie. Dans la pratique l'opération est beaucoup moins évidente. D'abord, jamais on n'avait eu affaire à une épave de cette taille. Ensuite, ce repêchage ne pourrait se faire que si les divers matériels mis en jeu, qui sont actuellement disponibles, sont adaptés à un fonctionnement prolongé par très grande profondeur. Enfin, si le sous-marin soviétique était intéressant pour les militaires américains, il est moins certain que l'épave du Titanic soit d'une valeur qui justifie l'opération. Quant au cinéma, ses techniciens disposent de plus d'un procédé de truchage qui les dispense d'aller jusqu'au bout et de sortir effectivement le Titanic des profondeurs de l'Atlantique.



Robots de reconnaissance photo et de petites manipulations télécommandées.
Appareils gauches et difficiles à contrôler en eau profonde.

Engin habité de reconnaissance photo et visuelle et de petites manipulations grâce aux mandibules extérieures (télémanipulations).

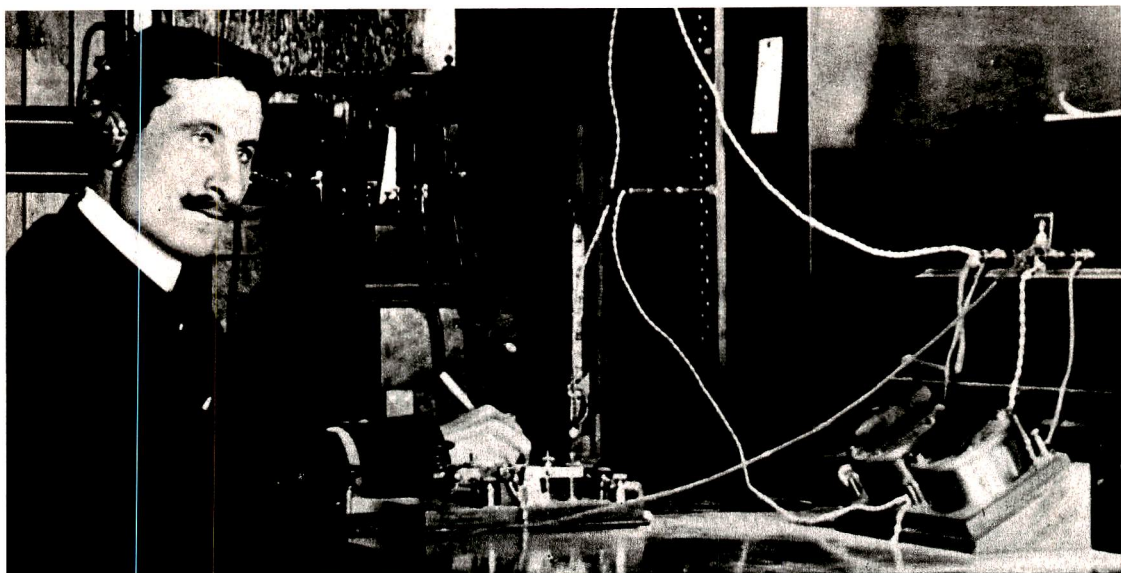


"Clémentine" : impressionnant dispositif de levage à bras hydrauliques du Glomar Explorer.

variantes près, quoique pour des profondeurs moindres. Tous les exploits techniques et logistiques indispensables ont déjà été réussis, dans des circonstances différentes et souvent (mais pas toujours) à moindre profondeur. La marine américaine, par exemple, a fait beaucoup mieux et plus profond. Il s'agira donc, en résumé, d'adapter des matériels existants et des méthodes éprouvées à des pressions supérieures et à une zone de recherche plus vaste. Il s'agira, pour des civils, de réinventer les instruments que possède

Trieste l'a retrouvé après une longue campagne de recherche et en a photographié les débris.

Il existe évidemment, dans les archives de la marine américaine, une carte détaillée de toutes les anomalies du champ magnétique causées dans la zone par la présence de masses métalliques étrangères. Dans son rapport, Grattan écrit que, justement, il lui serait revenu qu'il existerait, en plein dans sa nouvelle zone probable, une seule anomalie magnétique, et d'une importance telle qu'elle ne peut correspondre



Poste de télégraphie sans fil du Titanic d'où furent envoyés, le 15 avril 1912, les S.O.S. du naufrage. La veille, l'opérateur radio recevait un autre message : « Trois icebergs signalés »...

le *Mizar*, navire de recherche océanographique du Naval Research Laboratory de la U.S. Navy, aux équipements ultra-secrets.

Localisation. Ce sera le plus facile, si ce n'est déjà fait. Il serait surprenant en effet que deux marines de guerre au moins, l'américaine et la soviétique, ne connaissent pas à quelques mètres près la position exacte de l'épave du *Titanic* et de tous les autres points de repère sonores ou magnétiques importants au fond de l'Atlantique. Grattan rappelle (sans trahir le secret militaire, puisque la presse en a parlé à plusieurs reprises) que les côtes des Etats-Unis sont défendues par tout un réseau d'écouteurs immergés capables de reconnaître la "voix" de chaque moteur, de chaque hélice et destinés à signaler à temps l'approche de tout submersible ennemi. Il est vraisemblable également que le fond des sept mers et des quatre océans est, tout comme le ciel, truffé de systèmes d'espionnage et d'écoute qui relayent jour et nuit vers l'Est et vers l'Ouest les informations concernant les déplacements de tous les navires et de tous les submersibles des deux camps.

De plus, le sous-marin nucléaire *Thresher* a coulé dans la même zone au large de la côte Est des Etats-Unis, en 1964. Le bathyscaphe

qu'à une montagne de ferraille de quarante et quelque mille tonnes. Il ajoute qu'aucun autre navire de cette importance n'a péri aux environs et que, notamment, les nombreux cargos détruits par les *U-Booten* pendant les deux guerres mondiales ont tous été coulés beaucoup plus près de la terre, plus à l'ouest. De toutes manières leur masse métallique est quatre à huit fois moins importante...

On peut aussi imaginer que, du côté soviétique, on a pensé à savoir où on "mettait l'hélice". Pour les mêmes raisons, les sous-mariniers russes doivent absolument connaître, outre le relief précis et la nature du fond qu'ils doivent pouvoir utiliser, toutes les masses magnétiques importantes de l'océan afin de ne pas les confondre avec un sous-marin ennemi immobile, même si ni les uns ni les autres ne descendent, il s'en faut, à 4 000 m. Une masse de fer de quelques dizaines de milliers de tonnes représente un point de repère majeur pour la navigation sous-marine et aussi un excellent camouflage acoustique, magnétique et sonore pour installer discrètement des instruments d'écoute et d'espionnage, des relais ou pour aider à brouiller ou à tromper les systèmes de détection ennemis. Mais si la marine américaine

n'ouvre pas ses dossiers, les deux groupes devront refaire eux-mêmes le même travail.

Les instruments de détection. L'expérience des campagnes passées montre que deux types de ces instruments sont capables de retrouver rapidement une épave dans une zone aussi vaste, pourvu qu'on puisse les adapter à la profondeur de 4 000 m. Ce sont le sonar à balayage latéral et le magnétomètre à protons.

La prospection visuelle, soit de l'intérieur d'un sous-marin, soit par caméra de télévision remorquée, est évidemment exclue. Les rares sous-marins actuellement capables d'opérer à ces profondeurs (les bathyscaphes, l'*Aluminaut*), ne sont pas disponibles pour une mission civile de ce genre. Ils ne seraient d'ailleurs pas rentables car ils coûtent très cher à mobiliser et à utiliser, exigent un gros soutien logistique, dont un navire d'accompagnement, sont très lents dans leurs déplacements horizontaux et verticaux (2 nœuds environ), ont une faible autonomie et dépendent trop des conditions météo de surface.

Le sonar de prospection descend des premiers appareils de détection de sous-marins de la Seconde Guerre mondiale. Ces appareils à écho-réception sont comparables dans leur principe aux radars, à cette différence près qu'ils utilisent des ondes sonores et non radio. Le sonar à balayage latéral OBSS (Ocean Bottom Scanning Sonar) consiste en un appareil émetteur, ou « poisson », enfermé dans une torpille remorquée au bout d'un filin entre deux eaux, et un enregistreur graphique de surface. Il s'agit d'un appareil courant (tels qu'en fabriquent Westinghouse, Klein, E & G). Les ondes sonores émises qui se perdent dans le lointain ou dans un fond meuble donnent sur la bande de l'enregistreur des zones d'échos claires et diffuses, tandis que des rochers ou des objets tels qu'une épave sont traduits par des taches noires. Autrement dit, l'appareil dessine sur papier le vrai profil du fond. On y retrouve en silhouette tous les détails, comme la cheminée d'un navire et même ses mâts. La portée du balayage des deux côtés dépend de l'appareil et de la distance au-dessus du fond. Il y a une zone d'ombre inévitable sous le « poisson », qui doit être couverte au cours des passes parallèles suivantes. Les sonars disponibles actuellement dans le commerce ont une portée pratique utilisable de plusieurs centaines de mètres de part et d'autre. Au-delà, l'augmentation de la portée n'est obtenue qu'au détriment de la précision de définition.

Les performances des sonars hyper-sophistiqués qui équipent le navire de recherche *Mizar* sont gardées secrètes. Après ceux-ci, les prototypes de l'université Columbia (qui sera assistée par les techniciens de International Submarine Technology, IST) sont vraisemblablement les plus efficaces. Grattan, quant à lui, pense trouver sa cible dans sa zone probable de 23 × 16 milles « en dix à douze jours au pire, en quelques heures au mieux ».

En réalité, l'efficacité du sonar dépendra de ce qui reste du *Titanic*. Si l'épave est intacte, dressée sur le fond, c'est une cible idéale, la plus facile à retrouver au monde (profondeur mise à part). Si, au contraire, le navire s'est brisé en plusieurs morceaux séparés, eux-mêmes effondrés comme un château de cartes, aujourd'hui aplatis et envasés, ou bien, hypothèse pire encore, si ces morceaux se trouvent sur un fond chaotique, irrégulier, ou dans un canyon ou une autre déclivité, ils ne constituent pas un obstacle



... dont le capitaine E.C. Smith, commandant du paquebot, n'a pas tenu compte.

reconnaissable pour un sonar, exception faite peut-être pour le AN/UQS-1, sonar chercheur de mines employé à Palomarès pour retrouver une bombe à hydrogène perdue en mer et qui, lui, ne renvoie que l'écho d'objets métalliques.

Le magnétomètre, par contre, détecte le fer ou, plutôt, les anomalies des lignes de force du champ magnétique terrestre naturel causées par une masse magnétique artificielle étrangère, quelle que soit sa disposition sur le fond. Le « poisson » du magnétomètre est remorqué entre deux eaux lui aussi et mesure ce qu'il trouve, c'est-à-dire un magnétisme naturel ou artificiel. Pour la recherche des épaves, il peut être couplé à une console comportant un enregistreur graphique qui donne alors la courbe du magnétisme terrestre à l'endroit où l'on passe. Dans ce cas, plus le magnétisme terrestre est stable et régulier, plus facile sera la lecture. Aux îles Scilly, par exemple, le magnétisme est d'une stabilité complète (parce que les sédiments du fond sont amagnétiques), ce qui fait qu'une épave se traduit par un bouleversement brutal, bien visible, du magnétisme local. Dans d'autres régions du monde, par exemple les îles Shetland, dont le sous-sol est riche en minerai de fer et autres roches magnétiques, le tracé du magnétomètre est erratique ; il est plus difficile dans

ces conditions de faire la différence entre les variations naturelles normales du champ magnétique et celle que peut entraîner la présence d'une épave.

Il y a deux grandes familles de magnétomètres. Le plus commun est le magnétomètre à précession de protons, couramment utilisé par les chasseurs d'épaves (galions espagnols, sous-marins scientifiques maladroitement perdus, avions militaires F 104, torpilles d'exercice,

commencée par un des survivants à bord d'un canot de sauvetage (M. John B. Thayer) et terminée le même jour à bord du *Carpathia* par M. L. B. Skidmore, montre le film du naufrage de cinq en cinq minutes (dont les six croquis ci-dessus publiés par le *New York Herald*, par l'*Illustrated London News* puis par l'*Illustration*). Un autre survivant, M. Beesely, raconte : « Vers 2 h du matin, le navire s'est enfoncé par l'avant, la poupe émergeant, verticale... Toutes les lu-

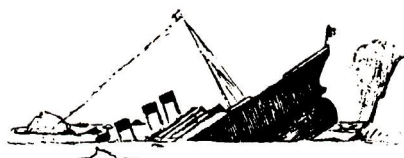
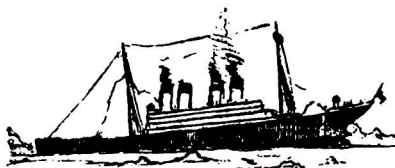
15 AVRIL 1912: LE NAUFRAGE VU PAR DES RESCAPÉS

Ces six croquis ont été commencés par M. John Thayer, à bord d'un canot de sauvetage du *Titanic*. Interrompus par le décès de leur auteur, ils furent continués à bord du *Carpathia*, le navire qui a récupéré les res-

23 h 45 : la collision
avec un iceberg.

00 h 05 : le *Titanic* fait eau,
on descend les chaloupes.

01 h 40 : le *Titanic*
s'enfonce par l'avant.



bombes à hydrogène, missiles, etc.) ou de structures pétrolières immergées (oléoducs, puits "tués", plates-formes *off-shore* coulées, etc.). Ces instruments sont fabriqués notamment par les firmes Mac Dowell, Varian et Klein aux Etats-Unis, par Barringer Research au Canada, par CIT Alcatel ou Thomson en France, etc.

Quarante mille et quelque tonnes de fer, aplaties ou non, enfouies ou non dans la vase, dissimulées ou non au fond d'un canyon étroit, représentent dans tous les cas l'une des cibles magnétiques sous-marines les plus importantes. Les plus sensibles des magnétomètres à protons actuellement disponibles dans le commerce pourraient la localiser à quelque 500 m de distance latérale et/ou verticale (à condition, là aussi, que l'on puisse les rendre utilisables à la profondeur en question). Ceci permettrait donc de prospecter à chaque passage une bande d'un kilomètre de large ou, à deux nœuds, une zone de 23 par 16 milles (soit 29 bandes de 1 km de large et 42,5 km de long) en 13 à 14 journées de 24 heures, par beau temps s'entend !

Quant aux magnétomètres à vapeur de césium ou de rubidium, dont la sensibilité en théorie est beaucoup plus grande, ils n'ont pas encore fait clairement leurs preuves en mer, dans le civil en tous cas, à cause de leur instabilité et de la grande délicatesse de leur réglage.

C'est donc la nature du fond, d'une part, et l'état actuel de l'épave ou de ses débris, d'autre part, qui feront que l'un ou l'autre des systèmes de détection sera le plus efficace. Or ces deux points sont controversés. En ce qui concerne l'intégrité structurelle de l'épave, certains survivants ont rapporté des explosions de chaudières, qui auraient alors démolé plusieurs ponts et une partie de la coque. Une série de croquis,

mières se sont éteintes... A ce moment, les machines détachées se sont précipitées vers le fond à travers toute la longueur du navire avec un fracas assourdissant qui a dû s'entendre à plusieurs milles à la ronde... »

Le cdt Grattan tient cependant que les chaudières n'ont pas explosé et ne se sont pas plus détachées de leur socle que les machines lorsque le navire s'est dressé verticalement, ni à aucun moment pendant la longue course sur 4 000 m de la surface jusqu'au fond. Le navire, d'ailleurs, n'a pas coulé proue en avant comme une flèche ; il s'est au contraire rempli d'eau rapidement, ce qui lui a évité, en outre, d'être écrasé par la pression ; et il a retrouvé ainsi son centre de gravité et son équilibre. Il est alors descendu doucement pour se poser bien proprement sur le fond. D'après ses calculs et son expérience, le navire serait arrivé au fond « à la vitesse de 11 km/h seulement ». Bref, à part une ou deux cheminées effondrées et, bien sûr, l'entaille de 90 m de long faite par l'iceberg, le navire, affirme-t-il, est aujourd'hui intact. Et il ajoute (avec, cette fois, plus d'optimisme que de souci de vraisemblance) « qu'il y a eu peu de corrosion » ⁽¹⁾, que le fond est fait de vase dure sans rochers et que le *Titanic* est posé dessus bien droit, demandant à être photographié...

Le Dr Ryan, de l'université Columbia, n'a pas, semble-t-il, d'avis sur l'intégrité structurelle de l'épave, mais il a son opinion sur la nature

(1) La raréfaction de l'oxygène dissous dans les grands fonds qui devrait ralentir la corrosion du fer n'est que théorique. En fait le jeu des courants tend à saturer partout l'eau de mer en gaz dissous. Dans la zone où se tiennent le « *Thresher* » et le « *Titanic* », le bathyscaphe « *Trieste* » a toujours observé des courants au fond de un quart de nœud au moins.

du fond. Opinion de poids, puisque c'est le Lamont-Doherty Geological Observatory qui a produit notamment la célèbre carte en relief détaillée du fond de l'Atlantique et puisqu'il participe, avec de nombreuses autres institutions, au projet HEBBLE (High Energy Benthic Boundary Layer Experiment) qui vise à étudier dans les fonds, au sud de Terre-Neuve et à l'est de la Nouvelle-Ecosse (donc en gros dans la zone où repose l'épave), les phénomènes de la couche

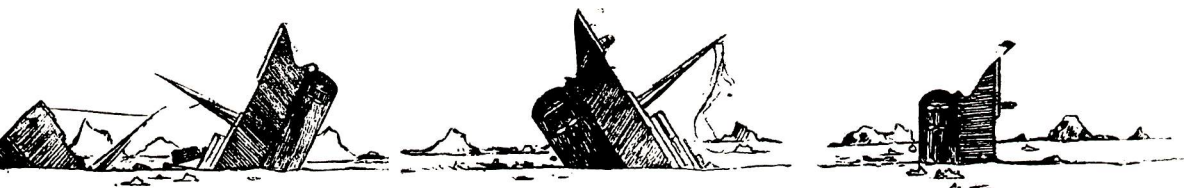
sans passer deux fois au même endroit. La navigation précise en surface n'est plus aujourd'hui un problème, les systèmes de navigation du type DECCA ou LORAN ou la navigation par satellite (par exemple au moyen du système Magnavox, qui emploie le Navy Navigation Satellite System ou NNSS) permettent aujourd'hui une navigation précise à quelques mètres près dans une mer intérieure comme la mer du Nord, ou avec moins d'un mille d'erreur garanti

capés du Titanic, par M. L.P. Skidmore, un autre passager qui, lui, a eu la vie sauve. Ces dessins montrent bien que le Titanic est cassé au moins en deux.

01 h 50 : le bâtiment se brise par le milieu et l'avant coule.

02 h 00 : le gaillard d'arrière pivote et se place à l'endroit où sombra la partie avant.

02 h 05 : l'arrière reste dressé verticalement pendant cinq minutes puis disparaît à son tour.



intermédiaire benthique causés par les turbulences dues à l'action du courant froid du Labrador qui descend en profondeur vers le sud tout le long du socle sédimentaire du continent nord-américain. Ce courant est souvent irrégulier. Lorsqu'il entre "en pulsation", il crée de gigantesques nuages de sédiment qu'on appelle "tempêtes abyssales" et qui peuvent créer, toujours d'après les mêmes chercheurs, des dunes gigantesques et de profonds sillons d'érosion.

L'impression générale est donc moins optimiste aux Etats-Unis. De plus, pour le Dr Ryan, « l'épave se trouve quelque part dans une zone de la taille de l'Etat de Rhode Island, sur un socle de sédiments large et épais, appelé le "talus continental", qui borde toute la "rive" des bassins océaniques profonds. Le point du Titanic, tel que l'indique le livre de bord qui a été placé dans un canot avant le naufrage, serait situé juste au-dessus d'une énorme tranchée sous-marine, juste assez grande pour avoir avalé l'épave entière, la dissimulant ainsi aux sonars des navires de surface ».

Dans des circonstances qui s'annoncent aussi difficiles, et comme le bon sens le recommande, le groupe américain se propose de mettre en œuvre, sur le même "poisson" remorqué ou manœuvré entre deux eaux, un sonar à balayage latéral en même temps qu'un magnétomètre. Aux dernières nouvelles, les plans du groupe américain semblent considérablement plus avancés et plus concrets que ceux des Anglais.

La navigation. Un bon matériel de détection n'est pas tout ; encore faut-il être sûr de promener les instruments de façon méthodique et fiable sur la totalité de la zone probable, mais

en plein océan Atlantique. Les mêmes systèmes permettent de retrouver à volonté un point pré-établi.

Savoir où l'on se trouve en surface est une chose, mais c'en est une tout autre de connaître la position exacte d'un "poisson" remorqué au bout de 6 000 m de câble par rapport au navire de tête. Les difficultés sont dues à l'action du vent et des courants de surface, à celles de la dérive et des courants profonds ou des contre-courants intercalaires toujours changeants, etc. Il faudra donc, sans aucun doute, que le "poisson", véhicule sous-marin porteur des instruments, soit autonome. Il faudra aussi que sa navigation soit basée sur des bouées émettrices sous-marines. Le système NAVIRAK III de la firme Edo Western, par exemple, est très grossièrement l'équivalent sous-marin du système de navigation DECCA. La console de lecture du système permet à l'observateur de surface de savoir à tout moment où se trouve le véhicule (porteur d'un appareil récepteur) par rapport à deux ou à quatre balises émettrices prédisposées au fond. Le système de ce genre qui sera employé devra, bien entendu, être adapté à la profondeur considérée. (Un système similaire fabriqué par EG and G. est le ATNAV II.)

Quant au choix du "poisson" lui-même, les deux groupes disposent d'un éventail considérable de possibilités. A la fin de 1979, il existait dans le monde 148 petits sous-marins scientifiques ou commerciaux et 97 engins téléguidés porteurs d'engins ou de caméras de télévision, outre 8 de plus en construction. Tous dérivent d'un ancêtre commun, le CURV (Cable Controlled Underwater Recovery Vehicle) de la marine américaine, employé à Palomarès avec succès pour élinguer la bombe, et de son homo-

logue français, le *Télénaute*. Les versions actuelles sophistiquées de ces engins téléguidés coûtent cher à l'achat : 160 000 dollars en moyenne pour le véhicule lui-même ; 120 000 pour le système de remorque avec câbles, treuil et engin de levage ; 35 000 pour la console de contrôle et de lecture. Au total, un million et demi de francs. Quant au prix d'un engin similaire adapté pour une profondeur de 4 000 m, c'est jusqu'à ce jour un grand point d'interrogation.

Le Dr Ryan envisage de « faire traiter les signaux reçus par des calculatrices installées à bord, qui produiront une image acoustique en deux dimensions et un profil magnétique continu du fond de la mer sur des bandes de un à trois milles de large. L'image acoustique devra révéler le profil du *Titanic* de même que les détails de sa superstructure avec une résolution de quelques mètres ». Déclaration optimiste qui suppose que l'épave est bien intacte...

L'identification. Dans le cas où le profil de l'épave ne serait pas ce qu'espèrent les chercheurs, l'intensité de l'anomalie magnétique signalée par le magnétomètre suffira sans doute à écarter toute trace de doute. Mais il faudra néanmoins des photos ou des films montrant un détail incontestable de l'épave : une pale d'hélice, par exemple, un bossoir reconnaissable, un treuil identifiable, etc.

Pour cela, il faudra maintenir le navire de recherche exactement au-dessus de l'épave. Il est exclu, bien entendu, que l'on puisse mouiller de façon conventionnelle sur quatre ancres ou sur quatre corps morts. Mais le positionnement dynamique est aujourd'hui d'usage courant sur les navires de forage pétrolier. Il s'agit simplement de quatre hélices orientables placées à l'avant et à l'arrière, de part et d'autre du navire et dont les moteurs répondent, par l'intermédiaire d'une calculatrice de bord, aux différentes interactions du vent et du courant d'une manière automatique et continue pour contrebalancer celles-ci et maintenir toujours le navire en place.

Le même véhicule téléguidé qui a servi à la prospection sera alors équipé de caméras photographiques et de cinéma, de projecteurs et d'un système de guidage. Il sera possible de lui faire photographier méthodiquement toute l'épave à quelques mètres de distance, de manière à réaliser un montage photomosaïque complet du *Titanic* tel qu'il est aujourd'hui. Les images de télévision en circuit fermé seront transmises par un conducteur électrique qui se trouve dans l'âme du câble de traction ou de téléguidage. Après un passage par des appareils électroniques qui augmentent la brillance et le contraste, l'image devrait être excellente et d'autant plus nette que les problèmes habituels de diffusion et de réfraction de la lumière sur les particules en suspension dans l'eau seront réduits par la très faible intensité lumineuse requise par

les nouvelles caméras de télévision (le tube qu'emploiera l'université Columbia ne réclame que 1/10 000 bougie.)

Enfin, la mobilité du véhicule-photographe et la précision de sa navigation permettront tous les angles de prise de vue au choix. Le véhicule, en effet, déterminera lui-même à 10 cm près sa profondeur sous la surface et son altitude au-dessus du fond ou de l'épave, et avec une bonne précision sa distance horizontale par rapport aux balises émettrices qui seront placées aux quatre coins de l'épave. Quant aux chercheurs de la Seawise and Titanic Salvage, l'engin téléguidé qu'ils se proposent d'employer pour le stade photo et cinéma est semblable dans sa conception. Toujours optimiste, Grattan compte trouver une eau limpide où les problèmes de brouillard dus à un éclairage intense ne seront pas gênants. Il propose donc de descendre au fond une sorte de cage équipée de projecteurs puissants qui serait proménée tout le long de l'épave, tandis qu'un petit véhicule téléguidé, descendu dans la cage, en sortirait pour filmer la partie illuminée de l'épave. Encore plus optimiste : un mini-véhicule téléguidé, possédant ses propres sources lumineuses et sa propre caméra, se détacherait de l'engin principal pour pénétrer à l'intérieur du navire, suivre les courses et filmer l'intérieur des cabines. Ce dernier détail laissera sceptiques tous les plongeurs qui ont eu l'occasion de tenter de pénétrer dans une épave vieille de quatre-vingts ans.

Vente du film et bilan. Pour le groupe anglais, la « publicité de bon aloi qui rejaillirait sur les financiers d'une telle entreprise serait d'importance comparable à celle qu'obtiendrait une compagnie privée qui aurait, la première, mis un homme sur la lune ». Il est certain en tous cas, les tarifs étant ce qu'ils sont, qu'un film montrant une épave du *Titanic* reconnaissable, avec le détail des prodiges techniques qui ont permis de la trouver et de la filmer, quelques plans de survivants émus (il en reste) et l'arrière-plan exceptionnellement dramatique et romanesque du naufrage, se vendrait aux chaînes de télévision américaines et internationales pour plusieurs centaines de milliers de dollars. Outre les délais et les aléas (mauvais temps, pannes d'électronique, orages magnétiques, etc.), c'est sans doute le nombre exact de ces centaines qui déterminera la rentabilité éventuelle de l'entreprise. Au cas, par contre, où l'épave du *Titanic* ne serait plus aujourd'hui qu'un vaste tas envasé, l'affaire se soldera vraisemblablement par une perte sèche. Car, hélas, les promoteurs et les explorateurs le savent bien, l'histoire d'un échec, même honorable, se vend mal.

Et la récupération? Remonter d'un bloc et de 4 000 m de fond une masse de ferraille de 256 m de long sur 28 de large pesant, avec la vase qu'elle contient, 50 ou 60 000 t, enfoncée de surcroît dans les sédiments du fond, n'est pas aujourd'hui une chose possible. Elle ne le sera

(Suite du texte p. 155)

L'U.R.S.S. a-t-elle besoin du pétrole arabe?

L'Union soviétique va-t-elle manquer de pétrole ? Est-ce la crainte d'une prochaine pénurie qui dicte sa politique vis-à-vis du Moyen-Orient ? Convoite-t-elle, elle aussi, l'or noir des émirs ? Les informations sur ce point sont si contradictoires, les estimations si divergentes, qu'il est bien difficile de démêler le vrai du faux, la réalité de la propagande (ou de la contre-propagande). Pourtant, à y regarder de plus près, les indices ne manquent pas...

Depuis 1974, l'U.R.S.S. a retrouvé sa place de premier producteur mondial de pétrole, place qu'elle occupait déjà sous les tsars, au début de ce siècle (avec 11,5 millions de tonnes en 1901). Cependant, malgré cette position flatteuse, l'industrie pétrolière soviétique semble connaître certaines difficultés. Sur la nature de ces problèmes et sur leur ampleur, de nombreux spécialistes occidentaux se sont penchés. Depuis 1977, pas moins de vingt rapports ont été publiés, dont les plus connus sont ceux de la C.I.A. et celui de Petrostudies, un bureau d'études suédois. Tous ces rapports s'inspirent de données officielles soviétiques, mais les interprètent chacun à sa façon, selon la thèse que l'auteur entend soutenir.

Ainsi la première étude de la C.I.A., publiée en 1977, pronostiquait que, en l'absence d'un changement radical d'orientation, la production pétrolière soviétique commencerait à décliner dès 1980, au plus tard en 1981, contraignant l'U.R.S.S. à se tourner vers les pays arabes. Dans les milieux économiques occidentaux, ces prédictions furent accueillies avec le plus grand scepticisme. C'était l'époque où le président Carter tentait de faire adopter son programme énergétique, et toute information sur la gravité mondiale de la crise de l'énergie ne pouvait que l'aider dans son entreprise. Oui, ce rapport tombait vraiment trop bien pour ne pas être suspecté d'opportunisme. Les Soviétiques, pour leur part, y répondirent par des démentis dédaigneux.

Cependant, en 1979, la C.I.A. revenait à la charge : à l'aide de nouvelles informations, elle confirmait son premier diagnostic. Ces nouvelles

informations reposaient essentiellement sur des statistiques officielles soviétiques qui indiquaient déjà un début de régression : au cours des cinq premiers mois de l'année (1979), la production pétrolière accusait un déficit de 3 millions de tonnes par rapport au plan fixé. Plus précisément, en mai, la production journalière, qui était de 11,7 millions de barils en avril, tombait à 11,3 millions de barils.

La C.I.A. concluait son rapport en annonçant que, à l'exception du gisement de Tioumen, en Sibérie occidentale, partout ailleurs la production baisserait. Ainsi à Samotlor, zone fournissant près de la moitié de la production soviétique, l'extraction avait atteint son point culminant et déclinerait à partir de 1981. La production annuelle totale, qui devrait plafonner à 590 millions de tonnes en 1980, pourrait redescendre à 500 millions de tonnes en 1985 — voire à 400 millions. L'U.R.S.S. serait alors obligée d'importer du pétrole : 700 000 barils par jour en 1982 ; 3,5 millions de barils par jour en 1983.

Ces estimations prenaient en compte la nécessaire augmentation des livraisons soviétiques aux pays d'Europe de l'Est : celles-ci pourraient atteindre 95 millions de tonnes dès 1980 ⁽¹⁾. Une limitation de ces exportations ne ferait que retarder la pénurie soviétique de quelques années. De même, la découverte de nouveaux gisements ne modifierait pas la situation dans l'immédiat : en effet, l'exploitation de ces nouvelles ressources ne pourrait intervenir avant une dizaine d'années.

(1) En 1978, l'U.R.S.S. a exporté 68 millions de tonnes vers les pays de l'Est et 59 millions de tonnes à l'Ouest.

Ainsi pour la C.I.A., à court terme, la disette énergétique était inéluctable.

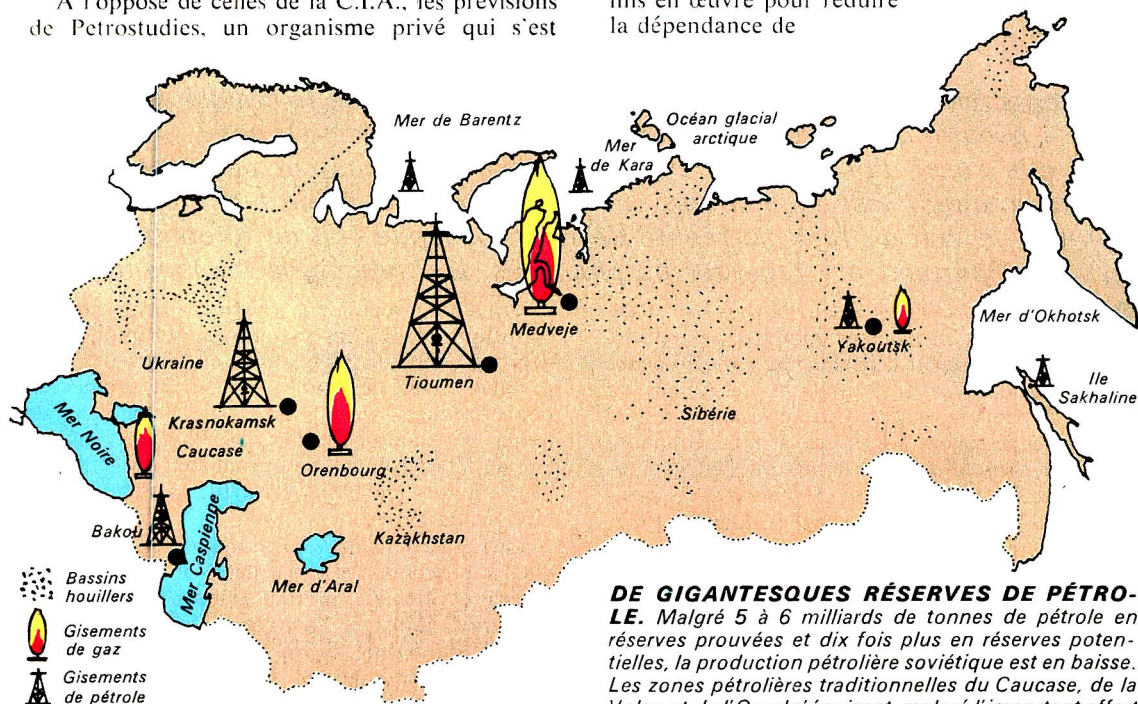
Ce second rapport fit grand bruit, bien que certains y détectèrent également des arrière-pensées politiques : selon eux, en mettant l'accent sur les difficultés économiques qu'allait rencontrer l'U.R.S.S., la C.I.A. entendait démontrer que Moscou serait contraint de mener une politique extérieure plus agressive, afin de se procurer ailleurs le pétrole qui lui manquerait ; d'où la nécessité pour les Etats-Unis de se montrer vigilants et d'augmenter le budget de leur défense. L'affaire de l'Afghanistan et les agissements soviétiques au Moyen-Orient (par exemple, le conflit entre les deux Yémen) paraissent pour le moment confirmer le point de vue des services d'espionnage américains.

A l'opposé de celles de la C.I.A., les prévisions de Petrostudies, un organisme privé qui s'est

commanditée par l'U.R.S.S. Quoi qu'il en soit, tout comme la C.I.A., le bureau d'études suédois a confirmé ses précédentes analyses dans un document plus récent, publié le 12 mai 1980 à Malmö. Toutefois ce second rapport comporte un élément nouveau : il reconnaît que l'Union soviétique a rencontré de sérieuses difficultés ces trois dernières années dans sa production pétrolière : il annonce une « réforme fondamentale » et des « mesures radicales ». Elles concernent :

1. Les prix. Ceux-ci, qui atteignent actuellement 12 à 14 dollars la tonne (soit 2,75 dollars le baril), seraient modifiés dès le début de 1982. Le prix de référence, utilisé comme base de calcul par les planificateurs, pourrait être porté à 80 ou 90 roubles la tonne (1 rouble = environ 7 FF).

2. La technique. Tout serait mis en œuvre pour réduire la dépendance de



DE GIGANTESQUES RÉSERVES DE PÉTROLE. Malgré 5 à 6 milliards de tonnes de pétrole en réserves prouvées et dix fois plus en réserves potentielles, la production pétrolière soviétique est en baisse. Les zones pétrolières traditionnelles du Caucase, de la Volga et de l'Oural s'épuisent, malgré l'important effort entrepris depuis 10 ans pour accélérer l'exploitation des gisements sibériens et des débuts de prospection dans les mers de Barentz, de Kara et d'Okhotsk.

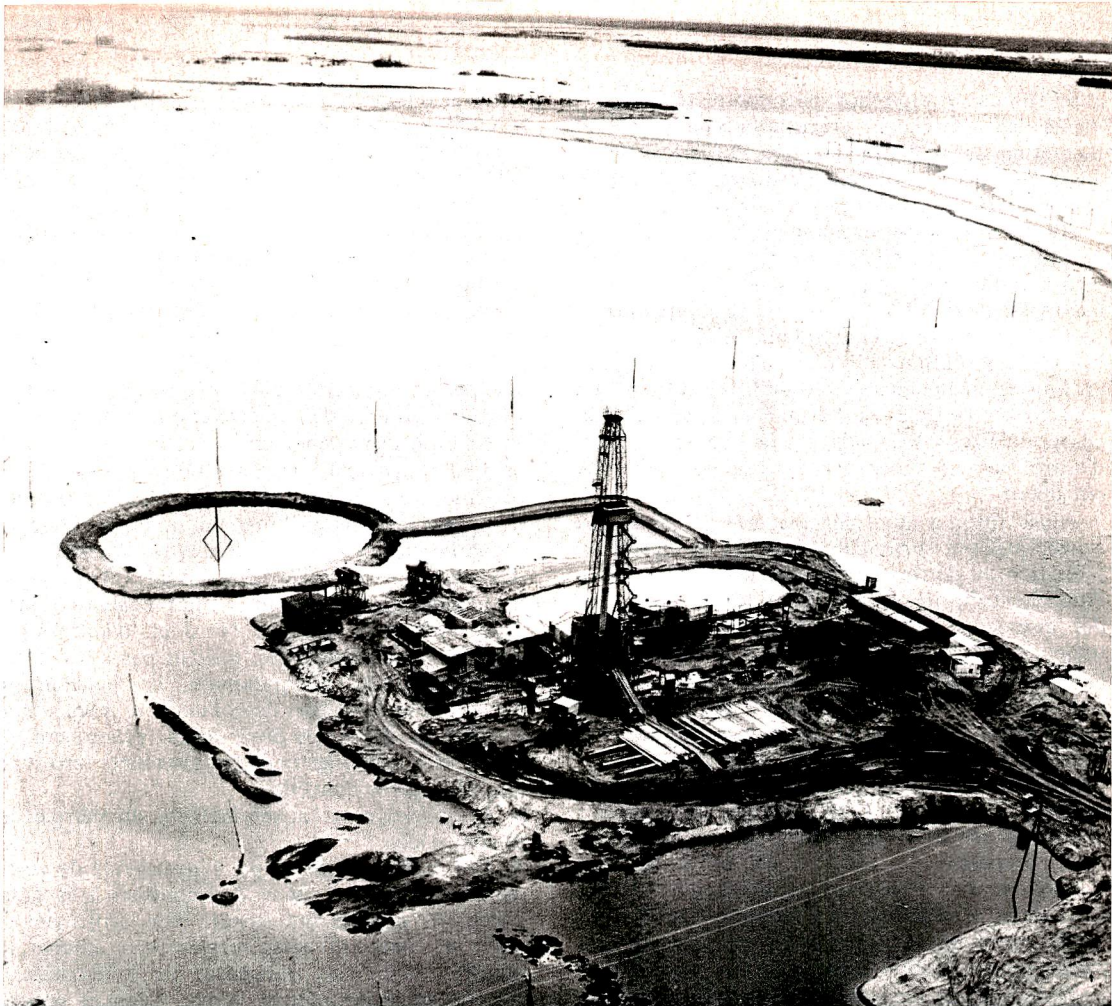
acquis une solide réputation dans l'étude des problèmes économiques soviétiques, sont beaucoup plus optimistes sur l'avenir pétrolier de l'U.R.S.S. « Ce pays, indique le rapport suédois, dispose de telles réserves qu'il ne saurait les épuiser avant la fin du siècle, même si le rythme d'extraction augmentait de 3 % par an et qu'entre-temps on ne découvrirait pas un seul baril supplémentaire de brut ». Evaluant ces réserves à 150 milliards de barils, soit quatre fois plus que les réserves prouvées des Etats-Unis, Petrostudies explique que c'est l'U.R.S.S. elle-même qui a volontairement minimisé ses chiffres officiels, afin de régler ses exportations à sa convenance, selon ses besoins en devises étrangères.

Cette interprétation des faits n'a pas totalement convaincu les experts occidentaux, dont certains ont soupçonné l'étude de Petrostudies d'avoir été

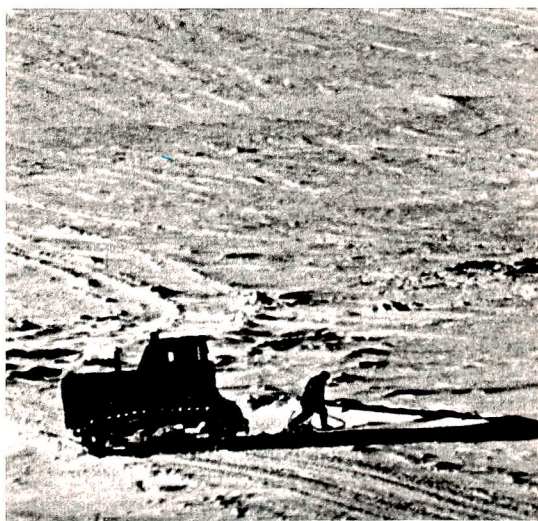
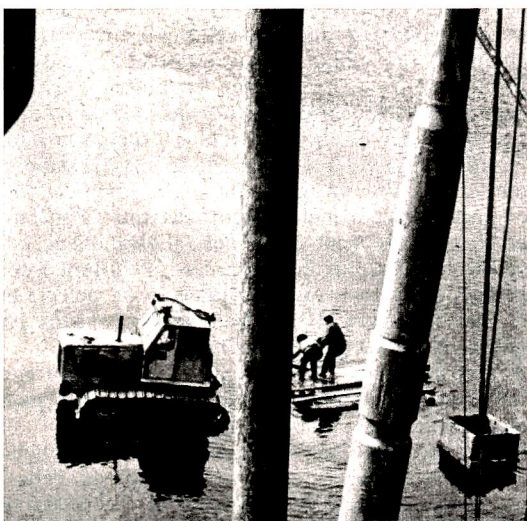
l'URSS vis-à-vis du matériel de forage américain.

« Ainsi, conclut Petrostudies, la production soviétique de pétrole devrait croître rapidement à l'issue de trois ou quatre années difficiles ».

Cela dit, que pensent les Soviétiques eux-mêmes de leur avenir pétrolier ? Interrogés sur les prévisions pessimistes de certains milieux occidentaux, ils ont répondu que celles-ci étaient entièrement fausses et qu'elles émanaient de gens qui prenaient leurs désirs pour des réalités. « Nous avons toutes les raisons de regarder l'avenir avec optimisme », assurait encore récemment un document de l'agence de presse Novosti. Cet optimisme ne repose pas seulement sur des indications géologiques favorables en régions nouvelles, mais



LE PÉTROLE DE TIOUMEN SE TROUVE SOUS LES MARAIS. Les pétroliers soviétiques extraient près de 300 millions de tonnes de pétrole par an au gisement de Samotlor dans la région de marécages de Tioumen. Une tonne de pétrole sur deux produite en Union soviétique provient maintenant de Sibérie.



DES CONDITIONS D'EXPLOITATION EXTRÊMEMENT DURES. En été la région de Tioumen est infestée de moustiques. Les engins s'embourbent, ce qui rend très difficiles les conditions de travail et d'acheminement du matériel. Les pétroliers ont dû mettre au point des systèmes de transport sur coussins d'air... En hiver, lorsqu'il fait — 50 à — 60 °C, il devient alors possible d'acheminer le matériel lourd sur les marais gelés. Les techniciens doivent alors faire face à une autre difficulté : les métaux cassent sous l'effet du froid.

aussi sur une exploitation plus complète des gisements déjà prospectés, grâce notamment à l'augmentation de la profondeur des forages et à un ensemble de techniques destinées à accroître le rendement des couches pétrolières.

Alors, qu'en est-il exactement des perspectives pétrolières de l'Union soviétique ? D'après les informations que nous avons pu réunir, il est indéniable que l'U.R.S.S. se trouve confrontée à de réelles difficultés tenant, d'une part, aux conditions d'exploitation : climat, terrains marécageux en Sibérie, températures de -50°C et zones de pergélisol (sol gelé en permanence) au-delà du cercle polaire, sables brûlants (en Turkménie) et, d'autre part, à l'organisation de la recherche pétrolière.

Ainsi jusqu'à une période très récente, les Soviétiques ont surtout multiplié les forages d'exploitation au détriment des forages d'exploration. Autrement dit, ils ont tiré tout ce qu'ils pouvaient des gisements connus et exploités depuis longtemps, négligeant quelque peu la prospection et la mise en valeur de nouvelles zones de production. Il en est résulté un décalage de plus en plus grand entre le rythme de croissance des réserves industrielles ⁽²⁾ et celui de la production. Si l'on prend pour base l'année 1961, dix ans plus tard (soit en 1971), les réserves industrielles n'avaient augmenté que de 70 %, tandis que la production avait progressé de 140 % ; en 1975, le taux d'accroissement des réserves atteignait 121 %, celui de la production était monté à 234 %.

De même qu'un commerçant ne peut pas impunément augmenter sans cesse ses ventes sans se préoccuper de reconstituer ses stocks, de même, à force d'exploiter intensivement les mêmes gisements sans en rechercher d'autres, on finit par se mettre dans une situation difficile. C'est ce qui est arrivé à l'U.R.S.S. A la longue, les zones d'exploitation les plus anciennes (Oural-Volga, Biélorussie, Ukraine, Caucase, Nord-Caucase, Asie centrale, Kazakhstan) ont donné des signes d'épuisement. Alors qu'elles fournissaient en 1976 plus des trois cinquièmes de la production soviétique (320 millions de tonnes sur 519), elles n'assuraient même plus, l'an dernier, la moitié de cette production (276 millions de tonnes sur 593). Et cette baisse, qui est d'environ 13 millions de tonnes par an, risque de se poursuivre et même de s'accroître. Certes, elle est actuellement compensée par le rendement exceptionnel des puits de Sibérie occidentale, mais l'U.R.S.S. a le plus grand besoin de trouver et de mettre en valeur de nouveaux gisements.

Ceux-ci ne manquent certainement pas. On estime en effet que le territoire soviétique renferme 37,1 % de l'ensemble des formations sédimentaires pouvant receler des hydrocarbures (viennent ensuite l'Amérique du Nord avec 22,4 % et le Moyen-Orient avec 10,8 %). Or la plus grande partie de ces gisements potentiels n'ont pas été explorés de façon poussée. Pourquoi ? Principalement pour des raisons de climat, de techno-

logie et d'infrastructures.

Qu'il s'agisse des plateaux continentaux des mers de Barentz, de Kara et d'Okhotsk, ou de la Sibérie septentrionale, toutes ces zones prometteuses se trouvent à des latitudes où, d'abord, les conditions de travail — et même simplement d'existence — sont extrêmement rudes et où, ensuite, la recherche et l'exploitation pétrolières se heurtent à des problèmes spécifiques. Parmi les difficultés majeures, citons :

- Les forages en zone de *merzlot*a (sol et sous-sol perpétuellement gelés) où, pendant la très longue saison froide, le pétrole, qui jaillit à 85°C , se solidifie instantanément.

- Les forages dans des mers prises par les glaces dix mois sur douze, alors que les Soviétiques n'ont pas encore parfaitement maîtrisé la technique des forages *off-shore*. Certes, ils exploitent des puits en mer Caspienne, mais, d'une part, les conditions de travail y sont beaucoup plus favorables qu'en mer du Nord et, d'autre part, dans cette mer intérieure, n'ayant pas à affronter la concurrence internationale, ils peuvent se passer des technologies de pointe. D'ailleurs, d'une manière générale, les Soviétiques recherchent en mer plus le prolongement des gisements terrestres que des nappes nouvelles.

- Le stockage et l'acheminement du pétrole en région glacée.

- Les problèmes posés par l'inexistence de voies de communication dans des contrées très éloignées des centres industriels. Non seulement il n'y a ni routes ni voies ferrées pour amener le matériel (lequel est transporté par hélicoptères), mais la géographie et le climat viennent encore détériorer une situation déjà précaire. Ainsi dans la région de Tioumen, qui ne compte pas moins de 45 000 lacs et étangs, au moment de la fonte des neiges tout le site pétrolier devient un immense marécage dans lequel s'enlisent tous les engins. Il faut donc utiliser des véhicules amphibies et mettre en œuvre des techniques spéciales de transport (déplacement des derricks sur coussins d'air, par exemple). En hiver, quand la température descend à -40°C , le sol est plus stable, mais le froid rend les métaux des engins et des équipements particulièrement cassants. Pourtant ce sont précisément ces zones inhospitalières qui se révèlent les plus intéressantes : à Tioumen, les géologues estiment que les réserves de pétrole et de gaz se trouvent à raison de 60 % sous les marais et de 20 % sous les lacs.

- Les problèmes soulevés par l'absence de toute infrastructure, tant au plan de l'habitat qu'au plan industriel. Tout doit être amené, entretenu et réparé sur place. En outre, comme aucune ligne électrique ne parvient jusqu'à ces régions, l'énergie nécessaire aux travaux et à la vie courante doit être produite sur le chantier.

- Enfin, l'inadéquation du matériel mis à la disposition des prospecteurs et, surtout, le manque de fiabilité des instruments de recherche géophysique. Le retard général qu'ont les Soviétiques

dans tous les secteurs développant une électronique de pointe se répercute ici sur l'appareillage de prospection sismique et, par contrecoup, sur l'efficacité des campagnes d'exploration.

Assurément, certains de ces problèmes ont déjà trouvé des solutions, grâce à l'expérience acquise en Sibérie occidentale ou à la technologie importée de l'Ouest, en particulier des Etats-Unis ; mais d'autres requièrent des moyens originaux qui ne sont pas encore au point et qui demanderont du temps avant d'être opérationnels.

Est-ce l'effet du premier rapport de la C.I.A. ou simplement une coïncidence (?) ? Toujours est-il que l'année 1977 a marqué le début d'un renouveau de l'industrie pétrolière soviétique, tant sur le plan de la recherche que sur celui de l'exploitation en régions nouvelles. En deux ans, le volume des travaux de forage a presque doublé (3,8 millions de mètres forés en 1977 et 7,5 millions en 1979). A la fin de l'année 1978, 39 brigades de forage en provenance des régions anciennes ont été envoyées en renfort dans la zone de Tioumen. D'autres brigades ont été également déplacées afin que l'objectif prévu pour 1980 (10 millions de mètres forés) puisse être atteint. D'autre part, la coopération avec l'Occident s'est développée, à la fois par l'importation de matériels et d'équipements très spécialisés et par la signature d'accords technologiques et financiers.

1. Matériel et équipements. Si l'on se fonde sur l'intérêt manifesté par les Soviétiques pour certains produits présentés à Moscou lors des expositions françaises d'équipements pétroliers et pétrochimiques (1975 et 1978) et sur les contrats déjà conclus avec des firmes occidentales, il ressort que les besoins de l'industrie pétrolière de l'U.R.S.S. portent principalement sur :

- les appareils destinés à la recherche géophysique et sismique et à l'exploration des fonds marins ;

- tout ce qui concerne l'automatisation et la télécommande des forages, de l'extraction et du transport ;

- les appareillages de mesure instantanée des forages et de sondage immédiat des couches traversées ;

- les équipements de forage en mer à partir de plates-formes ou de bateaux, ainsi que ceux destinés à l'exploitation des gisements à grande profondeur ;

- le matériel de stockage et de transport du pétrole sur terre et sur mer, ainsi que le matériel de raffinage primaire dans les conditions du chantier ;

- les équipements de sécurité sur les puits en cours de forage.

2. Accords de coopération. Ces accords concernent essentiellement trois zones :

- La mer d'Okhotsk et surtout l'île Sakhaline, où les partenaires occidentaux sont regroupés au sein d'une *joint venture* (SODECO) à participation japonaise majoritaire. La coopération porte ici sur la prospection et l'éventuelle exploi-

tation de nouveaux gisements. L'apport financier est de 100 millions de dollars US renouvelables.

- La Sibérie occidentale et principalement la Yakoutie. But : la recherche d'hydrocarbures. Participants : le Japon et les Etats-Unis, à 50 % chacun, pour une somme de 3,4 milliards de dollars US.

- La mer de Barentz, où il est question de ranimer un ancien plan de coopération franco-soviétique dont les investissements s'élèveraient à 100 millions de dollars US.

A la faveur de toutes ces indications, il est désormais possible de mieux comprendre la situation de l'industrie pétrolière soviétique. Il est certain que ses difficultés, exposées plus haut, dureront encore un certain nombre d'années (cinq ou six), à cause des délais nécessaires pour la prospection et la mise en exploitation de gisements de remplacement ou d'appoint. Or, pendant ce temps, les besoins mondiaux en pétrole continueront de croître. Ceux du COMECON aussi. Selon certains experts, ces derniers pourraient atteindre 180 millions de tonnes en 1985. L'U.R.S.S., qui couvre actuellement 90 % des besoins de ces pays, devra donc augmenter considérablement sa production si elle veut satisfaire leurs appétits. Sinon, ceux-ci se tourneront vers d'autres pays producteurs où ils se trouveront en concurrence directe avec les pays occidentaux, situation qui risque de déséquilibrer un peu plus le marché pétrolier déjà si fragile.

L'Union soviétique parviendra-t-elle à répondre à toutes ces exigences à la fois internes et externes, ou aura-t-elle besoin, elle aussi, du pétrole du Golfe ? Tout dépend en fait de la rapidité avec laquelle elle saura — ou elle pourra — tirer parti de ses immenses réserves. La récente décision (fin mai 1980) du président Carter de lever la partie de l'embargo touchant aux équipements pétroliers semble bien traduire les inquiétudes qu'ont les Américains de voir l'U.R.S.S. contrainte de s'approvisionner en pétrole arabe.

Encore ne faudrait-il pas confondre nécessité et opportunité politique : Moscou peut très bien n'avoir aucun besoin du pétrole des émirats et vouloir néanmoins étendre son hégémonie sur le Moyen-Orient, à seule fin de contrôler les sources d'approvisionnement occidentales.

Enfin, à l'instar des Américains qui préfèrent importer du pétrole étranger et conserver dans leur sol un produit qui prend chaque jour un peu plus de prix, qui sait si les Soviétiques ne seront pas tentés un jour de faire le même calcul !

Hélène GEDILAGHINE ■

(2) Dans la terminologie soviétique, les réserves industrielles sont égales à la somme des réserves prouvées en cours d'exploitation, des réserves prouvées en instance d'exploitation et des réserves probables. (au sens occidental du terme).

(3) Il est d'une pratique courante en Union soviétique (comme aux Etats-Unis, d'ailleurs) de se servir des études de l'adversaire pour rappeler à l'ordre les responsables politiques et économiques et exiger d'eux un effort supplémentaire.

La technique créatrice de chômage

Tout pays industriel veut être à la fois plus productif et plus compétitif. Ce qui le contraint à recourir à une technologie de plus en plus poussée. Or celle-ci, utilisant de moins en moins d'hommes, crée du chômage. Les pays industrialisés se dirigeraient donc vers un avenir bien sombre. A cette différence près que l'artisanat, lui, se développe. Encore faut-il en prendre conscience.

■ Condamnée à être de plus en plus productive, la France l'est-elle aussi à compter toujours plus de chômeurs ? Pas obligatoirement, si l'on admet qu'à côté d'un secteur à haute technologie, créateur de chômage, se développe un secteur artisanal, créateur d'emplois.

De nombreux experts voient dans l'évolution technologique une menace pour la cohésion sociale de la nation. Maintenant que le souci de productivité touche, les uns après les autres, tous les secteurs de l'économie, il devient clair, en effet, que le progrès technique est le premier responsable du chômage actuel. Produire en restant compétitif par rapport aux pays étrangers, et notamment à ceux où les salaires sont bas, exige de plus en plus de machines et de moins en moins d'hommes. On sait déjà, même — surtout — si l'économie se porte bien, que le seuil actuel de 1,5 million de chômeurs, fixé comme la limite socialement supportable, sera de très loin dépassé sous quelques années : les experts les plus optimistes avancent deux millions, deux millions et demi de chômeurs dès 1985.

L'argumentation n'est pas neuve : sans aller chercher aussi loin que les révoltes de canuts qui jetaient dans le Rhône les métiers à tisser, il suffit de se référer aux prévisions qui avaient cours dans les années cinquante, quand l'automatisation, qui n'était pas encore

devenue l'automation, commençait à permettre la construction d'usines entières dirigées par trois ou quatre personnes. Mais ce qui n'était alors que théories pessimistes se trouve avéré cruellement, indépendamment de tout système politique.

« Il existe un rapport très étroit entre technologies nouvelles et productivité de la main-d'œuvre » déclarent ces experts, réunis pour la préparation du VIII^e Plan. « Tout indique que, dans les années à venir, d'importantes réductions des heures de travail seront réalisables pour un même niveau de production dans l'agriculture (influence des bio-techniques) et dans l'industrie (robotique), où le palier de saturation des gains de productivité est loin d'être atteint. Mais, pour la première fois, les progrès d'efficacité productive apparaîtront également dans le domaine des services (bureautique), ce qui entraînera des effets particulièrement importants sur l'emploi. Il est certain que les gains de productivité dans les services vont aller plus vite que la création d'emplois par le développement de nouveaux services, au moins pendant les 5 ou 10 années à venir. »

Titre du rapport dont nous extrayons ces lignes : « La société française et la technologie ». Limiter les gains de productivité, il n'en est pas question. La guerre économique qui est engagée ne fera en effet que s'accroître :

« Bien plus difficile à mobiliser que dans un conflit armé, la population sera cependant appelée à relever un défi dont les conséquences seront aussi graves pour son avenir qu'une éventuelle occupation étrangère. » Laisser les gens inoccupés n'est pas non plus envisageable : « Il deviendra probablement intolérable aux hommes de rester inactifs ou passifs pendant la totalité de leur temps libre. »

Devant cette impasse, il faut bien envisager une transformation de l'emploi et l'émergence d'une nouvelle forme de société, de socio-économie. C'est ce que font deux membres de ce groupe de travail, J. Amado, directeur de la Société d'études et de recherches, et C. Stoffaës, chef du Centre d'études et de prévision du ministère de l'Industrie, en proposant la société « duale ».

Cette société serait divisée volontairement en deux grands sous-ensembles d'activités et d'individus. D'un côté, les secteurs exportateurs et vulnérables à la concurrence internationale : l'effort de productivité y serait exercé avec la plus grande vigueur. De l'autre, les secteurs naturellement protégés par les frontières ou par les monopoles d'Etat (administration, éducation, santé, hôtellerie, SNCF, etc.) : la productivité y serait au contraire tempérée, voire volontairement freinée. D'un côté, des hommes « modernes », aptes à manier l'informatique, les techniques de pointe, les langues étrangères et passant une partie de leur vie à l'étranger. De l'autre, des hommes incarnant l'héritage de nos traditions culturelles, plus lents à intégrer les technologies modernes, moins mobiles, disposant d'un revenu moindre, mais d'un mode de vie plus convivial et plus classique.

Une société « duale » capable d'amortir le choc du changement

Cet archaïsme, volontairement maintenu sur certaines structures inaccessibles à la concurrence étrangère, constituerait une sorte de thérapeutique contre les traumatismes du chômage de productivité. Et il permettrait d'étaler le choc du changement technologique en fonction des capacités d'absorption de la société : catégories non encore parfaitement intégrées à la société industrielle, catégories suradaptées, « pionnières », enfin, de la société post-industrielle et des nouveaux modes de vie.

Plutôt que de forcer la société française à choisir entre deux options, celle du changement ou celle du déclin, la socio-économie duale constituerait ainsi une voie moyenne. Elle découle de cette idée qu'il est préférable d'accepter une hétérogénéisation des modes de vie et des attitudes face au changement, d'assouplir la transition, d'allonger le délai d'ajustement, plutôt que de confronter la société française dans son ensemble au défi de la mutation rapide, qui risquerait de briser son consensus et de la faire éclater en groupes rivaux.

Les deux éléments constitutifs du système dual, disent J. Amado et C. Stoffaes, font partie d'un tout ; ils sont indissolublement complémentaires. Il n'y a pas, d'un côté, les productifs et les travailleurs et, de l'autre, les inutiles et les entretenus. « C'est une vieille loi de l'évolution biologique, celle de la suradaptation, que plus un système est performant, plus il est rigide et plus, de ce fait, il a besoin, pour ne pas se briser, d'être situé dans un environnement d'« amortissement » et de « protection ». Une voiture a besoin de « ressorts » proportionnés à la puissance de son moteur ; la loi ne subsiste que par la souplesse de la jurisprudence : le réseau autoroutier n'évite l'engorgement que par les itinéraires de déchargement. Il en est peut-être de même dans la mécanique économique. Un secteur à haute technologie est dépendant, en raison de sa rigidité, de sa fragilité, d'un vaste secteur traditionnel, capable, comme un ébredon, d'amortir les à-coups, les récessions, comme les montées en puissance et surtout capable d'assurer sa « sécurité rapprochée ». Cette notion est parfaitement connue des arts militaires. La pièce maîtresse du dispositif, rare, coûteuse et fragile, qu'il s'agisse du porte-avion ou du char, est toujours protégée par des unités légères, « dérisoires » et frustes, mais vitales, comme l'avis et le fantassin porté. »

Pas de sur-hommes, donc, ni de sous-hommes dans la société duale. Simplement la reconnaissance de la différence et de la pluralité, grâce auxquelles les uns enrichissent les autres. Grâce auxquelles surtout, peut-être, le secteur « archaïque » enrichirait le secteur à haute technologie, système fermé, répétitif, étouffant le génie qui ne naît que du désordre, tendant vers la mort s'il venait à se couper des racines du réel, de l'humain et de la faculté de se

transformer et de percevoir les ferments du changement. Ainsi que le notent plaisamment J. Amado et C. Stoffaes : « Quand nous deviendrons encore plus pauvres que nous ne sommes, nous n'aurons qu'une police de techniciens sophistiqués et une poste télé-informatisée. Il faut devenir riches pour nous offrir le luxe coûteux d'« hirondelles » et de facteurs. La croissance commence souvent par la massification des produits, qui permet d'abaisser les coûts unitaires, et se poursuit par la différenciation et la diversification des produits. »

Développer le secteur traditionnel, créateur d'emplois

Le secteur traditionnel, créateur d'emplois, éviterait de maintenir la société sur ce couple anti-naturel, sain ni socialement, ni politiquement, ni humainement, de celui qui travaille et de celui qui est assisté, dans son non-travail, par l'assurance-chômage. Ce qui suppose, bien sûr, de traiter différemment, sur le plan législatif et fiscal, la production de série et l'œuvre non répétitive. Car jusqu'ici, les lois sociales, à force d'être abstraites et anonymes, se retournent trop souvent contre ceux qu'elles veulent protéger et portent une part considérable dans la responsabilité du chômage. « A force d'avoir aligné le statut de la concierge sur celui du salarié de l'entreprise, on est arrivé à la suppression des concierges. Seule la délinquance a su profiter de cet état de fait. C'est la collectivité qui doit payer le prix de cette carence tant par l'accroissement insuffisant des forces de police que par le temps perdu par les facteurs à glisser le courrier dans la boîte individuelle... en attendant la suppression des facteurs. Il en est peut-être de même pour les porteurs de gare, mal remplacés par des chariots introuvables. »

Ce secteur traditionnel accueillerait ceux pour lesquels la qualité de la vie ne se mesure pas d'après des critères quantifiables de revenus, de possession d'appareils ménagers, etc, mais qui préfèrent donner au temps une signification différente et au prix des choses une valeur non marchande.

Rien n'empêche, par exemple, d'imaginer que, pour produire des yoghourts, coexistent des producteurs industriels de grande taille, à la recherche incessante de la technologie et de la productivité,

et des producteurs de quartier, allant chercher le lait chez le fermier et produisant de la manière la plus traditionnelle et la plus artisanale. « Les ouvriers travailleraient 8 heures par jour et bénéficieraient des congés payés. Les artisans travailleraient peut-être 18 heures par jour, les jours où ils auraient envie de travailler, sans congés pour ceux qui n'en souhaiteraient pas. La TVA serait pour eux au taux réduit, comme les cotisations sociales. La dureté de leur vie sera le prix de leur liberté et de la qualité de vie qu'ils auront choisie. »

Rien ne l'empêche, sauf que ce métier et bien d'autres, comme la haute-couture ou l'ébénisterie d'art, comme la reliure ou la petite entreprise maraîchère, etc., sont « artificiellement assassinés par une législation et une mentalité pseudo-égalitaires ». Et leur disparition est d'autant plus absurde que les développements actuels des technologies informatiques et des automatismes industriels, de la conception assistée par ordinateur, etc. permettront bientôt de produire en petites séries, diversifiées, avec autant d'efficacité économique, en termes de coûts de production, que la production moderne.

Une expérience qui a fait ses preuves en Italie et au Japon

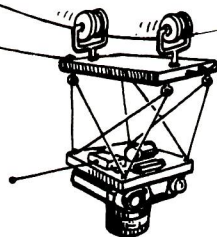
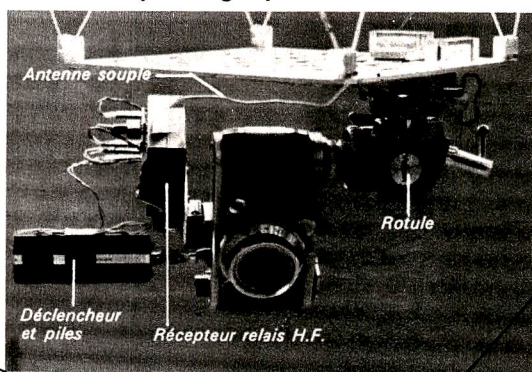
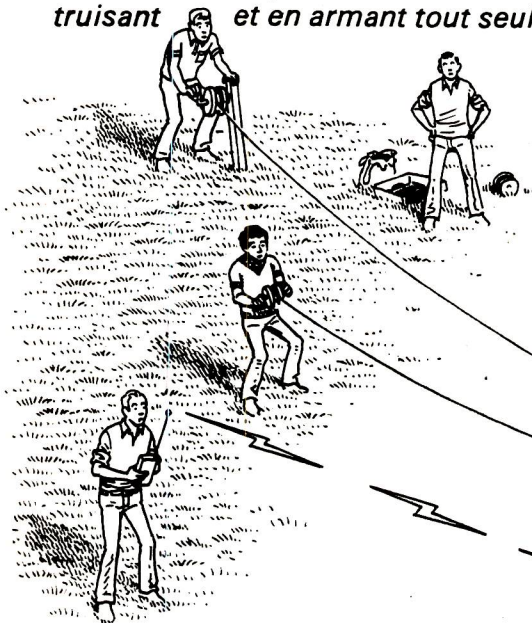
La socio-économie duale est loin de n'être que le rêve de quelques utopistes. A vrai dire, elle existe déjà et elle a fait ses preuves. En Italie, par exemple ou au Japon, où l'industrie rassemble moins de 30 % de la population et contribue pour 50 % au produit national brut. A côté de la grande industrie, dont les performances irritent le monde, vit le secteur traditionnel qui regroupe l'essentiel de l'agriculture et de la distribution, petites parcelles de quelques hectares exploitées par une famille, petites boutiques familiales, échoppes d'artisans, ainsi qu'un foisonnement de petits ateliers industriels artisanaux, extrêmement spécialisés.

Ce système a permis au Japon de surmonter la crise très rapidement, d'atténuer les problèmes de chômage, d'effectuer en douceur les transferts d'activités nécessaires d'une branche de l'économie à l'autre et, finalement, de sauvegarder le fameux consensus industriel du pays.

Gérard MORICE ■

Cerfs-volants et ballons photographes

Grâce aux progrès de l'électronique, on redécouvre la photographie à basse altitude par ballons et cerfs-volants, encore utilisée au début du siècle. Aujourd'hui, avec un peu d'astuce, tout un chacun peut s'initier à cet art : en construisant et en armant tout seul son cerf-volant photographe.



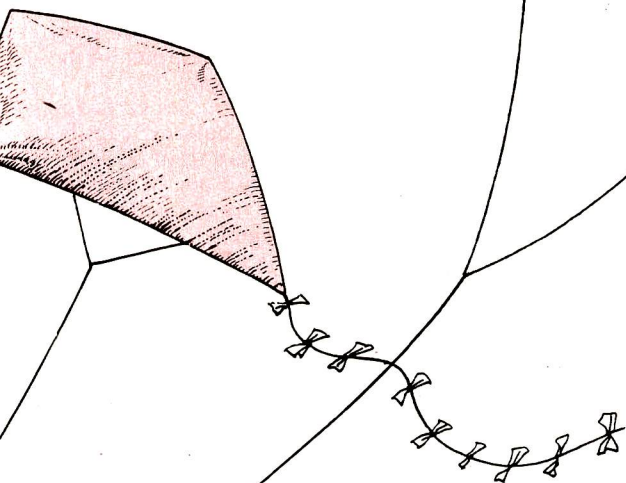
UN APPAREIL DE PHOTO AUTONOME

Un exemple de ce que l'on peut réaliser pour équiper un cerf-volant ou un ballon à gaz. Montée sur roulement à billes, la plate-forme est orientée (au sol) à l'aide du niveau à bulle (ici, pour une prise de vue verticale). Les signaux électriques sont transmis du sol jusqu'au récepteur haute fréquence par l'intermédiaire d'une petite antenne, puis transformés en signaux mécaniques par les relais actionnant le moteur qui arme l'appareil et celui qui le déclenche ; des accus et des piles alimentent le récepteur et les relais.

■ Jour et nuit la Terre est scrutée, observée, étudiée. Des objectifs attentifs, à bord d'avions et de satellites, la mitraillent des pôles à l'équateur pour renseigner en premier lieu les militaires, mais aussi les scientifiques. La photographie aérienne acquiert ainsi ses lettres de noblesse, tout en requérant des équipements de plus en plus chers, accessibles uniquement à l'échelon national voire international. Parallèlement, on assiste à une demande croissante de données à basse et même très basse altitude.

Repérer des sites archéologiques, reconnaître la diversité de certaines espèces végétales, rele-

ver des monuments dresser des inventaires typologiques régionaux sont autant de cas pour lesquels il n'est pas question de dégager des crédits importants. Seul, jusqu'à présent, l'avion de tourisme répondait à ces demandes, sans toutefois les satisfaire pleinement. Les appareils qui sont généralement loués à des aéroclubs ne sont, en effet, pas conçus pour de telles missions :



voiture basse, pas de trappe ou de hublot de prise de vues. Ils ne sont pas forcément disponibles le jour favorable ; de plus, il faut apprendre au pilote à évoluer dans des conditions assez différentes du vol normal, sans pour autant dépasser les limites qu'impose la sécurité, particulièrement dans les virages souvent nécessaires. La vitesse de défilement au sol, environ 100 km/h, ne facilite pas la multiplication des prises de vues, tandis que le cadrage et les angles de vue ne sont pas parfaitement maîtrisés. Ainsi une prise de vue verticale représente un véritable défi ! Et il n'est pas question de survoler des agglomérations à moins de 500 ou 1 000 m d'altitude, c'est interdit ! Pas plus qu'il n'est question de survoler à basse altitude des zones de montagne !

Tous ces handicaps, joints à un souci d'économiser l'énergie, ont conduit une équipe d'architectes ⁽¹⁾ à redécouvrir et remettre à jour une technique qui avait fait ses preuves avant le développement de l'aviation et avait été quelque peu oubliée : la photographie aérienne par ballons et cerfs-volants. « Pourquoi faire voler

Le train de cerfs-volants assure une sécurité plus grande au matériel mais demande une méthode plus fine. Pour faciliter les essais et permettre de changer de pellicule sans ramener tout le train de cerfs-volants au sol, on fixe sur l'amarre principale le matériel photo par l'intermédiaire d'une plate-forme mobile et orientable qui viendra glisser le long de l'amarre principale grâce à un autre cerf-volant qui ne sert qu'à tracter la charge.

des centaines de kilos de matériel avec un ou deux hommes à bord pour recueillir seulement quelques grammes de pellicule photographique ? » déclare volontiers Michel Dudon, leader du groupe. « Lorsque nous avons amorcé ce travail, il y a deux, trois ans, nous pensions innover » ajoute-t-il. Or il y a plus d'un siècle, en 1859, Nadar avait déjà pris un brevet de photographie aérostatique, tandis qu'Arthur Batut utilisait, à la fin du siècle dernier, des cerfs-volants pour réaliser des vues topographiques. Mais toutes ces méthodes étaient surtout utilisées par les militaires pour dresser des perspectives cavalières, ce qui explique peut-être leur rapide disparition dès l'apparition d'outils plus performants pour satisfaire l'art militaire.

Aujourd'hui, les matériaux et les techniques de télécommande ont évolué, permettant de remettre au goût du jour les ballons et les cerfs-volants, pour le plus grand intérêt des associations, des écoles, des archéologues ou écologistes amateurs et bien sûr des géographes, des urbanistes, des hydrologues qui ont parfois un peu trop tendance à mépriser ce type de moyens qui ressemblent à de gros jouets. Et pourtant, que d'avantages offerts : le coût d'abord, avec un peu de savoir-faire et un budget de 1 500 F, on peut déjà effectuer des clichés exploitables ; l'indépendance totale par rapport aux aéro-dromes ; la possibilité de photographier des régions dangereuses ou d'accès difficile (montagnes, glaciers, déserts, marais, forêts) ou dépourvues d'infrastructures comme certains pays du Tiers-Monde ; la possibilité de photographier des îlots au cœur des villes, sans autorisation spéciale au-dessous de 50 m d'altitude,

⁽¹⁾ Cette équipe fait partie du Centre de recherches méthodologiques d'architecture et d'aménagement (C.R.M.A.A.) de Nantes : leur recherche a fait l'objet d'un contrat du Comité de la recherche et du développement en architecture (C.O.R.D.A.).

pour vérifier l'état des toits d'une cathédrale par exemple ; la possibilité de faire des vols stationnaires et une variation infinie de points de vues ; la possibilité de travailler même avec un plafond nuageux très bas.

Suivant les conditions météorologiques locales, et suivant le budget dont on dispose, on choisira un équipement plutôt qu'un autre. Ainsi, dans l'Ouest de la France, c'est le ballon cerf-volant (dessins ci-dessous) à carène allongée pour offrir une faible traînée, avec un empennage arrière pour augmenter la stabilité, qui paraît le plus adapté, avec 333 jours en moyenne d'utilisation possible, pour des vitesses de vent faibles ou moyennes (entre 0 et 8 m/s). Des industriels français et britanniques commercialisent de petits ballons cerfs-volants qui coûtent de 2500 F à 15000 F suivant leur volume ; on peut également le réaliser soi-même, de nombreux ouvrages pouvant servir de guides.

Ces ballons sont captifs, c'est-à-dire qu'ils sont attachés et dirigés à partir du sol. Seul le matériel photographique est embarqué, la charge maximale ne devant pas dépasser 7,550 kg à 1000 m ; pour remplacer l'œil du photographe, on peut envisager d'associer à l'appareil photo une caméra vidéo ultra-légère, retransmettant au sol les images cadrées par

l'appareil, ainsi que leur réglage d'ouverture (tête vidéo de 300 g, unité de contrôle de 700 g, batteries entre 700 et 1500 g).

Pour l'amarrage il est préférable de rechercher une orientation stable plutôt qu'une position fixe dans l'espace. En effet, l'objet à photographier sort beaucoup plus rapidement du champ lors d'une rotation autour de l'axe de giration ou de l'axe de tangage, qu'en cas de translation parallèle à la ligne de visée.

Gonflé à l'hélium, qui permet l'ascension de l'ensemble par temps calme, le ballon est maintenu en altitude par le vent qui accentue la force ascensionnelle grâce aux surfaces planes de l'empennage jouant le rôle de cerf-volant et de stabilisateur. Pour un ballon de 4,90 m de long et de 3,04 m de diamètre, il faut compter 14 m³ d'hélium, soit environ 700 F de gaz.

Par temps venté (plus de 8 m/s), les cerfs-volants seront préférables aux ballons captifs. Pour utiliser un cerf-volant ou un train de cerfs-volants (voir dessin p. 98) il faut que la composante verticale de la force de traction soit aussi élevée que possible, relativement à la composante horizontale, puisqu'il n'y a plus d'hélium pour la sustentation. Ce sont les cerfs-volants cellulaires à deux brides qui répondent le mieux aux impératifs exigés : grande stabilité, possibilité d'orientation par rapport au vent dominant,

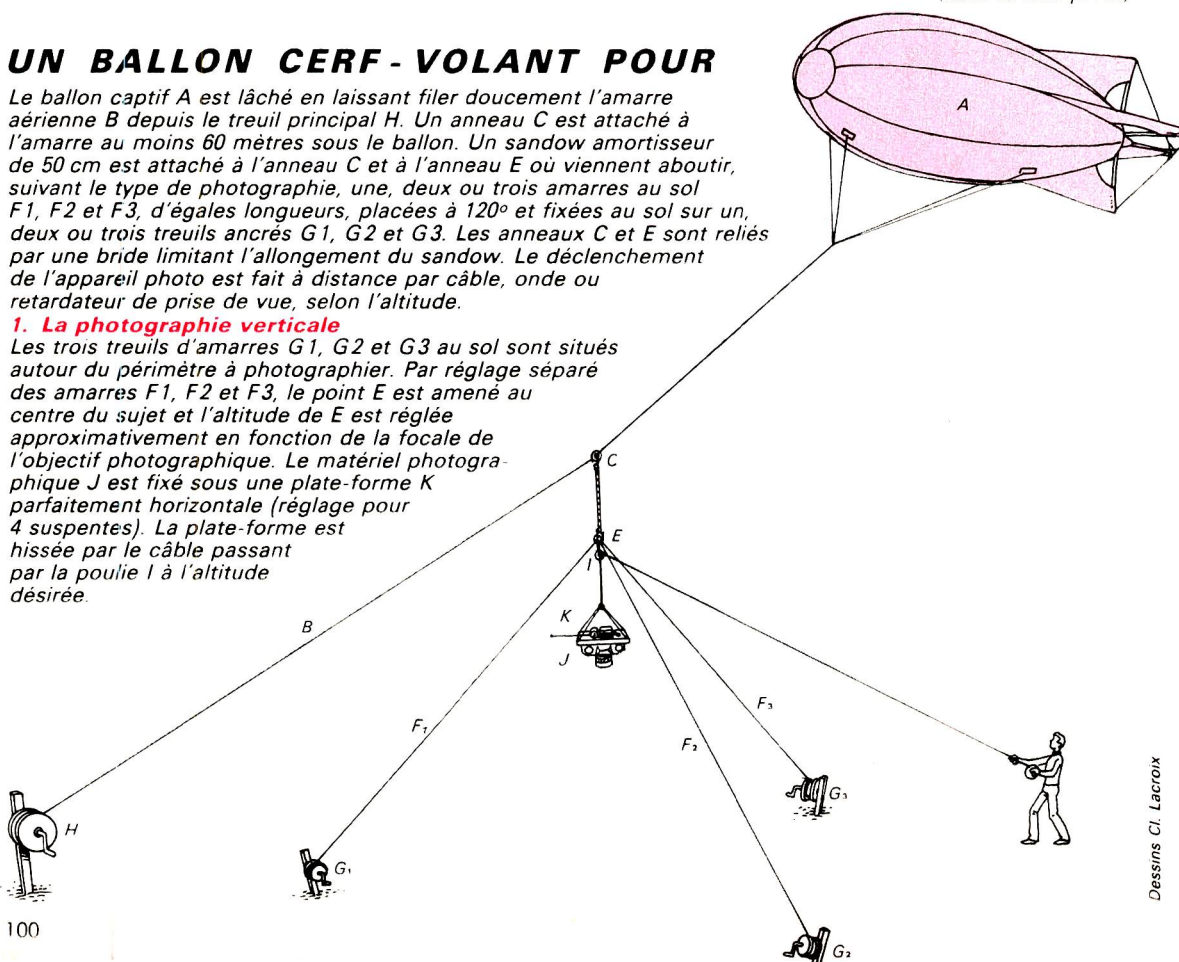
(Suite du texte p. 102)

UN BALLON CERF-VOLANT POUR

Le ballon captif A est lâché en laissant filer doucement l'amarre aérienne B depuis le treuil principal H. Un anneau C est attaché à l'amarre au moins 60 mètres sous le ballon. Un sandow amortisseur de 50 cm est attaché à l'anneau C et à l'anneau E où viennent aboutir, suivant le type de photographie, une, deux ou trois amarres au sol F1, F2 et F3, d'égales longueurs, placées à 120° et fixées au sol sur un, deux ou trois treuils ancrés G1, G2 et G3. Les anneaux C et E sont reliés par une bride limitant l'allongement du sandow. Le déclenchement de l'appareil photo est fait à distance par câble, onde ou retardateur de prise de vue, selon l'altitude.

1. La photographie verticale

Les trois treuils d'amarres G1, G2 et G3 au sol sont situés autour du périmètre à photographier. Par réglage séparé des amarres F1, F2 et F3, le point E est amené au centre du sujet et l'altitude de E est réglée approximativement en fonction de la focale de l'objectif photographique. Le matériel photographique J est fixé sous une plate-forme K parfaitement horizontale (réglage pour 4 suspentes). La plate-forme est hissée par le câble passant par la poulie I à l'altitude désirée.



QUEL MATÉRIEL CHOISIR ?

Type d'aéronef	Possibilités et limites			Prix (1)		
	Matériel photographique	Force du vent	Altitude	Équipement aérien	Équipement au sol	Frais de gonflage
Ballon à gaz 10 m ³	moins de 5 kg	de 0 à 5 km/h	50 à 300 m	2 000 F	de 500 à 1 000 F	500 F
Ballon à air chaud 70 m ³	10 à 15 kg	de 0 à 5 km/h	50 à 150 m	10 000 F	de 1 000 à 1 500 F	35 F
Ballon cerf-volant 14 m ³	7,5 kg	de 0 à 30 km/h	jusqu'à 1 000 m	3 000 F	3 000 F	700 F
Cerf-volant de 7 m ² Cerf-volant de 4 m ² Train de cerfs-volants	5 à 15 kg	de 7,5 à 45 km/h	plus de 1 000 m	800 F 600 F 2 200 F	1 000 F	néant

(1) Les prix correspondent à l'achat du matériel fini. Avec un peu d'ingéniosité, on peut les réduire au minimum.

bonne surface portante et grande rigidité pour une densité assez faible.

Deux modèles dont les plans datent du début du siècle se sont avérés particulièrement adaptés : le cerf-volant de type « Gomes » et celui de type « Saconney ». C'est tout à fait par hasard que Michel Dudon et son équipe les ont retrouvés, après avoir vainement cherché à les obtenir aux archives historiques du musée de l'air ou des armées. A la Guerche-de-Bretagne vivait un cordonnier de 82 ans ; ce brave homme avait une passion qui consistait à construire des cerfs-volants, dont il avait trouvé les plans dans de vieilles revues d'autrefois : c'était justement le précieux « Saconney » recherché. Quant au « Gomes », non moins recherché et qui était utilisé au début du siècle pour faire des mesures météorologiques dans les régions polaires, on le trouvait encore chez le marchand de jouets d'un village de Loire-Atlantique, à Préfaillies, lequel en possédait encore la licence.

Plus communs, les cerfs-volants dièdres de type « Eddy » (ou assimilés) ainsi que des cerfs-volants dirigeables « Dunford » peuvent être utilisés pour soulever du petit matériel (moins de 1 kg). Une bonne connaissance du site et de la météorologie reste néanmoins nécessaire si l'on veut éviter des retours au sol brutaux, peu souhaitables pour le matériel photographique. De loin les plus économiques, ces équipements

demandent du doigté et de la patience pour les réglages et les mises au point. Ils sont surtout valables en zone rurale à faible relief, là où soufflent des vents dominants réguliers.

Dans les villes, où les lignes électriques, téléphoniques et les antennes constituent autant d'obstacles, on peut utiliser de petits ballons captifs sphériques gonflés à l'hélium. On peut même envisager de photographier par ce procédé des chapiteaux, des fresques ou des mosaïques à l'intérieur d'une cathédrale.

Quant au matériel photographique, il doit être robuste et posséder :

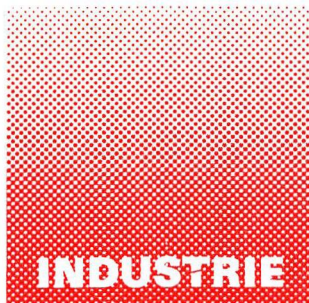
- des objectifs interchangeables ;
- un moteur mécanique ou électrique ;
- une télécommande ou la possibilité d'en adapter une ;
- un automatisme de l'exposition par servodiaphragme (et non servo-vitesse car on travaille souvent au 1/500 ou 1/1 000) ;
- un dos à moyenne capacité (250 vues) ;
- la possibilité de couplage des déclenchements pour utilisation avec un autre appareil ;
- un poids le plus faible possible.

A titre de comparaison, une photographie aérienne IGN (Institut géographique national) de format 19 × 19 cm à l'échelle du 1/25 000 couvre 4,75 × 4,75 km, soit plus de 200 ha ; Or à 25 m d'altitude, en vue verticale, un appareil photographique 24 × 36 mm de distance focale couvrira un champ de 24 × 36 m. A 50 m, le champ sera de 48 × 72 m. Maillage des haies, marqueterie des champs, géométrie des zones industrielles s'inscriront alors sur la pellicule tout en conservant leur troisième dimension. Mais la photographie aérienne par ballons et cerfs-volants n'a pas que des aspects utilitaires. Le plaisir que l'on peut prendre à fabriquer son propre aéronef et à l'armer, l'originalité des clichés qui en résultent peuvent être autant de motivations susceptibles d'en faire un sport nouveau et d'enthousiasmer de nombreux adeptes.

PARTICIPEZ AU CONCOURS DE PHOTO AÉRIENNE PAR CERF-VOLANT

Si vous participez à ce concours organisé par le Cerf-Volant Club de France, vous devez adresser avant le 1^{er} octobre 1980, au moins trois épreuves (noir et blanc, ou couleur) sur papier au format 18 × 24 et maximum 6 photos aériennes dont l'une devra obligatoirement être prise en direction du point d'amarrage du cerf-volant au sol. Pour obtenir des renseignements complémentaires, écrire au : Cerf-Volant Club de France - 17, rue Lacharrière - 75011 Paris. Bonne chance... Voir p. 149 comment construire votre cerf-volant. □

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■



PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

INPI 1 : 400 000 brevets en accès direct

Chercheurs, inventeurs, industriels, peuvent désormais, sur simple appel téléphonique, obtenir en quelques minutes toutes les informations qu'ils désirent sur les brevets déposés et publiés en France depuis 1969 — soit plus de 400 000 titres de propriété industrielle. Et, dans les 24 heures, recevoir la documentation correspondante.

L'INPI — Institut national de la propriété industrielle — est ainsi le premier office de brevets au monde à mettre à la disposition du public, en conversationnel, grâce à l'utilisation des moyens télématiques, les données concernant l'ensemble des techniques, procédés et produits brevetés dans le pays depuis 10 ans.

Cette innovation améliore de façon spectaculaire la démarche traditionnelle de recherche documentaire, jusqu'alors longue et délicate. Les délais nécessaires pour obtenir l'information sur les brevets se trouvent réduits dans une proportion jamais atteinte et la procédure d'accès à cette information simplifiée à l'extrême, puisqu'elle est désormais limitée à une communication téléphonique.

L'interrogation de cette base de données, baptisée INPI 1, se fait selon douze critères d'interrogation simples, qui peuvent être croisés entre eux et permettre ainsi de trouver facilement et rapidement les réponses, par exemple aux questions suivantes : quelles sont les nouvelles inventions dans tel secteur d'activité ; dans quelle voie travaille la concurrence ; quelles sont les références complètes de telle demande de brevet publiée ; y a-t-il un brevet français revendiquant une priorité étrangère définie ; quel est l'état de la technique pour un brevet donné ; quels sont les créneaux industriels d'exploitation libre, etc.

Ultérieurement — dans les mois à venir — INPI 1 permettra également l'accès aux références des documents cités dans l'avis documentaire, l'accès au registre européen des brevets et l'interrogation en langage naturel de la classification internationale des brevets.

La documentation brevets devient ainsi un véritable outil, accessible à tous et non plus seulement aux services spécialisés que seules les grandes firmes avaient les moyens d'entretenir. Les responsables de l'INPI en sont bien conscients, qui disent : « En facilitant l'accès à l'information et à la masse documentaire, dont il est le seul dépositaire, l'INPI apporte une contribution majeure au développement de l'information industrielle. Il assure ainsi sa mission au service du public et de la recherche. »

INPI 1 est accessible directement pour les entreprises qui disposent d'un terminal et d'un contrat avec le serveur national Questel, maître d'œuvre du système télématique. Il l'est également à tous les abonnés du service d'information rapide de l'INPI, mis en place au siège parisien et dans les centres régionaux de Bordeaux, Lyon, Marseille et Strasbourg.

La création d'INPI 1 se situe dans le cadre d'une réorientation générale de l'établissement, devenue nécessaire. Jusqu'à ces dernières années, la protection des brevets et des marques a, en effet, constitué la part essentielle de l'activité de l'INPI.

Mais depuis l'entrée en vigueur, le 1er juin 1978, du brevet européen, l'office voit décroître progressivement son activité en matière de délivrance de brevets. Un mouvement dont on sait qu'il va s'accroître avec les prochaines mises en place du brevet communautaire, puis de la marque communautaire.

L'internationalisation de ces procédures, si elle fait perdre à l'INPI l'exclusivité de la délivrance et de l'enregistrement des titres de propriété industrielle, lui ouvre, par contre, de nouvelles perspectives d'action, dans d'autres secteurs.

Dépassant le simple rôle de conservateur qui a été le sien, l'INPI entend ainsi devenir un instrument dynamique de stimulation de l'activité inventive. En particulier en renseignant à tout moment créateurs et entreprises sur le milieu dans lequel ils évoluent. Ne dispose-t-il pas d'un fonds documentaire sans équivalent tant par l'ampleur des domaines couverts que par la fiabilité des renseignements fournis, et qui porte sur tous les aspects de l'activité industrielle, commerciale et technologique : situation juridique, état de la technique, signes de ralliement de la clientèle, esthétique industrielle, situation personnelle et financière des partenaires commerciaux ?

(Pour tout renseignement : Mme Savignon, INPI, 26 bis, rue de Léningrad, 75800 Paris Cedex 08 ; tél. : 522.53.71).

Idées reçues, idées fausses

Que se serait-il passé si le prix du pétrole avait été stable en 1979 ? Le bon sens — et tous les discours officiels — disent : l'économie française se serait bien portée, la croissance aurait été beaucoup plus forte, l'inflation infiniment moins élevée.

Telles ne sont pas pourtant — loin de là — les conclusions d'une étude à laquelle vient de se livrer l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), à l'aide du modèle METRIC (Modèle économétrique trimestriel de la conjoncture). METRIC permet de simuler ce qui se serait passé si certains événements n'avaient pas eu lieu, ou avaient été modifiés.

En fait, la hausse du prix du pétrole, qui a été l'un des deux événements économiques marquants de 1979, si elle a fortement dégradé notre balance commerciale (la facture pétrolière de la France a augmenté d'environ 20 milliards de francs) n'a eu, l'an dernier, des effets directs que limités sur la croissance économique française, réduite de 0,2 point, aussi bien que sur l'inflation, accrue de 0,8 point.

Que se serait-il passé si l'autre événement important de 1979, décidé, lui, par les pouvoirs publics dans le cadre de leur politique économique, la hausse des taux de cotisations sociales, n'était pas intervenu ? Certes le déficit des finances aurait été accru (+ 22 milliards de francs), mais la progression du produit intérieur aurait été très sensible : 1,10 % sur l'année. Les salariés, disposant d'un revenu plus élevé, auraient davantage consommé (+ 3,8 % au lieu de + 3 %) et épargné. Les entreprises auraient moins relevé leurs prix de vente et leur compétitivité aurait été meilleure. Le coût du travail salarié, plus bas, les aurait conduit à embaucher davantage et à freiner leurs investissements de productivité, qui réduisent la main-d'œuvre nécessaire.

De ces deux événements : hausse du prix du pétrole et hausse des charges sociales, c'est donc le second qui, de loin, a entraîné les conséquences les plus importantes sur l'économie et sur l'emploi.

Autre idée fausse mise en lumière par une autre étude de l'INSEE, celle qui veut que la croissance de la production industrielle entraîne une croissance du nombre des emplois

disponibles. Cette étude détaillée portant sur près de 300 produits industriels, montre que le redéploiement industriel, l'un des thèmes majeurs, depuis plusieurs années, de la politique industrielle française, s'il peut permettre de bâtir une économie plus solide, ne résoudra pas pour autant les problèmes de l'emploi. « A un niveau détaillé d'activité, la relation entre la croissance de la production et l'évolution de l'emploi semble particulièrement lâche, constatent les experts de l'INSEE. De multiples facteurs, à commencer par la productivité, s'interposent, en effet. Il convient dès

lors de se montrer particulièrement prudent sur les possibilités de résoudre les problèmes d'emploi par le seul jeu du redéploiement industriel. » Cette même étude montre que si les échanges extérieurs exercent une influence sensible, c'est encore la demande intérieure qui conditionne de manière déterminante le caractère favorable ou défavorable d'un marché. Certes il faut exporter, mais sans pour autant « mépriser », brider par trop la demande intérieure, faute de quoi les secteurs économiques bien portants eux-mêmes se trouveront à leur tour menacés.

MACHINISME AGRICOLE

Casse-noix industriel

La commercialisation de la noix se fait de plus en plus sous forme de cerneaux — la chair de la noix — de moins en moins sous forme de fruits en coques. En particulier pour la pâtisserie et la fromagerie, deux marchés en pleine évolution qui sont devenus gros consommateurs de noix.

Casser les noix sans abîmer les cerneaux est donc devenu un problème important au niveau industriel. D'où l'intérêt de cette nouvelle machine conçue par une entreprise grenobloise. Ce casse-noix industriel, qui ne nécessite aucun calibrage des fruits, comprend une trémie, un moto-réducteur et un rotor. Un des côtés de ce dernier sert de paroi à la trémie. Entraîné par le moto-réducteur, il comporte 36 cavités identiques qui, à chaque rotation, se chargent d'une noix. Ces cavités sont constituées par des saignées pratiquées en vis-à-vis dans les deux demi-plateaux, solidaires en rotation, qui constituent le rotor. Le premier demi-plateau, côté trémie, est monté fixe sur l'arbre. L'autre peut être incliné par rapport au premier grâce à un levier avec volant de réglage.

La noix tombe dans la cavité alors que celle-ci est presque verticale. Elle s'arrête lorsqu'elle rencontre les parois du cône : une petite noix descend donc plus qu'une grosse noix et se rapproche davantage du centre. Le rotor continuant sa rotation, et le levier étant réglé pour

imposer au deuxième demi-plateau l'inclinaison voulue pour obtenir son rapprochement du premier, la noix se trouve comprimée proportionnellement à sa distance au centre. Une petite noix subit ainsi une compression plus faible qu'une grosse, ce qui permet d'obtenir un maximum de cerneaux entiers.

Après cette compression, le deuxième demi-plateau s'écarte



et laisse tomber le cerneau et les brisures de coquilles. L'opération se poursuit ainsi en permanence pour les 36 postes de travail de la machine.

Ce casse-noix a une puissance de 0,75 ch, la vitesse de rotation de son rotor est de 8,1 tr/min. et son poids est de 350 kg. Capacité : 130 kg de noix par heure.

D'autres machines pour casser les fruits en coquilles sont à l'étude par le même constructeur : Machines et produits nouveaux, 7, rue du Général-Mangin, 38100 Grenoble ; tél. (76) 87.49.56.

CONCOURS

Bourse de la création d'entreprise

L'ARDIM — Association pour la recherche et le développement des moyens pédagogiques favorisant la création et le développement des petites, moyennes et nouvelles entreprises — décernera en décembre prochain une bourse de 30 000 F (2 500 F/mois pendant 12 mois) destinée à contribuer au revenu d'un créateur d'entreprise.

Cette bourse est exclusivement réservée à des étudiants en dernière année d'études ou ayant achevé leurs études depuis moins de 3 ans. Date limite de dépôt des candidatures : 20 septembre. Critères de sélection des projets : caractère original et réaliste du projet ; intérêt économique, industriel et commercial ; qualité de la présentation et de la rédaction.

La réalisation du projet du lauréat sera ensuite suivie par l'ARDIM qui coordonnera l'assistance des établissements et organismes membres de l'association. Ce qui n'est pas le moins intéressant, puisque l'ARDIM, qui s'est constituée pour promouvoir les options « création d'entreprise » dans les établissements d'enseignement supérieur, rassemble aussi bien des directeurs et professeurs de grandes écoles, que des dirigeants d'organismes spécialisés, des banquiers, des créateurs d'entreprises et des personnalités qualifiées.

(ARDIM, 1, rue de la Libération, 78350 Jouy-en-Josas, tél. 956.80.00, poste 347).

REPARATION

Un spécialiste des parachutes



Comme nombre de créateurs d'entreprises, c'est parce qu'il a été licencié pour raison économique que Guy Garnier s'est lancé dans l'aventure.

Début 1979, EFA, premier constructeur de parachutes, racheté par Zodiac-Aerazur, congédie 125 personnes, dont Guy Garnier, 47 ans, chef du bureau dessin, titulaire d'une capacité en droit et diplômé du Conservatoire national des Arts et Métiers.

La firme qu'il crée, Parachute-service, est la seule entreprise française sur son marché : l'entretien et la réparation des parachutes. Car le froid et l'humidité, les ultraviolets, l'électricité statique, sont autant de causes de dégradation, de pourrissement, de déchirures. La loi oblige du reste à les déplier et les replier tous les trois mois, pour vérification et élimination de l'électricité statique.

Jusqu'ici, en cas d'incident, il fallait retourner le parachute défectueux chez le constructeur. Opération longue et coûteuse. « Les constructeurs n'ont pas une vocation de service, constate Guy Garnier. Ils ne sont pas convenablement organisés pour la réparation. Et ils sont deux fois plus chers que moi. » La Direction générale de l'aviation civile lui a accordé l'agrément qui lui permet d'effectuer la réparation des parachutes de sauvetage et il attend l'agrément du ministère de la Jeunesse et des Sports pour pouvoir effectuer également l'entretien des parachutes de saut. Au total, un parc de quelque 5 000 parachutes.

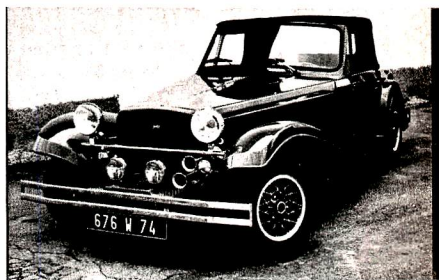
(Parachute service, 38, rue Gaston-Paymal, 92210 Clichy - Tél. 731.81.94).

AUTOMOBILE

Séries limitées

Un nouveau fabricant automobile vient de naître : la firme Suncar. Ses voitures ne seront pas celles de « M. Tout-le-monde » : les prévisions de vente sont de 80 véhicules pour 1980, 250 pour 1981 (60 % du marché européen)...

C'est que Suncar s'attaque au marché, nouveau en France, des voitures répliques des années



1930 à 1950. Des répliques et pas des reproductions : il s'agit de monter sur un châssis et une mécanique modernes une carrosserie inspirée de ce qui se faisait il y a 30 ou 50 ans. Morgan, Panther, Lafar... 45 constructeurs, aux USA, en Grande-Bretagne, en Suisse, au Brésil, fabriquent ainsi et commercialisent 3 500 voitures par an, la moitié vendue aux USA. Premier modèle de Suncar : l'Arpège, un cabriolet qui recouvre le long capot et les roues à rayons. Sous cette robe séduisante et rétro, le moteur et le châssis éprouvés de la Renault 5 TS. Coût : 65 000 F. (Suncar, place de la Mandallaz, B. P. 353, 74012 Annecy Cedex, tél. : (50) 45.70.07).

Le meunier, la chapelle et l'esprit d'entreprise

Conquérir, en 6 mois à peine, 60 % du marché français sur lequel elle avait décidé de se lancer, c'est la peu banale performance d'Eurochapelle. La firme fabrique et commercialise de la chapelle blanche, c'est-à-dire un composé de farine de froment, d'arômes naturels, de levure fraîche, d'eau et de sel utilisé par les fabricants de surgelés, de plats préparés et de certaines conserves dans le double but de « finir » leurs produits et de faire baisser leurs prix de revient, puisque plus il y a de chapelle, ou plus la chapelle est dense et lourde, et moins il faut de produit.

La France consomme chaque année 7 200 t de chapelle blanche, autrefois importées en totalité d'Allemagne, de Hollande, d'Italie et de Grande-Bretagne. C'est peu — bien que cela représente un déficit de 20 millions de francs dans notre balance commerciale — et la raison en est le retard de la cuisine industrielle : le Français consomme 2,5 kg de surgelés par an, quand le Britannique en absorbe 45 kg et l'Américain 75 kg. Et c'est précisément cette relative étroitesse actuelle du marché qui a permis à François Houzet de créer son entreprise : « La grande industrie ne s'est pas intéressée à cette production de volume beaucoup trop faible pour elle. » Et pourtant Eurochapelle a déjà commencé à exporter en Belgique et en Hollande.

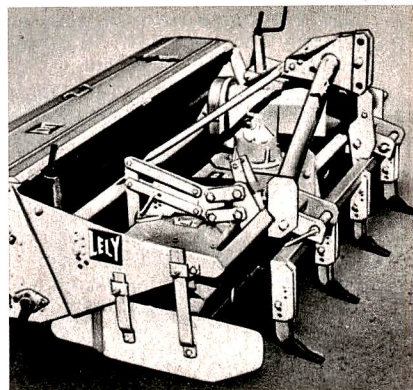
Ses atouts : l'approvisionnement en farine sur place et la proximité des firmes consommatrices d'abord, qui permettent des livraisons rapides et des prix plus bas (la plupart des fabricants de surgelés, en effet, ont leurs usines dans le nord de la France et en particulier à Boulogne). La densité de la chapelle ensuite, celle-ci étant fabriquée avec les blés du Nord, qui ne sont plus utilisés pour la fabrication du pain en raison même de cette densité élevée de leur farine. Si bien que, depuis qu'Eurochapelle a démarré, de petits moulins, que l'on croyait définitivement arrêtés, se sont remis à tourner. François Houzet est un homme du métier : il a été meunier pendant 20 ans et il a déjà mis au point une colle alimentaire destinée à la fixation de la chapelle — un produit qui, lui aussi, était sous contrôle étranger. C'est la vente de ce brevet qui lui a permis de réunir les 500 000 F du capital social de son entreprise.

A la fin de l'année, Eurochapelle devrait avoir conquis 80 %

du marché français et 15 % du marché européen de la chapelle. Un marché favorable : la consommation de produits panifiés est en pleine expansion. Et de nombreux débouchés semblent se dessiner : l'alimentation de jeunes animaux et des oiseaux, en particulier.

(François Houzet — Eurochapelle, rue Jean-Jaurès, Blendecques, 62570 Wizernes ; tél. : (21) 38.12.36).

■ ■ 9 200 chômeurs ont créé leur entreprise. l'an dernier, en bénéficiant des avantages prévus par la loi : prime d'un peu plus de 4 000 F et couverture sociale gratuite pendant 6 mois, notamment. 44 % des créations se sont effectuées dans le tertiaire, 36 % dans le bâtiment et les travaux publics, 20 % dans l'industrie. Parmi ces créations : 72,6 % d'entreprises individuelles, 17,4 % de S.A.R.L. ou de sociétés de personnes, 10 % de sociétés anonymes ou de sociétés coopératives ouvrières de production.



Préparation de la terre et semis d'herbe simultanés

Cette machine, particulièrement conçue pour l'aménagement et l'entretien des terrains de sport et de gazon soumis à de sévères exigences, effectue, en une seule opération, la préparation de la terre et le semis d'herbe. Le terrain est d'abord ouvert par quatre dents rigides. Puis une herse émotte la terre et la prépare pour l'ensemencement. Derrière la herse, un panneau de nivellement permet d'aplanir parfaitement la terre ensemencée.

Caractéristiques de la machine : largeur de travail : 2 m ; profondeur de travail réglable à ± 15 cm ; vitesse de travail : 3 à 5 km/h ; contenu du semoir : 125 l.

ENERGIE

Le vrai prix de l'essence

Le véritable prix de l'essence est relatif : il doit être ramené au niveau des revenus. C'est ce qu'a considéré la Commission européenne qui a déterminé le rapport prix de l'essence/revenu réel, en cherchant, pour chacun des Etats du Marché commun, la durée de travail que doit fournir un salarié pour payer le prix d'un litre de carburant.

Résultat : ce tableau que nous reproduisons et qui exprime, pour chaque catégorie de carburant, le prix d'un litre en minutes et en secondes de travail, selon le salaire horaire moyen des ouvriers de l'industrie manufacturière dans chacun des pays (salaire au 1^{er} octobre 1979, prix du carburant au détail au 1^{er} janvier 1980).

Pays	super	normal	Diesel
Allemagne	5'17"	5'2"	5'14"
France	10'5"	9'26"	6'51"
Italie	10'41"	10'20"	4'19"
Pays-Bas	6'0"	5'52"	3'57"
Belgique	6'16"	6'9"	4'1"
Luxembourg	4'24"	4'17"	2'46"
Royaume-Uni	7'36"	7'28"	8'3"
Irlande	7'58"	7'48"	6'20"
Danemark	5'7"	5'2"	3'5"

L'ordinateur le plus puissant du monde

En janvier prochain, Control Data commencera à livrer l'« hyper ordinateur », l'ordinateur le plus puissant du monde.

Le Cyber 205 peut traiter jusqu'à 800 millions d'opérations à la seconde, 8 fois plus que l'ordinateur le plus rapide de l'actuelle gamme Control Data, 3 fois plus que tout autre ordinateur aujourd'hui disponible.

Cette machine a été conçue pour les applications scientifiques et techniques les plus complexes : recherche aéronautique et aérospatiale, génie nucléaire, exploration pétrolière, météorologie, ingénierie et travaux publics, construction automobile, etc.

Dans chacune de ces applications, de formidables volumes d'information doivent être traités, triés, comparés et les résultats stockés. Ainsi une prévision météorologique globale de 24 h suppose des milliards de calculs qui, jusqu'ici, ne pouvaient être effectués suffisamment rapidement. Le Cyber 205 permettra de traiter les modèles météorologiques 10 fois plus vite que les ordinateurs actuellement sur le marché.

Caractéristiques du Cyber 205 : jusqu'à 32 millions d'octets de mémoire centrale (4 millions de mots de 64 bits) ; adressage de 17,6 trillions d'octets de mémoire virtuelle (2,2 trillions de mots de 64 bits) ; simultanéité des traitements vectoriels et scalaires ; opérations arithmétiques sur 64 et 32 bits ; jusqu'à 16 canaux d'entrées-sorties, possédant chacun un débit de 200 millions de bits-seconde, soit un débit global de 3,2 milliards de bits-seconde, le plus élevé jamais obtenu.

Le Cyber 205 n'utilise que 29 types différents de circuits LSI, tous embrochables. Il a été développé en utilisant des techniques de simulation assistée par ordinateur, permettant de détecter les erreurs de conception et les problèmes de synchronisation et de ramener le contrôle final à moins d'une nanoseconde.

Le Cyber 205 est fabriqué dans l'usine Control Data d'Arden Hills, dans le Minnesota.

800 bénévoles pour aider les jeunes entreprises

A Marseille, un jeune entrepreneur construit des tables-aquariums dans un logement exigu du vieux port. Son affaire marche bien, mais il voudrait l'agrandir et assurer une meilleure coordination de son produit. Et il ne sait pas comment s'y prendre...

En Provence, un artisan de 28 ans a inventé une lampe transformable qui fonctionne soit à l'électricité, soit à la bougie : il aimerait démarrer une fabrication semi-artisanale, mais a besoin pour évaluer ses chances de succès d'une petite étude préalable qu'il ne peut financer...

Dans le Sud-Est, une commune souhaite implanter un centre de formation de conducteurs de poids lourds sur des terrains restés inutilisés : avant de se lancer, elle voudrait connaître les besoins de la région pour ce type de formation.

Mis en place il y a quelques mois seulement, le programme E.G.E.E. — Entente des générations pour l'emploi et l'entreprise — a déjà reçu 150 demandes de ce type (et il en a satisfait une vingtaine) venant de jeunes entrepreneurs débordés qui ne disposent pas des compétences ou des moyens financiers et techniques nécessaires pour faire face, seuls, à leurs problèmes.

E.G.E.E. dispose aujourd'hui d'un réseau de 800 conseillers, répartis à travers la France. Ces ingénieurs, ces cadres ou ces autodidactes apportent bénévolement leur temps et leur expérience pour résoudre les cas qui leur sont soumis. Les demandes sont examinées et évaluées par des commissions qui choisissent les conseillers en fonction de leur compétence pour y répondre.

Les lecteurs de Science et Vie savent que des réalisations de ce genre ont déjà été lancées aux Etats-Unis et y fonctionnent avec succès. Ainsi entre autres, le programme S.C.O.R.E. (Service Corps of Retired Executives), mis en place en 1964, qui a constitué un réseau (9 500 personnes) de cadres bénévoles retraités au service des petites entreprises ; et le programme A.C.E. (Active Corps of Executives) qui a fait la même chose à partir de 1969, pour les cadres en activité (3 000 béné-

voles). Ces deux programmes lancés par la Small Business Administration, agence qui est directement rattachée à la présidence des Etats-Unis effectuent près de 160 000 interventions par an.

E.G.E.E. a été mis en place par l'Association des âges (A.D.A.) fondée il y a trois ans par la Caisse des dépôts et consignations, le Centre national de la recherche scientifique, le Centre d'études et de réalisations pour l'éducation permanente, la Fondation de France, la Fondation nationale de gérontologie et l'Union nationale des associations familiales. Buts de l'A.D.A. : lutter « contre la ségrégation des âges et contre l'affrontement des générations, particulièrement sensible dans les sociétés industrielles, en prouvant qu'il est possible de valoriser les richesses propres à chaque âge de la vie et d'enrichir la société des échanges entre les générations ».

E.G.E.E. recherche des bénévoles, actifs ou retraités, pour compléter son réseau, ainsi que des soutiens financiers, mais aussi matériels (locaux, informations, contacts, etc.).

Siège du programme : E.G.E.E., 9, rue Vauvilliers, 75001 Paris ; tél. 233.44.25. Antennes à Toulouse, Marseille et Montpellier.

■ ■ **Dragueur polaire.** L'Union soviétique a passé commande à un chantier naval finlandais d'un des plus importants dragueurs existant jusqu'ici (10 500 TPL). Surtout, il s'agit du premier navire au monde pouvant opérer dans les glaces, ce qui permettra d'allonger sur l'année la période d'utilisation du dragueur. Profondeur de dragage : 30 m. Capacité de pompage : 26 000 m³ à l'heure. La drague suceuse remplira les cales du navire sous 20 à 50 mn. A partir de quoi les boues de dragage pourront être soit évacuées directement à terre (jusqu'à une distance de 1 000 m), soit transférées dans des barges satellites du dragueur.

Des marchés à saisir

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent « bonnes à saisir » pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science 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 » c/o 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.



VÉHICULE TOUT TERRAIN À 6 ROUES MOTRICES

Quoi?

Un véhicule tout terrain conçu dès le départ en tant que tel et non pas dérivé, comme jusqu'à présent, des voitures automobiles ou des engins chenillés. Transmission sans pont et système de suspension à amortissement variable permettent une garde au sol importante.

Comment?

Les véhicules tout terrain connus qui dérivent de l'automobile ont une direction classique, ce qui les limite en général à deux essieux ou deux groupes d'essieux moteur, et une transmission par pont, suspendu ou non, ce qui pénalise la garde au sol et interdit pratiquement l'utilisation sur des terrains présentant des aspérités importantes (gros cailloux ou souches d'arbres) à moins de faire appel à de très grandes roues ou à des ponts portiques chers. Ces véhicules, dont les essieux sont relativement écartés, risquent en outre de frotter sur le sol au passage de fossés ou de dos d'ânes importants.

Ceux qui s'apparentent aux engins chenillés sont propulsés par six ou huit roues motrices en deux trains en tandem droite et gauche indépendants. Il s'agit soit de véhicules militaires sophistiqués, en général amphibies, très coûteux ; soit de petits véhicules amphibies à coque

plastique, de faible puissance avec de petites roues spéciales sans suspension et donc une garde au sol inexistante et une propulsion altérée en mauvais terrain par les pertes de contact des roues motrices avec le sol. Ces derniers sont surtout utilisés aux Etats-Unis et au Canada comme véhicules de loisir.

Ce nouveau véhicule remédie aux inconvénients de ces deux types de tout terrain grâce à son système de suspension et de transmission aux roues.

Les six roues, toutes motrices, sont reliées séparément au châssis par des bras longitudinaux débattant autour d'axes

horizontaux et des éléments élastiques simples (ressorts à boudins, barres de torsion, caoutchouc), à flexibilité variable ou non.

La transmission aux roues passe par les axes d'oscillation des bras de suspension et est calculée pour que le débattement des roues entraîne un glissement plus ou moins grand sur le sol, ce qui permet un amortissement de la suspension variable avec l'adhérence du terrain. Ces dispositions assurent une garde au sol importante (30 cm) sous toute la largeur du véhicule, même en utilisant des roues petites (roues de voiture), donc peu chères ; un contact permanent des roues avec le sol (motricité maximale) ; un certain confort en mauvais terrain, grâce à la suspension amortie à roues indépendantes ; au contraire une suspension dure à l'arrêt, voire inexistante quand les roues ne glissent pas, ce qui fait du véhicule un appui pratiquement fixe pour le tir, une visée, l'utilisation d'un organe de manutention, etc.

Pour qui?

Ce véhicule est protégé par brevet. Son concepteur cherche un partenaire pour passer du prototype à la fabrication.

UN APPAREIL POUR NE PAS S'ENDORMIR AU VOLANT

Quoi?

Un dispositif qui se place sous l'oreille et qui déclenche une alarme sonore dès que le conducteur commence à s'assoupir.

Comment?

Qu'il soit dû à la fatigue, pas toujours prévisible, que l'on ne sent pas forcément venir, et dont il est, en tout cas, impossible d'évaluer le degré, ou à la digestion, dont les effets sont totalement incontrôlables, l'assoupissement, deuxième cause d'accidents automobiles, est un élément que, jusqu'ici, rien ne permettait de surveiller.

Selon les statistiques de la gendarmerie nationale, la fatigue est responsable de 14,9 % des accidents corporels et de 20,6 % des accidents mortels survenant sur autoroutes.

Des études médicales ont prouvé que tout conducteur s'assoupissant au volant fléchissait automatiquement la tête toujours vers l'avant, jamais vers l'arrière ni sur les côtés. D'où l'idée de cet appareil : suivant les oscillations de la tête du conducteur, dont il surveille les différents degrés d'inclinaison, il déclenche une alarme sonore

Monte-lit à ressort

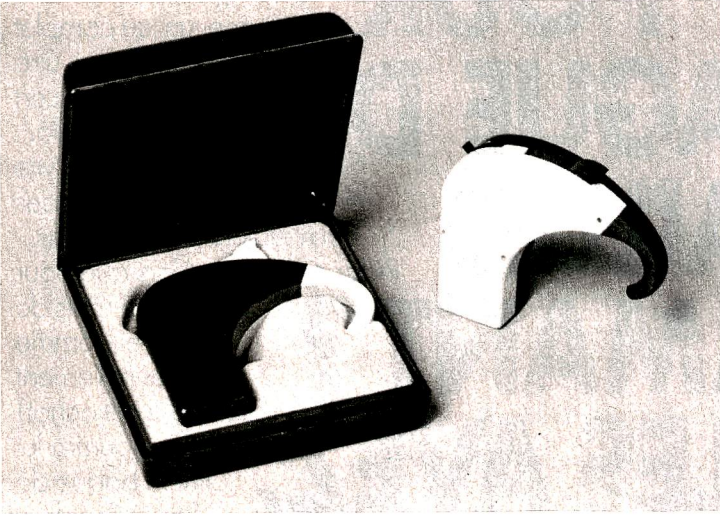
Encore à l'état de prototype, ce dispositif a été conçu pour lever les lits des hôtels, maisons de retraite, etc. à la hauteur voulue afin que le personnel puisse les faire sans avoir à se pencher. A l'origine, une firme suédoise qui a travaillé selon un cahier des charges établi par le syndicat ouvrier de l'hôtellerie. Ce monte-lit, un simple cadre métallique que l'on place sous le lit, un ressort permettant sans effort et par simple pression de la main de soulever ce dernier à hauteur désirée, pèse 28 kg. Il est adaptable à la plupart des types de lit, mais on ne peut l'actionner quand le lit est occupé : dans sa forme actuelle, il n'est donc pas utilisable pour les lits d'hôpitaux.

Rentabilité oblige, les Suédois ont calculé que ce nouveau dispositif serait économiquement viable même s'il ne réduisait que de 3 % l'absentéisme des femmes de chambre des hôtels, dû à leurs maux de dos, extrêmement fréquents. Autre avantage : le monte-lit permet également de réduire le temps nécessaire à faire les lits.

INDUSTRIE

Brevets à crédit

Les entreprises peuvent désormais avoir recours au crédit pour financer les frais d'extension à l'étranger d'un dépôt de brevet d'invention français. 70 % des dépenses (toutes taxes comprises) de dépôt et de procédure peuvent être ainsi obtenus avec un minimum de 15 000 F. Durée du crédit : 12 à 24 mois. Remboursement par mensualités ou trimestrialités égales, les conditions dépendant du niveau de l'investissement et de la durée du crédit et le montant de chaque échéance étant fixé une fois pour toutes au départ du contrat. Le conseil en brevet effectuant l'extension à l'étranger doit être agréé par l'Union française de banques. (Renseignements : Union française de banques, 43, quai de Grenelle (60 bureaux régionaux), 75738 Paris Cédex 15, tél. : 525.25.25, poste 835).



dès qu'un certain seuil est atteint. Ce seuil d'inclinaison au delà duquel l'alarme se déclenche est choisi et modifiable par chacun en fonction de son port de tête et de sa position de conduite particulière.

La forme de l'appareil résulte de la synthèse d'un large échantillon d'empreintes de contours d'oreilles. Ce qui lui permet d'être confortable. Et ce qui assure, grâce à son assise naturelle, une amplification du signal sonore par conduction osseuse à travers l'os temporal : les 86 décibels de l'alarme sont ainsi transmis à la fois par voie aérienne et interne.

Le sommet de la courbe acoustique est situé à 2 000 hertz, fréquence reconnue comme étant la mieux perçue par l'oreille humaine.

Le dispositif ne pèse que 15 g, pile comprise.

Pour qui?

L'appareil est protégé par brevets internationaux (10 pays). Il a été mis au point en collaboration avec un centre électronique acoustique réputé et testé sur les plans acoustique, technique et mécanique, par le Laboratoire national d'essais. Il commence à être fabriqué et déjà des flottes de transporteurs ont décidé d'en équiper leurs conducteurs. Il est susceptible de trouver d'autres applications, en particulier dans les secteurs transport public et industrie. Devrait intéresser de nombreux secteurs de distribution, depuis les stations-service et les accessoiristes automobiles, jusqu'aux entreprises d'optique et d'acoustique.

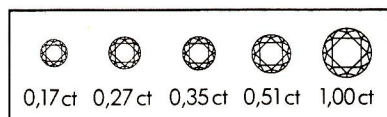
Comment passer dans cette rubrique? Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau faites-le-nous savoir : un brevet qui dort au fond d'un tiroir n'a jamais enrichi personne... Adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus succinct et le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype ainsi que tout document attestant son bon fonctionnement. Enfin, faites preuve de patience et de tolérance : nous ne pouvons présenter toutes les inventions et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

Science et Vie rappelle à ses lecteurs que grâce à des accords exclusifs passés avec « Technotec » et avec « Transinove », outils informatiques de transferts de technologies, fonctionnant à l'échelle internationale, notre revue offre aux inventeurs-innovateurs, dont nous publions chaque mois les créations dans « Des marchés à saisir », l'insertion gratuite de leur invention, pendant un an, dans ces deux banques de technologies. D'autre part, la SOFIREM (Société financière pour favoriser l'industrialisation des régions minières) prendra contact directement avec les responsables des innovations qu'elle juge particulièrement valables.

3000 F POUR UNE BAGUE DE FIANÇAILLES EN DIAMANT? VOUS LES AVEZ, VOUS?

Et pourtant si vous faites le compte... un nouveau costume, un jeu complet de filtres photo, une place de concert par-ci... par-là... 3000 F, c'est vite dépensé et pour des choses qui n'étaient peut-être pas... indispensables. Alors que pour environ un mois de salaire (somme traditionnellement réservée à cet achat) vous pourriez lui offrir la bague de fiançailles dont elle rêve.

Une bague avec un diamant. Ce qu'il y a de plus beau, de plus pur... d'éternel. Et pour vous, le cadeau le plus important de votre vie.



Voyez votre bijoutier, il saura vous informer, vous conseiller et vous aider à trouver parmi tous les diamants celui qui correspond à votre goût et à votre budget... même si vous avez besoin de facilités de paiement.



Fédération Nationale
des Bijoutiers-Joilliers

Quand vous verrez le panneau ci-dessus en vitrine, sachez que vous n'en serez que mieux accueilli et qu'il vous sera remis gratuitement la brochure éditée par le Centre d'Information du Diamant, 22 avenue Matignon, 75008 Paris.

LE POINT SUR LA MISE AU POINT AUTOMATIQUE

Voilà trois ans environ, nous avons vu apparaître sur le marché les premiers appareils photographiques d'amateur réglant automatiquement l'objectif sur la distance à laquelle se trouve le sujet. Leurs dispositifs de mise au point, peu précis, furent considérés plus comme un argument commercial destiné à favoriser les ventes que comme un perfectionnement réellement efficace. Où en est-on aujourd'hui de la mise au point et de son automatisa-

► Le but de la mise au point, c'est, en substance, d'obtenir que l'image du sujet qui doit impressionner la pellicule soit nette. Comme il n'existe, pour chaque distance sujet-pellicule, qu'une seule position où une telle image existe, il faudra donc mettre au point, c'est-à-dire ajuster en conséquence la distance objectif-pellicule.

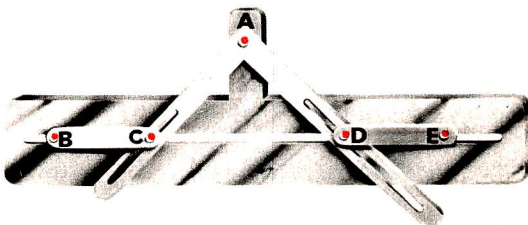
Dans nombre de nos appareils modernes de qualité, un coup d'œil dans le viseur permet de s'assurer visuellement de ce réglage : en tournant manuellement dans un sens ou dans l'autre la bague de l'objectif, nous faisons avancer ou reculer ses lentilles jusqu'à voir notre sujet bien net. Prise ainsi, la photo ne sera pas floue.

Aujourd'hui, la tendance en matière de photo est de plus en plus vers l'automatisation de cette mise au point. Mais avant d'aborder l'automatisation à proprement parler, deux mots sur les progrès des dispositifs de mise au point eux-mêmes. En effet, les fabricants d'appareils et d'objectifs poursuivent des recherches systématiques qui aboutiront à la réalisation de systèmes fiables qui équiperont tous matériels, photo et cinéma. Certains projets, comme ceux de Carl Zeiss en Allemagne, sont ambitieux : une partie du dispositif de mise au point sera implantée dans l'objectif même. Il ne sera plus assuré par un déplacement d'une partie de la monture, comme cela se passe lors du réglage des objectifs actuels, mais par celui d'un groupe de lentilles. Cette technique qui fait appel à des lentilles dites flottantes, n'est pas nouvelle. Elle est à la base du zoom dans lequel la variation de la focale est obtenue par déplacement d'un groupe de lentilles. Elle est aussi employée dans les objectifs classiques, pour corriger les effets des

aberrations sphériques durant la mise au point afin de réduire les pertes de définition aux courtes distances.

Aujourd'hui, grâce à de nouveaux verres d'optique et aux possibilités de calcul des ordinateurs, les opticiens se préparent à demander plus aux lentilles flottantes : réaliser la mise au point tout en maintenant le maximum de définition à l'image. Quant à l'automatisation de cette mise au point, elle peut être aisément assurée par l'électronique qui permet la fabrication d'unités miniaturisées de programmation et de traitement des informations. Ainsi, les constructeurs d'appareils et d'objectifs espèrent-ils bien réaliser enfin l'un de leurs plus vieux rêves. La mise au point automatique, en effet, est déjà une vieille idée.

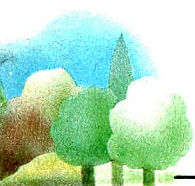
Lors d'une conférence qu'il fit à Londres à la fin de 1907, un collaborateur de la revue *La*



Le procédé Carpentier (1898). Il est constitué d'une lame métallique comportant une rainure et d'une équerre dont les branches comportent également des rainures. En faisant basculer cette équerre autour de son angle (A) on obtient le déplacement des ergots B, C et D, E dans les rainures et, en même temps, des bielles tenues par ces ergots. Le système a été établi de telle sorte que l'image en B soit constamment nette lorsqu'on déplace E qui commande l'objectif.

Photographie fit état de la grande économie de temps qui pourrait résulter, lors de la prise de vue photographique, de l'adoption d'une liaison automatique des trois éléments essentiels de tout appareil, « porte-modèle ⁽¹⁾, objectif et plaque sensible, une telle liaison pouvant éviter les longs tâtonnements qu'exigent le plus souvent la mise au point et la mise en grandeur ».

Cette idée, qui pouvait s'appliquer à une chambre grand format du type de celles qu'on utilisait à l'époque, avait déjà été réalisée une dizaine d'années auparavant pour obtenir automatiquement une dimension déterminée d'image. Elle avait en effet fait l'objet d'un brevet déposé en 1898 par l'ingénieur J. Carpentier. Le système, constitué d'une lame et d'une équerre métalliques, assurait une liaison cinématique telle que tout déplacement de l'un des éléments,



Sujet

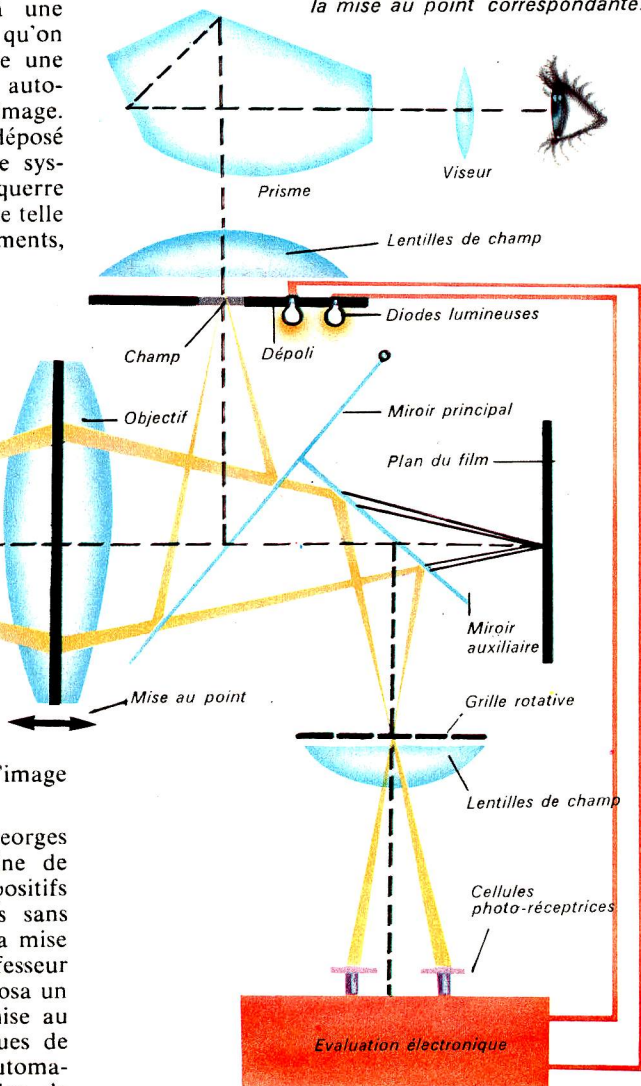
support du sujet, objectif et support de la plaque sensible, relativement à un autre entraînait un déplacement du troisième en maintenant l'image constamment nette.

Quelques mois après Carpentier, Georges Frégot communiquait à la Société lorraine de photographie le détail de plusieurs dispositifs mécaniques avec bielles, cames et vis sans fin assurant le maintien automatique de la mise au point. Le 9 mai 1900, G. Roenigs, professeur de mécanique physique à la Sorbonne, déposa un brevet concernant un autre système de mise au point fondé sur les propriétés géométriques de l'inverseur Paucellier : la conjugaison automatique des deux plans image et sujet (dos de l'appareil et objectif) était assurée par un jeu de parallélogrammes articulés.

Ce dispositif fut amélioré en 1929 par E. Demichel qui assura sa commande par moteur électrique et le monta sur de grandes chambres d'atelier.

(1) Il s'agissait, dans ce cas précis, d'appareils agrandisseurs ou de photographie d'objets rapprochés, d'où la présence d'un élément porteur du document. Dans les appareils de prise de vue ordinaires, ce porte-modèle n'existe évidemment pas puisque le modèle n'est autre que le sujet.

Détection d'un faisceau réfléchi. L'appareil comporte un émetteur de rayonnement (infrarouge par exemple) ou d'ultrasons. Ce faisceau est recueilli par un récepteur après réflexion sur le sujet. Le temps mis par l'onde à parcourir le trajet appareil-sujet-appareil détermine la distance à laquelle se trouve ce sujet. Les couples temps-distance sont programmés dans le système et un petit calculateur compare le temps mesuré à ce programme et commande au moteur la mise au point correspondante.



Il fallut cependant attendre la guerre de 1939-45 pour qu'apparaissent les procédés électriques ou électroniques. Ils firent appel soit à une ou deux cellules photo-électriques mesurant la lumière de l'image formée sur l'axe optique dans le voisinage du plan focal (la luminosité étant maximale pour l'image nette), soit à un émetteur récepteur de rayonnement (infrarouge, ultrasons, rayon laser) parcourant le trajet appareil-sujet-appareil afin d'en déterminer la longueur.

L'un des premiers de ces procédés, l'OPTAR (Optical Automatic Ranging) date de 1945. Il fut conçu par le Dr H.L. Kallmaun et per-

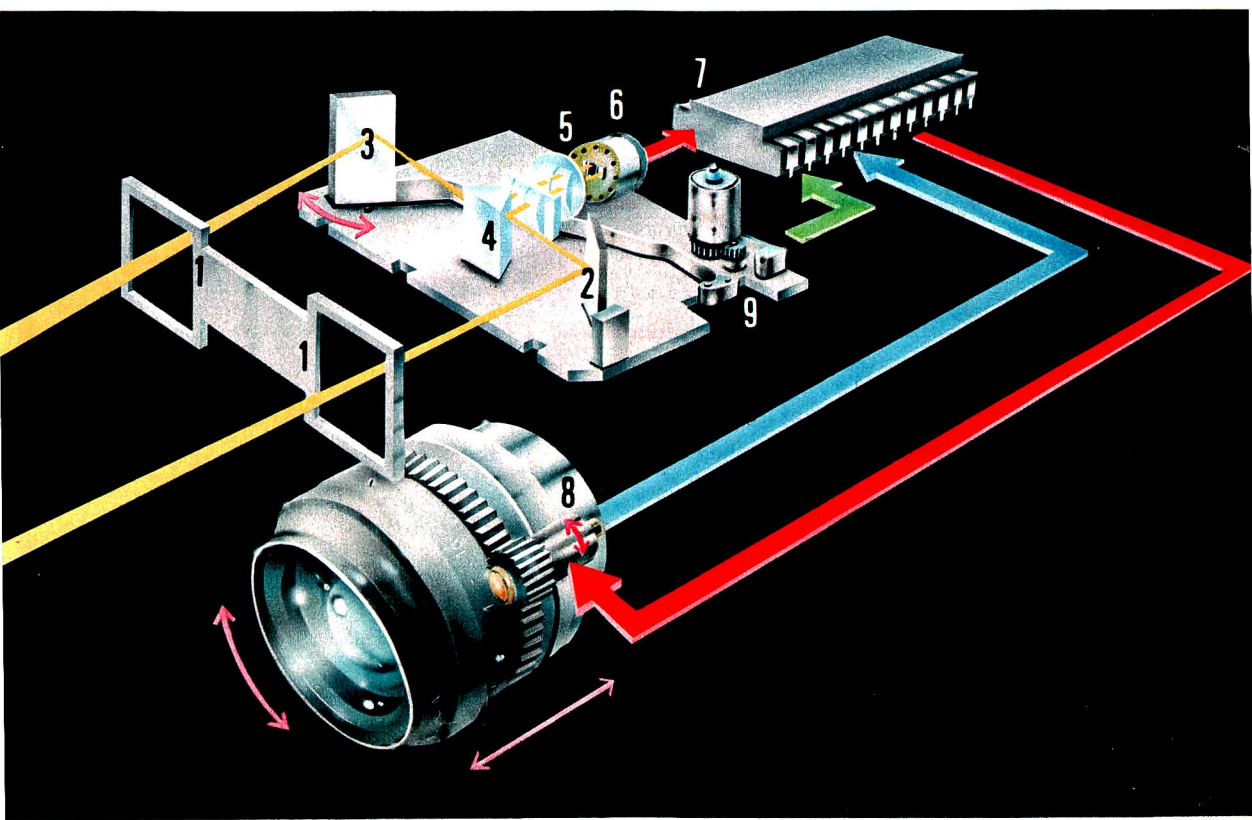
mettait la recherche du plan de luminosité maximale dans la région du plan focal de l'objectif. Les différences d'intensités lumineuses étant très faibles pour des images voisines sur l'axe optique, Kallmaun imagina un système différentiel : la cellule mesurait alternativement la lumière de deux images situées en avant et en arrière du plan de netteté. Ainsi étaient produits deux signaux électriques utilisés dans un montage en pont pour obtenir un signal différentiel. Lorsque, par le jeu du déplacement de l'objectif, l'image nette était à égale distance des deux plans de mesure, les deux signaux électriques s'égalisaient et le courant différentiel devenait nul. Le moteur de l'objectif cessait d'être alimenté et s'arrêtait. La mise au point était réalisée.

En 1947, H. C. Silent utilisa lui aussi un système différentiel, obtenu par pont de Wheatstone, et un moteur électrique pour régler l'objectif. Il le monta sur une caméra de cinéma. La commande était permanente, un servomoteur maintenant constamment l'objectif sur la position assurant l'image nette.

Vers 1960, le pont de Wheatstone fut encore employé dans le Focatron de la société Log Etronics aux Etats-Unis. Cet appareil effectuait la mise au point par mesure de la netteté sous un agrandisseur ou sur un banc de reproduction.

En 1960 encore, le Français A. Martin réalisa un télémètre à mise au point automatique par mesure du contraste de l'image au moyen de deux photodiodes. Un système voisin a été utilisé

(suite du texte page 116)



Le Visitronic Honeywell. Le système utilise un télémètre à coïncidence classique avec ses deux fenêtres (1) et ses deux miroirs, l'un fixe (2), l'autre mobile (3). Ces miroirs recueillent deux images du sujet, dirigées par un prisme (4) et des lentilles (5), sur un détecteur (6) constitué de deux groupes de cellules au silicium. Chaque groupe reçoit une image. Lorsque les deux images sont identiques (cas de la mise au point correcte), le détecteur transmet un signal à un calculateur (7). Celui-ci reçoit également, aux fins de comparaison et de traitement, un signal provenant du moteur (8) réglant l'objectif (mise au point) et un signal provenant d'un contacteur (9) qui correspond à la position du miroir mobile (3). Lorsque le télémètre transmet deux images identiques

correspondant à la mise au point exacte, il y a une identité des trois signaux recueillis par le calculateur (7). Celui-ci commande l'arrêt du moteur (8).

Ce système se retrouve selon diverses variantes sur des appareils et caméras de plusieurs marques. Sur les appareils les plus simples, il n'y a pas de moteur : l'énergie nécessaire au fonctionnement du système est fournie par la pression du doigt de l'opérateur sur le déclencheur. Sur les caméras super 8, le Visitronic assure en permanence la mise au point sur un sujet en déplacement. Pour cela, le miroir mobile est animé d'une rotation constante en va-et-vient à la fréquence de 10 Hz. A chaque passage dans la position de mise au point correcte le détecteur émet un signal qui permet d'ajuster la mise au point.

APPRENEZ CHEZ VOUS LE



AUXILIAIRE DE PUERICULTURE

Devenez la personne de confiance qui sait donner aux nouveaux-nés tous les soins qu'ils réclament en préparant l'examen d'entrée dans les écoles.



INSTITUTRICE

Si l'éducation des enfants vous passionne, préparez l'examen d'entrée dans les Ecoles Normales.



INFIRMIERE

Devenez la personne compétente et dévouée qui apporte soin et réconfort aux malades. Préparez l'examen d'entrée dans les écoles.



EDUCATEUR SPECIALISE

Un métier passionnant pour tous ceux qui désirent se consacrer aux problèmes de la rééducation (ex entrée écoles).



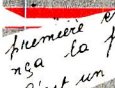
DIETETICIENNE

Apprenez à équilibrer un menu, initiez-vous aux problèmes de nutrition, de régime en vous préparant au BTS diététique.



BTS ANALYSES BIOLOGIQUES

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



GRAPHOLOGUE

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



REPORTER PHOTOGRAPHE

Un travail passionnant pour ceux qui veulent être au contact permanent avec l'actualité, les pays et les hommes.



CHASSEUR D'IMAGES D'ANIMAUX

Travaillez près de la nature et contribuez à sa défense en exerçant un métier plein de découvertes.



CAP PHOTOGRAPHE

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



OPERATEUR DE PRISE DE SON

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



EDUCATEUR SPORTIF

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



PHOTOGRAPHE SPORTIF

Apprenez à faire les instantanés qui paraîtront dans les journaux et les magazines.



ANIMATEUR CLUBS VACANCES

Vous êtes dynamique? Vous aimez voyager? Joignez l'utile à l'agréable.



CAPACITE EN DROIT

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



COMPTABLE

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



TECHNICIEN DU COMMERCE EXTERIEUR

L'import-export: un métier sans frontières pour tous ceux qui sont attirés par le commerce et les langues étrangères.



INSPECTEUR POLICE NATIONALE

En préparant ce concours, accédez à une situation aussi intéressante que variée (sécurité publique, renseignements généraux, police judiciaire, etc.).



TRADUCTEUR COMMERCIAL

Profitez de l'effort d'exportation fait par les entreprises françaises pour devenir un spécialiste recherché en préparant le BTS de traducteur commercial.



AGENT D'EXPLOITATION PTT:

En quelques mois, devenez fonctionnaire et accédez à la sécurité de l'emploi.



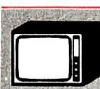
BTS TOURISME

Voyages, vacances: joignez l'utile à l'agréable en travaillant dans un secteur en pleine expansion.



DESSINATEUR BANDES DESSINEES

Le XX^e siècle, ère de la bande dessinée: tirez parti de vos dons!



MONTEUR DEPANNEUR RADIO TV

Devenez le dépanneur compétent que l'on recherche et installez-vous à votre compte.



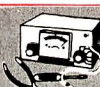
ELECTRONICIEN

Collaborez aux progrès techniques, montez de nouveaux appareils



TECHNICIEN ELECTRONICIEN

Travaillez à la conception et au montage des circuits électroniques.



MONTEUR CABLEUR ELECTRONIQUE

Sondez et câblez des circuits électroniques et tirez profit de l'évolution des techniques.

METIER QUI VOUS PLAÎT



MONTEUR DEPANNEUR RADIO TV HIFI

Devenez le dépanneur compétent que l'on recherche et installez-vous à votre compte.



TECHNICIEN RADIO TV

Participez à la création, la mise au point et le contrôle des radios et des téléviseurs.



DESSINATEUR D'ETUDE

Si, pour vous, dessiner est un plaisir, faites-en votre métier (nombreuses spécialisations).



GARDE FORESTIER

Protégez la Forêt. Réprimez les délits pouvant nuire à sa beauté et vivez toute l'année au grand air.



SECRETAIRE ASSISTANTE(E) VETERINAIRE

Vous adorez les animaux? Alors soignez-les et vivez près d'eux.



TECHNICIEN EN AGRONOMIE TROPICALE

Partez vivre sous le soleil en apprenant l'agronomie tropicale.



OPERATEUR SUR ORDINATEUR

Veillez à la bonne marche de l'ordinateur et participez ainsi à une technique de pointe.



PUPITREUR

Surveillez les tableaux de commande et soyez le «pilote» de l'ordinateur.



L'INFORMATIQUE

Des métiers modernes et bien rémunérés: Programmeur - Opératrice de saisie - Perfo vérif. - Analyste programmeur - Préparation aux CAP, BP de l'informatique.



DESSINATEUR ASSISTANT D'ARCHITECTE

Soyez le collaborateur direct de l'Architecte: traduisez ses esquisses en véritables plans d'exécution.



ELEVEUR DE CHIENS

Rentabilisez un loisir, ou installez-vous à votre compte à peu de frais.



ELEVEUR DE CHEVAUX

Faites de votre passion un vrai métier dans un secteur en plein développement.



GARDE CHASSE

Travaillez au grand air, protégez la nature et les animaux.



CONDUCTEUR ROUTIER

Vous aimez conduire et voyager? Préparez-vous à ce métier agréable et bien payé.



ARTISAN ELECTRICIEN

Travaillez dans un secteur clé, à l'avenir assuré.



MECANICIEN AUTO

Vous êtes un passionné en mécanique auto? Alors faites-en votre métier



EBENISTE

Vous êtes sensible à la beauté du bois, devenez ébéniste, un métier d'art que vous pratiquerez avec amour et passion.



VISITEUR VETERINAIRE

Un métier d'avenir pour ceux qui aiment l'indépendance, la médecine et les animaux.



INSTALLATEUR EN CHEMINEES DECORATIVES

Un métier que l'on exerce avec amour quand on aime les belles choses et le beau travail.



PRODUCTEUR EN HERBORISTERIE

Sachez profiter de l'évolution des mœurs et accédez ainsi à un beau métier plein d'avenir.

Pour chaque métier cité, nous préparons également à la plupart des CAP - BP - BTS correspondants.

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

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

BON POUR RECEVOIR GRATUITEMENT

et sans aucun engagement de votre part la documentation complète sur le métier qui vous intéresse.

Nos documentations, conçues par des spécialistes de l'orientation, vous donneront des renseignements complets, non seulement sur le métier que vous avez choisi, mais aussi sur toutes les carrières ou examens officiels s'y rapportant. Vous y découvrirez aussi le programme de chaque étude, les conditions pour y accéder, les débouchés offerts, etc.

Nom Prénom
Rue
..... Code postal [][][][]
Ville

Avec l'accord de votre employeur, étude gratuite pour les bénéficiaires de la Formation Continue (Loi du 16 juillet 1971).

Indiquez ci-dessous le métier qui vous intéresse

UNIECO FORMATION 1611, route de Neufchâtel - 76025 ROUEN Cedex

(suite de la page 113)

par Leitz pour le Correfot annoncé pour la première fois à la Photokina de 1976. En fait, les études de Leitz avaient commencé vers 1956 et le premier brevet fut déposé en 1960.

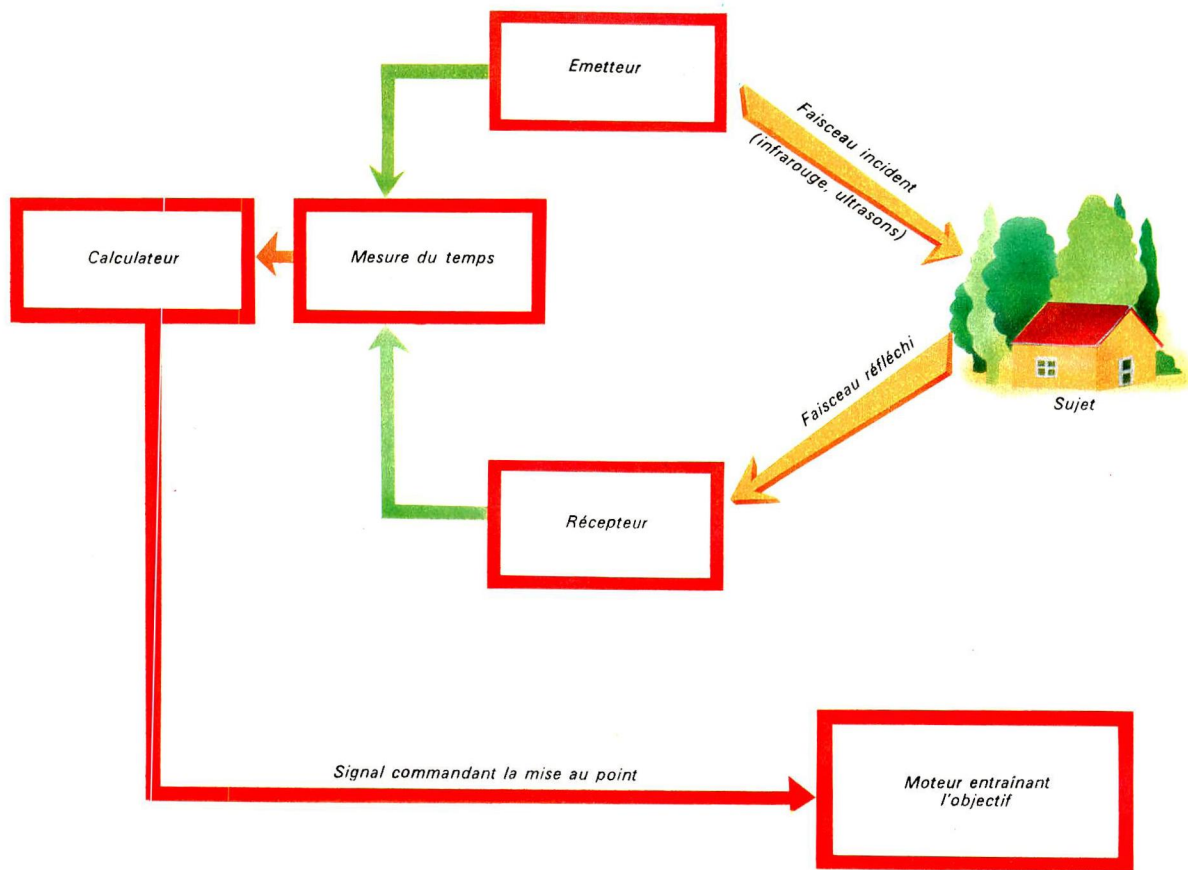
En 1963, ce fut Canon qui présenta l'Auto-focus, appareil 24×36 à mise au point automatique par mesure du contraste. Le prototype ne vit jamais le jour sur le marché. Un an plus tard, Norman L. Stauffer réalisait pour Honeywell la mise au point automatique sur un projecteur de diapositives. En 1975, le système Stauffer donna naissance au Visitronic Honeywell, aujourd'hui largement employé sur des 24×36 et sur les caméras super 8.

En 1969, Bell et Howell proposa le Focus-

placé par un rayon laser. La même année, la société Launay (Robert Bosch) proposait un procédé par infrarouge (mis au point dès 1969), qu'on put voir sur une caméra super 8 Bauer K 76.

La Photokina 1976 fut celle du lancement des premiers appareils à système Honeywell Visitronic (caméra Elmo VAF, Visitronic sur zoom Pentax 35-70 mm, caméra Sankyo ES 44 XL, caméra Eumig SE, appareil 24×36 Konica AF).

A la même époque, Polaroid présentait une mise au point par ultrasons qui ne fut commercialisée qu'après la Photokina 78. Le faisceau d'ondes ultrasonores joue le même rôle que le faisceau d'infrarouge du système Bolex. Il est



Matic, système mécanique : un balancier, en se maintenant vertical malgré l'inclinaison de la caméra, commandait par came le réglage de l'objectif.

A la Photokina 1968, Bolex fit la démonstration du système A.I.R. (Automatic Infra-Red) assurant en permanence la mise au point, même sur un mobile en déplacement, par mesure du temps mis par le faisceau infrarouge à parcourir la distance au sujet. Quatre ans plus tard, Bolex annonçait un autre système, le Bolex L.R. (Laser Rayonnement). Le faisceau infrarouge était rem-

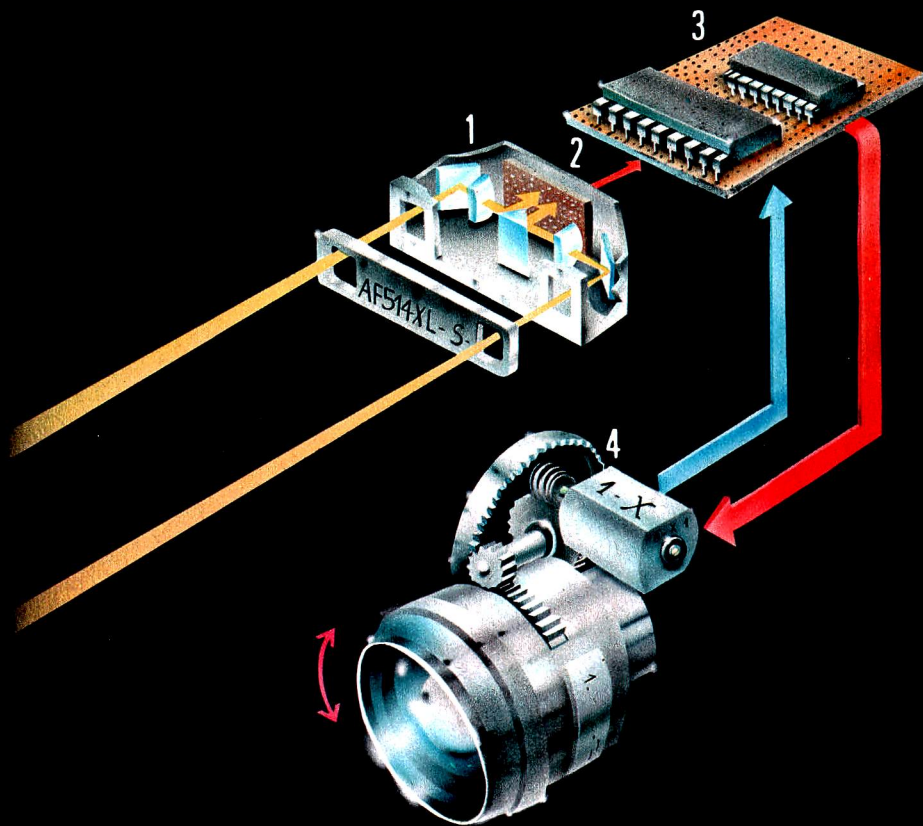
Le Correfot de Leitz. Le faisceau lumineux traverse l'objectif de prise de vue, le miroir de l'appareil reflex est repris par un miroir secondaire et se dirige vers le fond inférieur du boîtier. Deux cellules recueillent chacune la partie marginale du faisceau. Au point de croisement de ces rayons marginaux, se trouve une grille tournante qui les transforme en trains d'impulsions. Lorsque la mise au point n'est pas parfaite, la grille intercepte les deux faisceaux et produit deux signaux déphasés. Lorsque la mise au point est faite (cas du schéma) l'interception se fait sur le plan de l'image nette au croisement des rayons : les signaux sont alors en phase. Dans le viseur, cela est annoncé par deux diodes lumineuses.

dirigé vers le sujet et, après réflexion, repris par le récepteur de l'appareil ; le temps mis pour parcourir le trajet détermine sa longueur et le réglage de l'objectif pour cette distance. En fait, Polaroid avait mis à l'étude la mise au point par ultrasons dès 1960 et le premier prototype vit le jour en 1970.

A partir de 1979, les procédés de mise au point automatique se sont multipliés. De nombreux constructeurs ont continué d'adopter le Visitronic. Par contre, Canon a lancé un 24 x 36 compact, l'AF 35 M à mise au point par faisceau infrarouge. Puis, il y a quelques mois, cette marque mettait sur le marché une caméra super 8, l'AF 514 XL-S avec un système

nouveau à mise au point seulement semi-automatique : l'opérateur doit en effet cadrer un détail précis du sujet dans un cercle apparent au centre du viseur. Il appuie ensuite sur une commande afin que le dispositif règle l'objectif pour la distance à laquelle se trouve ce détail.

La mise au point de la caméra Canon AF 514 XL-S, comme le Visitronic, fait appel à un télémètre classique à coïncidence. Mais le récepteur des deux images télémétriques est constitué d'une plaque C.C.D. (Charge Coupling Device) constituée d'un tapis de 240 cellules au silicium. Le télémètre ne comporte aucun miroir mobile : il forme donc deux images fixes sur l'écran analyseur ; l'espace séparant ces images dépend



Système télémétrique Canon. Sur la caméra Canon AF 514 XL-S, la mise au point est assurée par un télémètre à coïncidence (1), un élément analyseur CCD (2) recevant les images du télémètre et un ensemble de calcul électronique (3). Le télémètre ne comporte pas de miroir mobile. De ce fait, en fonction de la distance du sujet, chaque miroir fixe forme son image en des points différents de l'écran CCD. Celui-ci comporte 240 cellules qui analysent la position des images. Pour chaque position, le calculateur possède en mémoire la distance de mise au point correspondante. Les signaux provenant des cellules sont donc comparés au programme et le calculateur détermine et commande en conséquence le moteur (4) de réglage de l'objectif.

de la distance à laquelle se trouve le sujet. Pour chacune des positions possibles des deux images, le programme d'un calculateur intégré fournit la distance caméra-sujet correspondante et commande à un moteur de régler l'objectif pour cette distance.

A ce stade de l'évolution des procédés de mise au point automatique on peut faire plusieurs observations. Tout d'abord leur fiabilité est accrue par l'élimination d'un maximum de pièces mobiles. Le télémètre du système Canon n'en comporte plus. La précision est de plus en plus

(suite du texte page 156)

Annnonce conçue et réalisée gracieusement à l'initiative de l'Agence Navarre.
l'illustration offerte par Topor, l'exécution par le Studio Cinq sur Cinq, la photogravure
par la Penta, l'espace par ce journal.

Je tiens à contribuer à l'action d'Amnesty
International en vous adressant un don :
moins de 50 F ☐ 100 F ☐ 500 F ☐ et plus.

Nom (facultatif) _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

J'adresse à l'ordre de Amnesty International
un chèque bancaire barré, un chèque postal
ou virement CCP N° 30.160.16 U, La Source.

Amnesty International est un mouvement
impartial d'interventions directes pour la
libération des prisonniers d'opinion dans le
monde, l'abolition de la torture et de la peine
de mort. Ce combat est aussi le vôtre.

Aidez-nous par vos dons.

AMNESTY INTERNATIONAL

Section Française
18, rue de Varenne 75007 Paris

**AMNESTY INTERNATIONAL
DIT NON A LA PEINE DE MORT.**

NUMEROS DEJA PARUS ENCORE DISPONIBLES



LES "HORS-SERIE"

A VOTRE DISPOSITION

- N° 101 PHOTO CINÉ (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 HIFI 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° 123 RÉSISTANCE HUMAINE (1978)
- N° 124 LES JEUX DE RÉFLEXION
- N° 125 COMPORTEMENT ANIMAL
- N° 126 ÉNERGIE
- N° 127 AVIATION 79
- N° 128 LA RÉVOLUTION TÉLÉMATIQUE
- N° 129 LES ANCÊTRES DE L'HOMME
- N° 130 L'HOMME ET SON ALIMENTATION
- N° 131 LA PLANÈTE DES HOMMES

Seuls sont disponibles les titres figurant
sur la liste ci-contre



jeux & stratégie

N° 1

- encart détachable : la guerre des ducs,
- jouez au go-moku,
- le morpion japonais,
- les nouveaux jeux,
- des labyrinthes originaux,
- des jeux mathématiques.

N° 2

- encart détachable : l'ultime planète,
- jouez seul, ou à deux, au poker-patience.

N° 3

- encart détachable : cyclone sur les Caraïbes,
- jouez avec les allumettes,
- découvrez les échecs chinois,
- la cryptographie.

N° 4

- encart détachable : le château des Sortilèges
- 11 jeux pour jouer sur la plage
- jeux de rôle : tactiques et dragons

et dans chaque n° :

- des jeux programmables • des casse-tête • des jeux logiques • des jeux de lettres • les échecs • les dames • le bridge • le tarot • le scrabble • le go.

BULLETIN DE COMMANDE

à découper ou recopier et retourner, paiement joint à :
SCIENCE ET VIE, 5 rue de la Baume 75382 PARIS CEDEX 08
VEUILLEZ M'ADRESSER LES NUMEROS SUIVANTS :

HORS SERIE

JEUX ET STRATÉGIE

NOM : PRENOM :

N° RUE :

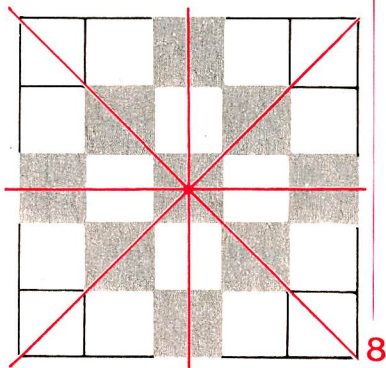
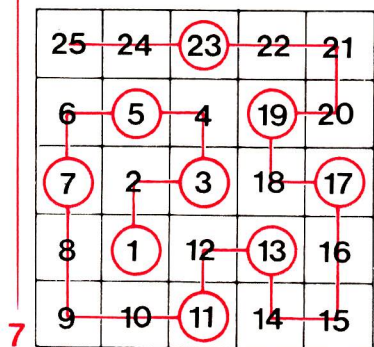
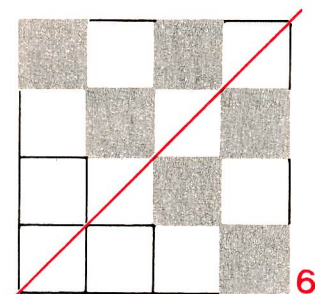
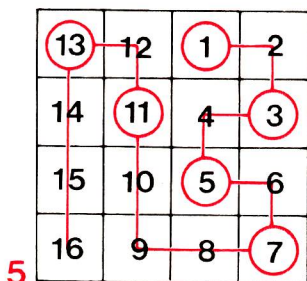
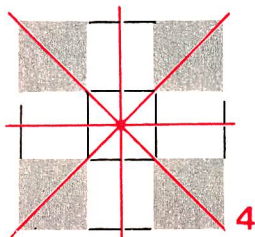
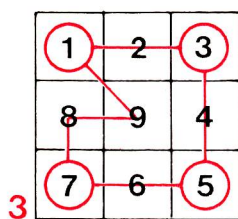
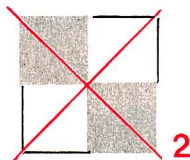
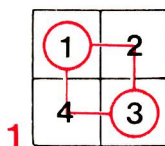
Code postal [] [] [] [] VILLE :

je joins 12 F (francs) par exemplaire, soit N° x 12 F = F

Par ☐ chèque bancaire, ☐ CCP 3 volets (sans indiquer le n° de compte), ☐ mandat-lettre, à l'ordre de Science-et-Vie.

JEUX ET PARADOXES

Magie première

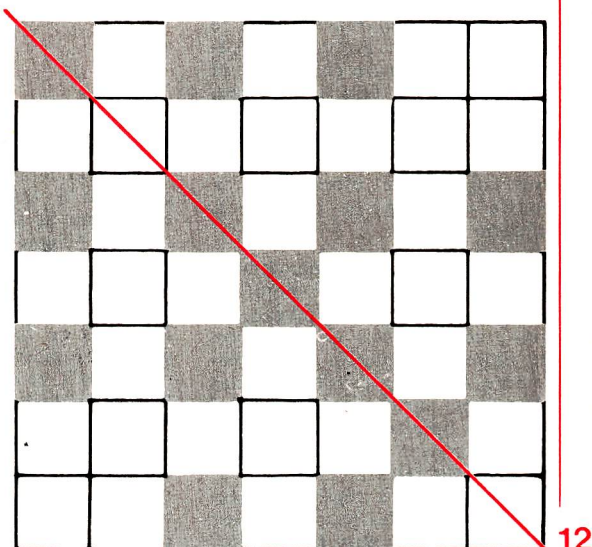
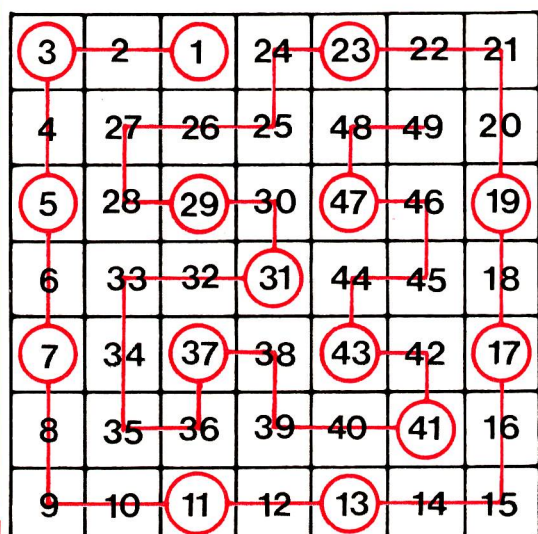
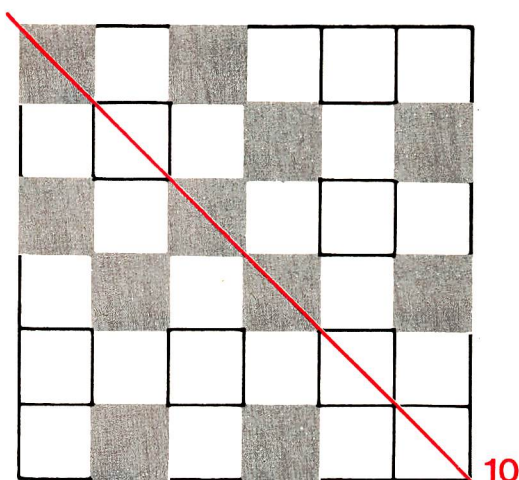
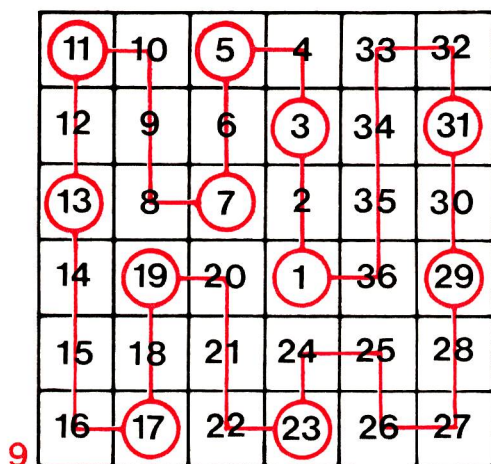


Les nombres premiers sont les mascons de l'arithmétique. A la fois prévisibles et insaisissables, évidents et rebelles aux analyses, ils sont l'objet des recherches frustrantes de nombreux passionnés d'arithmétique, professionnels ou amateurs. Ils offrent une fascination semblable à celle de la magie arithmétique. Cela donne d'autant plus de valeur au projet de Jacques Berlemont, qui réalise une sorte de liaison entre les deux domaines.

Jacques Berlemont définit ce qu'il

appelle les « parcours premiers ».

Il se propose de « remplir un carré $n \times n$ à l'aide des entiers naturels de 1 à n^2 , de telle façon que 2 entiers consécutifs étant mitoyens (un côté commun), les nombres premiers impairs (2 est exclu) présentent une symétrie dans leur disposition ». Il s'agit, en d'autres termes, de réaliser un parcours de Tour d'Échecs, partant d'une case quelconque, où les étapes numérotées d'un premier différent de 2 présentent une symétrie.



Le carré 2×2 est rempli sans peine (figures 1 et 2).

Le carré 3×3 est rempli avec plus de bonheur : la symétrie atteinte comprend 4 axes au lieu de 2. En outre, le parcours est fermé, autant que faire se peut sur un carré 3×3 : le dernier nombre est à un pas de Fou du premier (figures 3 et 4).

Sur le carré 4×4 , seul un parcours ouvert est connu, et symétrique par rapport à un seul axe. Une plus grande symétrie est-elle possible ? (figures 5 et 6).

Sur le carré 5×5 , une symétrie à nouveau très belle, avec un parcours ouvert (figures 7 et 8). Sur le carré 6×6 , une symétrie élémentaire, mais avec un parcours parfaitement fermé (figures 9 et 10).

Sur le carré 7×7 , enfin, une symétrie élémentaire encore, avec un parcours ouvert (figures 11 et 12).

Ce nouveau domaine est maintenant ouvert à toutes les recherches :

● Peut-on obtenir mieux sur les carrés de 2×2 à 7×7 : parcours fermés au lieu d'ouverts, meilleures symétries ?

● Peut-on évaluer les nombres de solutions ?

● Peut-on obtenir les solutions systématiquement ?

● Que se passe-t-il sur 8×8 et les carrés plus grands ?

● Que donnent des parcours d'autres pièces d'Echecs ?

Pierre BERLOQUIN ■

Tsume Go (vie et mort)

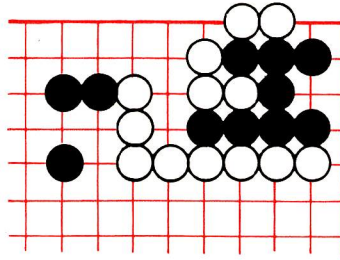
Il existe des recueils innombrables (en japonais) de problèmes : problèmes de Tesuji (le meilleur coup local) ou de Tsume go (vie et mort des groupes) principalement. Les problèmes globaux ou de Yose (fin de partie) forment des catégories un peu à part qui font appel au « sens » et au « calcul » ; en fait, la combinaison est beaucoup plus et moins à la fois qu'un problème de lecture.

Je dirai qu'un problème de lecture se pose quand il s'agit d'une séquence complexe et longue où la représentation de la position après un certain nombre de coups demande un pouvoir d'abstraction ou de projection, bref, tout ce qu'on peut appeler la lecture d'une séquence. C'est souvent très difficile, mais ce n'est pas le plus joli.

Les petites merveilles dont je veux parler ne sont pas forcément des séquences courtes, et la lecture peut y être importante, mais la différence, si on veut, est que l'intérêt du problème est plutôt esthétique, ou bien qu'il y a une énigme, un blocage de la pensée qui empêche de voir la solution.

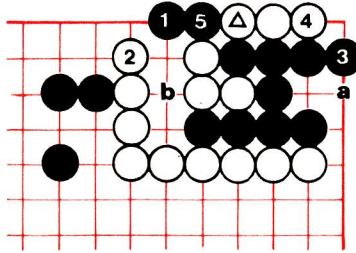
Les problèmes sont généralement impossibles à résoudre pour un joueur qui n'a pas le niveau requis ; ce n'est pas une question de temps ; on bute sur ce qui ressemble à des impossibilités, des absurdités, surtout quand la clef n'est pas unique, mais repose sur la combinaison de plusieurs Tesuji ; il faut les sentir, les voir et ensuite il reste à régler la question de l'ordre des coups qui n'est pas toujours la plus facile. Plutôt que de proposer des énigmes, je vais vous montrer quelques exemples (que vous pouvez toujours tenter de résoudre en cachant la solution), et essayer de les décortiquer. Je conseille même d'essayer vraiment de les résoudre avant de regarder la solution.

Petite merveille n° 1 : le premier coup est un Tesuji assez commun et qui a pour effet de diminuer le nombre de libertés : par exemple, si le blanc connecte en 5, noir joue 4, puis vit en a (si blanc joue a, noir b et les pierres blanches sont en Atari).



Petite merveille n° 1

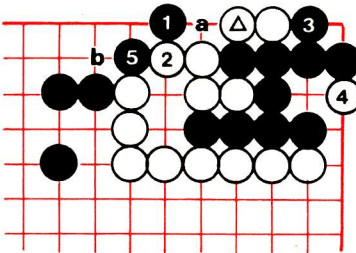
Blanc ne pouvant pas connecter en 5, il peut tenter deux choses :
1^{er} essai : blanc joue 2 (Dia. 1) ;



DIA 1

maintenant 4 ne marche pas pour le noir : blanc répond a et si noir prend en 5, blanc rejoue en △, et comme la prise de 2 pierres sur la 1^{re} ligne ne fait pas d'œil — ce qui montre la séquence —, le groupe noir est mort. Vient alors le 2^e Tesuji ; si la prise de 2 pierres ne forme pas d'œil, la prise de 3 pierres en forme un et noir joue 3, ce qui menace 4 avec 2 yeux évidents : blanc est obligé de jouer 4 et rajoute donc une 3^e pierre ; maintenant noir joue 5 et prend 3 pierres, et vit. 3 est un joli Tesuji, mais ça n'est pas tout : le blanc peut tenter autre chose...

2^e essai (Dia 1 bis) : en jouant 2,



DIA 1 bis

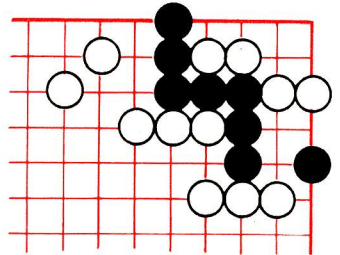
blanc interdit la combinaison du Dia 1, mais maintenant noir joue

3 ; pour tuer, le blanc est obligé de jouer en 4, et noir sort de sa sacoche un autre Tesuji, 5, qui met le blanc en Dame Zumari (manque de libertés) : le blanc ne peut pas connecter en a, il se mettrait en Atari ; s'il joue b, noir prend 2 pierres en a et met 4 pierres blanches en Atari, il a donc le temps de connecter ensuite en △ pour former son 2^e œil (d'autres séquences, possibles, ne marchent pas mieux pour le blanc).

En résumé : le Tesuji 1 est commun aux deux séquences ; la conjonction du Tesuji 3 de la séquence du Dia 1 et du Tesuji 5 du Dia 1 bis donne la petite merveille.

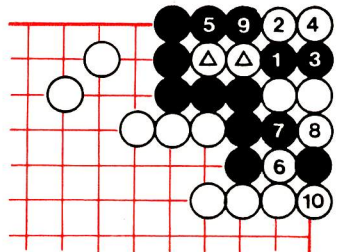
En passant : pour ce qui est de l'ordre des coups, si le noir commence par 3 (Dia 1 bis) blanc joue 4 et quand le noir joue 1, il répond 5 (soit le 2 du Dia 1) ; c'est le coup 1 qui crée la double menace ; ce coup n'est pas évident, mais un joueur habitué doit y penser ; de même forcer l'adversaire à ajouter une 3^e pierre, ça se voit assez souvent ; le coup 5 du Dia 1 bis, bien que Tesuji est un peu atypique ; c'était une séquence courte.

Petite merveille n° 2 : là les



Petite merveille n° 2

difficultés se multiplient. Le coup 1 du Dia 2 est un Tesuji telle-

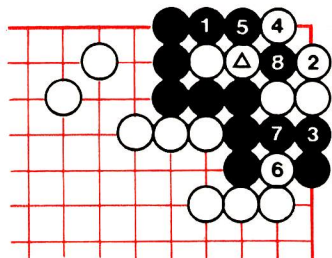


DIA 2

ÉCHECS

Percée sur la colonne g

ment commun qu'on a peur tout d'abord que le piège soit là ; on est alors tenté de jouer 5 qui est souvent le vrai Tesuji : contre-piège, le Tesuji qui marche est le plus médiocre. Or le coup 5, ou 1 du Dia 2 bis, ne marche pas,



DIA 2 bis

Ⓐ

parce que le blanc peut jouer 2 qui est un coup très difficile : il faut donc aussi trouver le contre-Tesuji.

Allons plus loin dans le Dia 2 bis ; 2 force 3 (menace de connexion) et 4 menace de vivre en 5 ; 5 est forcé, de même que 7 ; quand le blanc reprend finalement en 9, le noir peut ensuite prendre toutes les pierres blanches, mais la forme est morte ; c'est la seule forme en « 6 » morte : pas de chance, et qu'on en arrive là ne se déduit pas forcément du premier coup d'œil, à l'énoncé du problème.

Si on écarte ces embûches, on en revient à la 1^{re} tentation : 1 du Dia 2 qui est la bonne ; ensuite vient le 2^e Tesuji, le coup 5 (qui ne marchait pas directement), puis le 3^e, le coup 9 (au lieu de rejouer en 1) ; le blanc ne peut pas éviter la prise des pierres Ⓐ et pas plus, ensuite, la prise des pierres 2 et 4 ; c'est cette avance patiente (5, 9, 11) qu'on retrouve elle aussi dans d'autres problèmes, qui donne la petite merveille, combinée à l'échec de la 1^{re} version ; là encore une petite imprécision dans l'ordre des coups est fatale.

Comment débusquer un Roi abrité par son petit roque ? Nous avons déjà vu à plusieurs reprises des exemples d'attaque sur les diago-

nales a1-g7 ou b1-h7 ou sur la colonne h. Aujourd'hui, passons sur la colonne g où une Tour peut se révéler redoutable.

KENGIS - NEVEDNITCHI

(URSS 1979)

Défense sicilienne

1. e4 c5
2. Cf3 e6
3. d4 cxd4
4. Cxd4 a6
5. Fd3 Fc5
6. Cb3 Fa7
7. De2 Cc6
8. Fe3 Fxe3
9. Dxe3 Cf6
10. Cc3 d6
11. 0-0-0 0-0(a)
12. f4 Dc7
13. g4 b5(b)

14. g5 Cd7
15. f5 b4
16. Ce2 a5
17. Dh3 exf5
18. exf5 Cde5(c)
19. Cf4 a4
20. Cd5 Dd8
21. Thg1 Cxd3+
22. Txd3 Ce5
23. Cf6+ !!(d) gxf6
24. Dh6!!(e) Cxd3+
25. Rb1(f) fxf5
26. f6 Dxf6(g)

27. Dxf6 g4
28. Dg5+ Rh8
29. Df6+ Rg8
30. Cd4 Ce5
31. h3 h5
32. Dg5+ Cg6
33. Dxh5 gxh3
34. Dd5(h) Fe6
35. Cxe6 h2(i)
36. Txf6+ !!

les noirs abandonnent (j).

a) Le décor est planté : grand-roque blanc, petit roque noir. Les plans respectifs des deux camps sont simples et identiques : pousser les pions face au Roi adverse pour ouvrir des colonnes aux pièces lourdes. La course de vitesse commence. Mais on peut noter cependant que les blancs partent avec l'avantage : leurs Tours, notamment, sont déjà en communication alors que la Dame et le Fou des noirs ne sont toujours pas développés.

b) Il n'est bien sûr pas question de prendre le pion g4, ce qui ouvrirait la colonne g.

c) Pare la redoutable menace 19.f6.g6 ; 20.Dh6 suivi du mat.

d) Avec une Tour en prise (sur échec), les blancs n'hésitent pas à sacrifier une pièce pour ouvrir la colonne g. A noter que la réponse des noirs est forcée (23. ...Rh8 ; 24.Dxh7 mat).

e) Menace 25.gxf6+, Rh8 ; 26.Dg7 mat.

f) Évite ainsi tout nouvel échec. Les noirs restent face à la menace de mat.

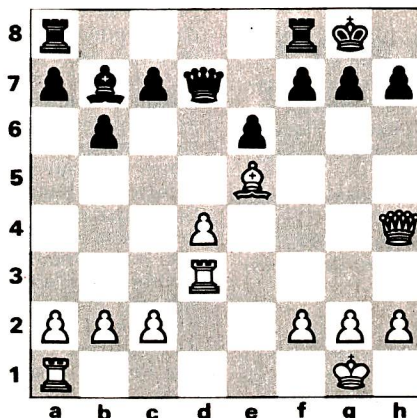
g) Le seul coup. Les blancs ont largement récupéré le matériel investi et surtout maintiennent toujours leur attaque.

h) Menace à la fois 35.Txf6+ (le pion f étant cloué) et 25.Dxa8. La suite est donc forcée.

i) Le Cavalier blanc est tabou : 35. ...fxe6 ; 36.Dxe6+ suivi de 37.Dxg6+ et du mat. Avec le coup du texte, les noirs espèrent faire diversion mais...

j) Car après 36. ...fxg6 ; 37.Cxf8+, Rxf8 ; 38.Dxa8+ leur Roi se trouve dépouillé face à la Dame blanche.

Exercice n° 73



Dans cette position, le roque noir est encore intact. Mais il est mal protégé.

Comment les blancs démontrent-ils sa faiblesse ?

Solution de l'exercice 72

1. ...Df4+ !! 2.Cf4, exf4 mat ou 2.Rh3,

Dxf3 mat.

Pierre AROUTCHEFF □

Alain LEDOUX □

JEUX DE RÉFLEXION

« Solitaire électronique » au banc d'essai



Jeu présenté

Nom : SOLITAIRE ÉLECTRONIQUE

Origine : Hong-Kong

Importateur : France Double R

Nombre de joueurs : 1

Durée : 5 à 10 minutes

Matériel

Un jeu compact avec un tableau d'affichage comportant :

- un écran de diodes rouges, 6 x 5, soit 30 points lumineux ;
- un clavier alphanumérique de 12 touches dont 1 touche « annulation » ;
- un clavier de direction de 8 touches ;
- un chronomètreur 1 à 99 ;
- un interrupteur et deux positions de vitesses.

But du jeu

Éteindre le maximum de « pions » lumineux avant que le temps de « 99 » ne soit écoulé.

Comment jouer

Le mécanisme est identique à celui du solitaire classique sauf qu'à chaque remise en marche, c'est un « pion » différent qui manque. On appuie sur une lettre et un chiffre

afin d'indiquer quel « pion » on veut déplacer et sur une touche direction pour la direction du saut. La machine déplace le « pion » et éteint le « pion » sauté.

Commentaire

A première vue, on ne voit pas l'intérêt de créer un jeu de solitaire électronique. Mais jouer contre la montre, avec le minuteur incorporé, c'est loin d'être évident et, au niveau de vitesse « 2 », même les meilleurs joueurs auront du mal à ne laisser qu'un pion avant que le temps fatidique ne soit écoulé. Finalement, si l'on en juge par la difficulté que nous avons eue, lors de la réunion de notre jury, à arracher notre unique échantillon à un membre pour le donner à tester au suivant, le défi du temps est très captivant. Le fait que la position de démarrage est différente à chaque fois est un attrait supplémentaire.

Verdict

- Originalité : 5/10
- Présentation : 9/10
- Clarté des règles : 7/10
- Note globale : 8/10

Peter WATTS □

Le mois dernier nous avons vu comment programmer le calcul destiné à déterminer l'altitude et la vitesse atteintes par une fusée-sonde. Nous vous proposons maintenant le cas, plus complexe mais aussi plus intéressant, des satellites artificiels.

Il s'agit de déterminer la vitesse atteinte par chacun des étages suivant leur rapport de masse (formule de Tsiolkovsky), l'importance de la charge utile et la vitesse d'éjection des propergols utilisés. En additionnant les vitesses atteintes séparément par ces différents propulseurs on obtient la vitesse finale, qui détermine les caractéristiques de l'orbite éventuellement atteinte.

En pratique, toutefois, les choses ne sont pas aussi simples car la Terre est entourée d'une atmosphère qui ne permet à aucun satellite de se maintenir en orbite si le point le plus bas de cette orbite (périgée) n'est pas situé à plus de 130 km d'altitude environ.

Le lancement d'un satellite artificiel comprend donc deux phases :

- une phase d'ascension verticale destinée à élever le plus rapidement possible la charge utile au-dessus de l'atmosphère,
- une phase de propulsion horizontale au terme de laquelle doit être atteinte la vitesse de satellisation pour l'altitude considérée. Lors de l'injection en orbite le vecteur-vitesse doit en effet être perpendiculaire à la ligne imaginaire qui va du satellite au centre de la Terre (rayon vecteur). C'est seulement dans ce cas que la satellisation s'effectue dans les conditions optimales et que les deux forces antagonistes qui maintiennent un objet quelconque en orbite (force centrifuge dirigée vers l'extérieur et force centripète dirigée vers l'intérieur) se trouvent exactement opposées (fig. 1).

Suivant ce schéma, un lanceur de satellites devrait d'abord s'élever verticalement pour sortir de l'atmosphère dense, puis basculer de 90° vers l'avant et voler ensuite à l'horizontale jusqu'à atteindre la vitesse d'injection voulue. A l'échelle considérée — une fraction relativement faible de la circonférence terrestre — la portion

LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

Comment lancer vos propres satellites artificiels

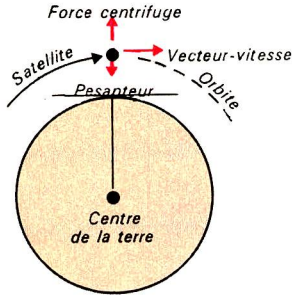


Fig. 1 : Un satellite tourne parce que l'attraction terrestre (centripète) équilibre la force centrifuge née de sa vitesse.

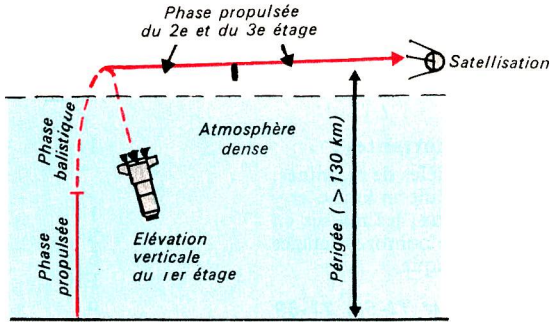


Fig. 2 : Schéma théorique d'une mise en orbite en 2 phases décomposées.

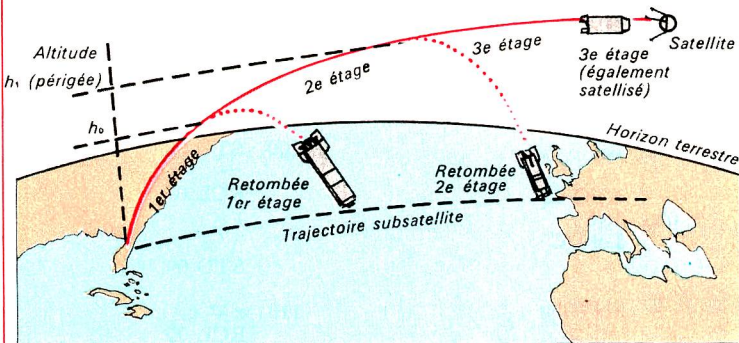


Fig. 3 : En pratique, les deux premiers étages participent tout à la fois à la phase ascensionnelle et à l'accroissement de vitesse pour la satellisation.

de surface terrestre survolée peut en effet être considérée comme plane (fig. 2).

Dans la réalité, cependant, les choses ne sont pas aussi bien délimitées, et la fusée suit durant sa phase propulsive ce que l'on

appelle un programme d'assiette, qui l'amène à s'incliner progressivement au fur et à mesure de son ascension. Ce programme d'assiette est un compromis entre la nécessité de s'élever le plus rapidement possible au-dessus de

l'atmosphère et la nécessité énergétique de se propulser parallèlement à la portion de surface terrestre survolée. Le calcul s'en trouve un peu compliqué car le premier étage, dont le rôle est avant tout d'élever le satellite au-dessus de l'atmosphère (et de travailler ainsi comme une fusée-sonde classique), s'incline assez tôt et participe ainsi partiellement à la satellisation en fournissant un certain apport de vitesse. De même, le deuxième étage qui devrait fonctionner horizontalement suit encore une trajectoire légèrement ascensionnelle et contribue à hisser le satellite à l'altitude voulue. Le troisième étage, quant à lui, est généralement utilisé pour fournir le complément permettant d'atteindre la vitesse de satellisation et travaille parallèlement à la surface terrestre (fig. 3).

C'est là le cas, le plus général, d'une fusée à trois étages. Les lanceurs à quatre éléments sont surtout utilisés pour les mises en orbite géostationnaires, le quatrième propulseur (dit « moteur d'apogée ») ayant pour rôle de circulariser une orbite initialement très elliptique (périégée à 200 km, apogée à 36 000 km environ). Il existe aussi quelques fusées à deux étages, mais leur rendement est moins bon.

La vitesse totale fournie par l'ensemble des étages du lanceur correspond à la vitesse « caractéristique » : énergie à fournir pour hisser le satellite à l'altitude voulue + énergie de la satellisation proprement dite. Le programme proposé permet de déterminer l'altitude de l'apogée (point le plus élevé de l'orbite), le périégée étant fixé par l'opérateur. Les paramètres à introduire, outre l'altitude de ce périégée, sont le nombre d'étages, leur rapport de masse, le poids de la charge utile (satellite proprement dit), la vitesse d'éjection des propergols choisis, la latitude de la base de lancement et l'angle de tir.

Une fois le calcul effectué, deux cas peuvent se présenter :

1. L'apogée est égal ou supérieur au périégée ; la satellisation est donc réussie. Si l'altitude de cet apogée est supérieure à ce que vous souhaitiez, vous pouvez la réduire en accroissant la charge

utile. Si périgée = apogée, on a évidemment une orbite circulaire.
 2. L'apogée est situé plus bas que le périgée : la satellisation, alors, n'est pas possible. Toutefois, l'altitude reste supérieure au « plancher » critique de 130 km : le satellite accomplira quelques orbites, mais cette satellisation ne répondra pas aux conditions optimales. Si l'apogée est situé au-dessous de 130 km, il faut réduire la masse du satellite ou améliorer les performances du lanceur (allègement du poids à vide des étages ou utilisation de propergols plus énergétiques).

NOTE. Vitesses d'éjection des propergols les plus utilisés :

UDMH + Oxygène liquide : 3 041 m/s

UDMH + Tétroxyde d'azote : 2 802 m/s

Kérosène + Oxygène liquide : 2 948 m/s

Hydrogène + Oxygène liquide : 3 836 m/s

(UDMH : Diméthyl-hydrazine dissymétrique)

Pour les propergols solides : perchlorate d'ammonium + polybutadiène : 2 450 m/s

Formulation de base pour les calculs

Le début est analogue aux formules du mois dernier.

1° Rapports de masse des différents étages :

$$R1 = \frac{Mt1 + Mt2 + Mt3 + Mcu}{Mv1 + Mt2 + Mt3 + Mcu}$$

$$R2 = \frac{Mt2 + Mt3 + Mcu}{Mv2 + Mt3 + Muc}$$

$$R3 = \frac{Mt3 + Mcu}{Mv3 + Mcu}$$

2° Calcul de la vitesse atteinte par chaque étage :

$$V1 = Ve1 \log R1;$$

$$V2 = Ve2 \log R2;$$

$$V3 = Ve3 \log R3.$$

3° Calcul de la vitesse ajoutée :

$$Va = 465 \cos \varphi \cos \gamma.$$

4° Calcul de la vitesse finale de la fusée :

$$Vf = V1 + V2 + V3 + Va.$$

5° Vitesse caractéristique à atteindre : $Vc = Ve + Vs$,

$$\text{où } Vs = \sqrt{\frac{GM}{R + h1}},$$

$$Ve = \sqrt{2gR \left(1 - \frac{R}{R + h1}\right)},$$

$GM = 3.986.10^{14}$, constante géocentrique de gravitation,

$R = 6\,371$ km est le rayon de la Terre, $g = 9.81$ m/s² est l'accélération de la pesanteur, supposée constante.

— Si $Vf < Vc$, le lancement est impossible, et la calculatrice l'indiquera en affichant une condition d'erreur.

— Si $Vf \geq Vc$, le lancement sera possible, et la vitesse d'injection, ou composante horizontale de la vitesse, est $Vi = Vf - Ve$.

6° L'apogée est alors $h2$:

$$h2 = \frac{h1 + R}{2} - R$$

$$2 \left(\frac{Vs}{Vi} \right) - 1$$

En posant $a = \frac{h1 + h2}{2} + R$, la période de révolution est alors égale à :

$$T = 2 \frac{a^{3/2}}{\sqrt{GM}}$$

Remarques importantes :

Pour les deux modèles de machines : $h1$ doit être introduit en km; φ et γ en degrés décimaux; les masses en kg. Par ailleurs, le nombre d'étages peut être quelconque.

Programme pour TI-58, TI-59

```

000 LBL A
    x ⇌ t
    CLR
    STO 05
    x ⇌ t
    STO 01
    R/S
010 LBL B
    Deg
    cos
    ×
    x ⇌ t
    cos
    =
    STO 02
020 R/S
    LBL C
    ×
    3
    INV log
    =
    STO 00
030 R/S
    LBL D
    STO 04
    R/S
    +
    RCL 01
    =
040 x ⇌ t
    CLR
  
```

```

R/S
SUM 01
RCL 01
÷
x ⇌ t
=
050 ln x
    ×
    RCL 04
    =
    SUM 05
R/S
LBL E
060 6
    3
    7
    1
    EE
    3
    STO 06
    ÷
    (
070 CE
    +
    RCL 00
    )
    STO 07
    +/−
    +
    1
080 =
    ×
    1
    2
    5
    EE
    6
    =
    √x
    STO 04
091 +
    (
    3
    9
    8
    6
    EE
    1
    1
    100 STO 08
    +
    RCL 07
    )
    √x
    STO 09
    =
110 x ⇌ t
    RCL 05
    +
    4
    6
    5
    ×
    RCL 02
120 =
    x > t
    127
    CLR
  
```

LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

```

1/x
R/S
—
RCL 04
130 =
1/x
×
RCL 09
=
x²
×
2
—
140 1
=
1/x
×
RCL 07
—
RCL 06
=
STO 04
+
3
INV EE
INV log
=
R/S
160 RCL 00
+
RCL 04
=
+
2
+
RCL 06
171 =
×
√x
÷
RCL 08
√x
×
π
180 ÷
3
0
=
FIX 2
INV D.MS
188 R/S

```

Mode d'emploi

1° Introduire la charge utile en A.
 2° Écrire φ , faire $x \rightleftharpoons t$, puis écrire γ et appuyer sur B.
 3° Mettre h1 en C.
 4° Pour chaque étage, et *en commençant par le dernier* : écrire la vitesse d'éjection, faire D, écrire la masse à vide, puis la masse totale, les deux étant suivies par un R/S. Revenir au 4° pour l'étage précédent.
 5° Les données sur le premier étage étant introduites, faire E : l'apogée apparaît, en km, suivi de la période T de révolution sous la

forme MM.SS (minutes et secondes). Si l'affichage clignote, c'est que le lancement est impossible (voir texte).
 h1 et $\cos \varphi \cos \gamma$ ne sont pas effacés des mémoires en cours de programme.

Programme pour HP-34 C

```

001 LBL A
CL.Σ
STO 0
R↓
DEG
cos
x ⇌ y
cos
×
010 STO 6
x ⇌ y
EEX
3
×
STO 7
R/S
LBL B
RCL 0
+
020 x ⇌ y
RCL 0
+
STO 0
x ⇌ y
÷
LN
×
STO + 1
R/S
030 RCL 1
RCL 6
4
6
5
×
+
3
9
8
040 6
EEX
1
1
STO 2
6
3
7
1
EEX
050 3
STO 3
RCL 7
+
STO 5
÷
√x
STO 4
RCL 3
RCL 5

```

```

060 +
CHS
1
+
1
2
5
EEX
6
×
070 √x
+
x ≤ y
GTO 1
CLR
1/x
LBL 1
R↓
LST x
—
080 RCL 4
x ⇌ y
+
x²
2
×
1
—
1/x
RCL 5
×
090 RCL 3
—
STO 6
EEX
3
+
R/S
RCL 7
RCL 6
100 +
2
+
RCL 3
+
↑
x²
×
RCL 2
÷
110 √x
π
×
3
0
+
FIX 2
→ H.MS
118 RTN

```

Mode d'emploi

1° Écrire, en les séparant par des ENTER ↑, et dans l'ordre, le péri-gée h1, φ , γ et la charge utile Mcu. Faire A.
 2° Pour chaque étage (en commençant par le dernier) : introduire

successivement, en les séparant par des ENTER ↑ et dans l'ordre : la vitesse d'éjection, la masse totale et la masse à vide. Appuyer sur B, puis revenir au 2° pour introduire les données sur l'étage précédent. 3° Après en avoir terminé avec le premier étage, faire R/S; l'apogée h2 apparaîtra, en km, suivi de la période T de révolution, sous la forme MM.SS (minutes et secondes). Si ERROR 0 apparaît, c'est que le lancement est impossible (voir texte). Pour un nouveau calcul, il faut tout réintroduire.

Exemple

Caractéristiques de l'orbite atteinte par une fusée lancée de la base de Kourou, en Guyanne (5° de latitude), par un azimut de 60°, afin que le satellite survole la France. Périgée visé : 200 km. Le premier étage pèse 200 tonnes au total (20 tonnes « sec »), le deuxième respectivement 40 t et 4 t, le troisième 12 t et 2 t. Masse du satellite : 5 tonnes. Propergols utilisés : UDMH + tétr oxyde d'azote pour les deux premiers étages, hydrogène et oxygène liquides pour le dernier. Vitesses d'éjection respectives : 2 800 et 3 840 m/s.

Sur TI-58 et TI-59

Exécuter :

- 5 000, A;
- 5, x \neq t, 60, B;
- 200, C;
- 3 840, D, 2 000, R/S, 12 000, R/S;
- 2 800, D, 4 000, R/S, 40 000, R/S;
- 2 800, D, 20 000, R/S, 200 000, R/S;
- E : l'apogée apparaît, égal à 443 km. Faire R/S, la période est égale à 90 minutes 49 secondes.

Sur HP-34 C

Exécuter :

- 200 ↑, 5 ●, 60 ↑, 5 000 A;
- 3 840 ↑, 12 000 ↑, 2 000 B;
- 2 800 ↑, 40 000 ↑, 4 000 B;
- 2 800 ↑, 200 000 ↑, 20 000 B;
- Faire R/S :

L'apogée apparaît, égal à 443 km. Faire R/S, la période apparaît, égale à 90 minutes 49 secondes.

Remarque concernant l'exemple

On notera que les caractéristiques obtenues pour cette orbite sont proches des possibilités offertes par la fusée « Ariane ».

Pierre KOHLER

Programmation Daniel FERRO □

Les tracés fulgurants

Dès les premières leçons de sciences naturelles, qui font partie de la scolarité enfantine, tout le monde apprend et doit retenir pour la vie que l'air contient un cinquième d'oxygène, un gaz fort utile, et quatre cinquièmes d'azote qui ne servent pas à grand-chose. L'oxygène, en effet, est non seulement indispensable à la vie, mais il est de plus à la base de toute combustion : ni le bois, ni le charbon, ni le pétrole ne brûlent dans un récipient fermé.

Il faut attendre les cours de chimie d'un niveau plus élevé pour découvrir qu'il existe tout de même des combustions en vase clos, à condition de mélanger en proportions convenables un comburant et un combustible. Autrement dit, on associe d'avance l'oxygène, sous forme d'un composé chimique, avec le produit à faire brûler. Le mélange peut alors se passer de toute présence d'air : il n'est donc pas possible de l'éteindre par étouffement, ni même avec de l'eau.

Les Anciens avaient découvert la chose assez fortuitement. Ainsi les Byzantins, qui sont connus pour leurs discussions sur le sexe des anges pendant que les ennemis assiégeaient la ville, le sont un peu moins pour l'amélioration qu'ils apportèrent au feu grégeois. Et pourtant, c'est eux qui perfectionnèrent cet artifice incendiaire primitif en ajoutant au mélange de naphte, soufre et chaux vive, le salpêtre qui rendait redoutable aux navires en bois la grenade de terre cuite qui le contenait : le feu se propageait même sur l'eau.

Les Turcs et les Arabes, déjà maîtres des affluements de naphte, se procurèrent par des moyens mal connus le secret des Byzantins et les Croisés, coupés des gisements de naphte en firent les frais : l'histoire n'est qu'un éternel recommencement. Dans le même ordre d'idées, la légende veut que ce soient les Chinois qui aient inventé la poudre noire, mélange explosif à base de soufre, salpêtre et charbon de bois. Mais c'est un Allemand, Berthold Schwarz, qui eut l'idée de la tasser dans un tube en fer et de mettre un boulet par-dessus, donnant à l'art aimable de la pyrotechnie le développement que l'on sait.

Plus besoin de pétrole, mais restait

le problème du salpêtre, qui est justement l'indispensable comburant. Ce nitrate de potassium, qui naît spontanément sur les murs humides, fit l'objet d'une recherche systématique jusqu'au jour où l'on découvrit des mines, ou salpêtrières. Plus tard, la naissance de l'industrie chimique autorisa la mise au point de combinaisons beaucoup plus efficaces : comburant et combustibles étant mieux assortis, le rendement s'avérait très supérieur à celui de la poudre noire, mais le principe restait le même : associer à toute molécule du combustible une molécule contenant de l'oxygène, ou un autre élément oxydant.

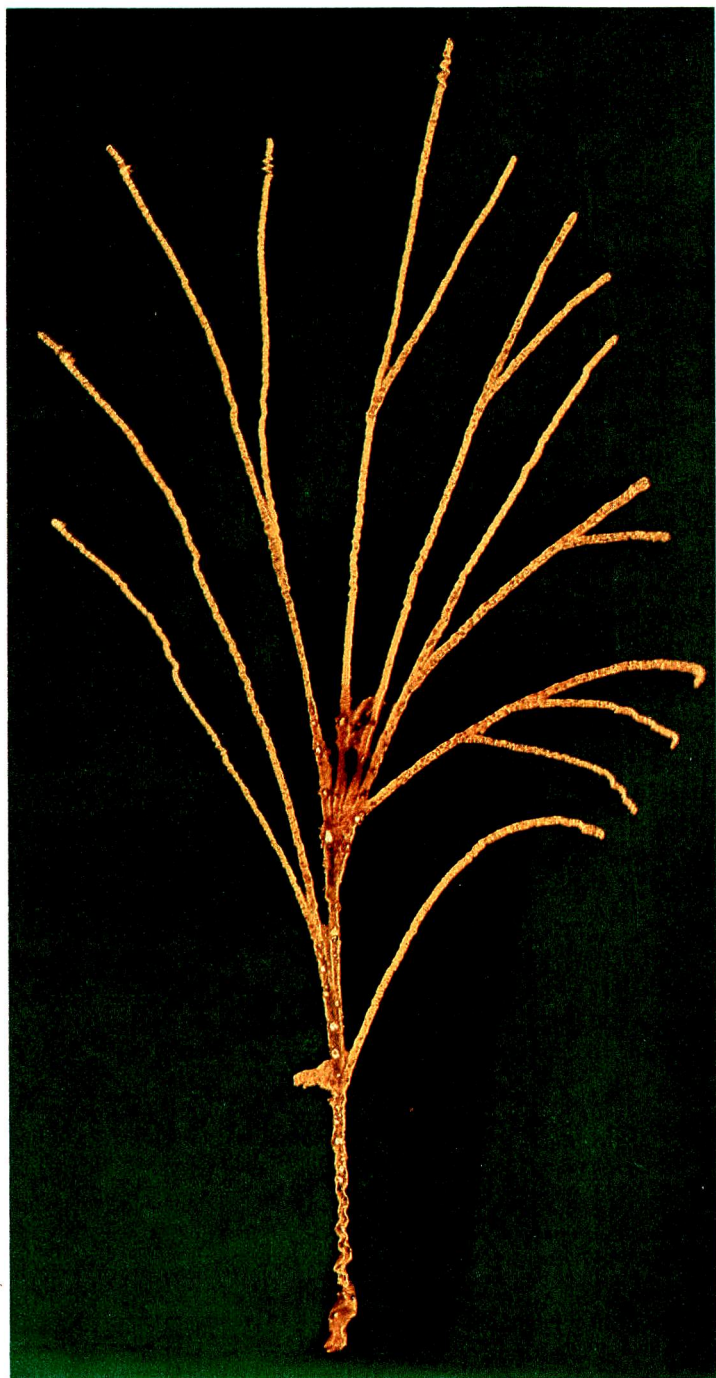
La pyrotechnie artistique a néanmoins traversé les siècles sans perdre de son attrait et le succès des feux d'artifice est là pour le prouver. Sans vouloir rivaliser avec les fusées à étages multicolores, il existe un moyen sans danger de réaliser des tracés fulgurants, sortes de feux d'artifices à deux dimensions que nous nous proposons de réaliser ce mois-ci.

Le principe reste, bien sûr, celui d'une association comburant-combustible. Dans les conditions normales, des matériaux inflammables comme le bois et le papier ne brûlent bien qu'avec un apport d'air suffisant ; en réalité, seul est utilisé l'oxygène de l'air qui va entrer en réaction avec le combustible. Cette réaction, dégagant de la chaleur, explique la flamme observable dans toute combustion normale. Cette flamme est d'ailleurs faite de gaz portés à haute température par la réaction d'oxydation.

Tous les combustibles solides brûlent, malgré les apparences, fort lentement, car seule la couche superficielle est en contact avec l'oxygène. Si ce même combustible est réduit en poussière impalpable, puis soufflé en nuage dans l'air, il explose violemment à la moindre étincelle. En effet, dans ces conditions, chaque parcelle de ce corps est en contact avec l'oxygène de l'air et la combustion se propage avec une vitesse foudroyante.

Mais il reste possible de réaliser une combustion très rapide avec un composé solide, à condition de l'avoir bien mélangé avec un corps ayant de l'oxygène en excès. A ce

PHYSIQUE AMUSANTE



moment, chaque molécule du combustible se trouve au contact d'une autre molécule toute prête à libérer de l'oxygène et la combustion peut naître et se poursuivre même sans air.

Les substances ayant ainsi de

l'oxygène disponible sont des comburants. Mélangées avec des combustibles, elles mènent à des composés dont la vitesse de combustion est toujours très rapide. A la limite, on atteint d'ailleurs les explosifs détonants ; mais en do-

sant bien les produits, il est possible de rester bien en-deçà de cette limite : la combustion est seulement plus rapide et surtout plus facile que dans les conditions normales. Tout se passe comme dans l'expérience classique qui consiste à plonger dans l'oxygène une allumette ne présentant plus qu'un mince point rougeoyant : la flamme renaît aussitôt.

Les tracés fulgurants que nous proposons sont dus à la présence d'un comburant judicieusement disposé sur un combustible simple et facilement disponible, en l'occurrence du papier. Le comburant ne sera autre qu'une solution de salpêtre, ou plutôt de nitrate de potassium. On désigne, en effet, sous le nom de salpêtre toutes sortes de nitrates de calcium, de sodium, d'ammonium ou de potassium.

Ce dernier s'appelait d'ailleurs aussi salpêtre du Bengale, car on le trouvait justement dans la composition des feux de Bengale. Les nitrates sont presque toujours de bons comburants et ils sont à la base de la plupart des explosifs. Ajoutons toutefois que les réactions qui se produisent dans une explosion ne se ramènent pas à une simple combustion rapide : il s'y ajoute des processus de recombinaison chimique des divers éléments, ces processus étant toujours, et largement, exothermiques.

Dans notre expérience, toutefois, la réaction de base reste une oxydation accélérée par la présence du nitrate de potasse qui est un bon comburant. Le matériel à réunir n'est guère encombrant : quelques feuilles de papier pelure, un tire-ligne ou un pinceau fin, un petit flacon et du nitrate de potasse.

Ce dernier peut se trouver :

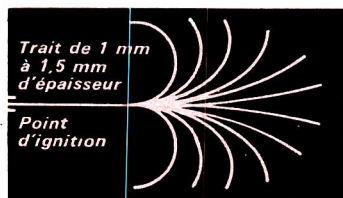
- chez certains droguistes ;
- chez les fournisseurs de produits pour laboratoires ;
- pour les habitants de la région parisienne, chez Parant-Michaux, 17, rue Portefoin, 75003 Paris.

La marche à suivre est des plus simples : dans un petit récipient, on met un peu d'eau et on dissout le nitrate de potasse NO_3K à saturation, c'est-à-dire jusqu'au moment où les derniers grains ne se dissolvent plus ; l'encre fulgurante est prête.

Il ne reste plus qu'à prendre la

feuille de papier pelure pour y tracer un dessin avec le pinceau ou avec le tire-ligne. On laissera sécher complètement, puis à l'aide d'un brandon non enflammé (une cigarette allumée convient parfaitement) on fera se consumer le tracé à l'endroit d'où l'on veut faire partir le feu.

On observera alors un point lumineux qui parcourra le tracé et si l'on a bien conçu le dessin, l'effet sera spectaculaire, surtout si on opère dans l'obscurité ou dans la pénombre. Bien entendu, il ne faudra pas mettre des discontinuités sur le parcours, car à ce moment le point lumineux s'arrêterait. Les effets les plus attrayants sont obtenus lorsque le tracé comporte de nombreuses bifurcations et parcours sinueux de toute nature

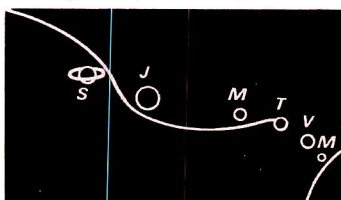


comme indiqué figure 1 (ci-dessus). Pour obtenir les meilleurs résultats, on tiendra le papier droit.

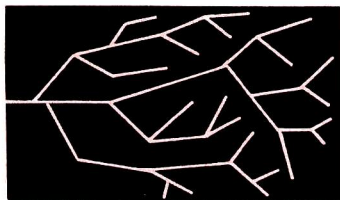
Cette expérience est normalement sans danger et le risque d'incendie est moindre que celui qui existe dès qu'une cigarette est allumée.

Toutefois, nous ne saurions trop recommander de ne pas laisser les enfants manipuler seuls.

En ce qui concerne le tracé lui-même, il est inutile de repasser les traits deux fois avec la solution : un excès de nitrate nuit à la combustion. En dehors du dessin « feu d'artifice » décrit plus haut, il peut être intéressant de tracer au crayon un plan du système solaire et, avec la solution, le trajet d'une fusée qui s'approche des planètes et rebondit sur les champs gravifiques : l'effet est, là aussi, garanti : voir figure 2 (ci-dessous).



Il est préférable de marquer le début du tracé au crayon car, si le papier est blanc, le dessin reste invisible après évaporation de l'eau ; il est alors amusant de découvrir dans l'ombre les bifurcations mul-



tiples (figure 3, ci-dessus) que décrit le point de feu.

L'explication du phénomène est, bien entendu, très simple : le papier, qui brûle fort bien et avec une belle flamme, ne peut normalement pas être enflammé avec une braise de petites dimensions ; même avec une cigarette, on peut tout juste provoquer une carbonisation locale avec quelques brasillements.

Mais, dans notre cas, le nitrate déposé sur le tracé sert de comburant et permet à ces amorces de braise de se propager ; ce nitrate, en effet, constitue un apport local d'oxygène qui vient entretenir une combustion trop faible pour se poursuivre d'elle-même. De fait, elle ne dépasse jamais les limites du tracé, l'amorce de braise s'éteignant tout de suite dès qu'elle n'est plus activée par la présence du comburant.

Pour que le résultat soit parfait, il faut que les proportions combustible-comburant soient bien respectées. Le papier pelure convient bien avec un tracé continu et plein, mais sans excès ; avec d'autres papiers, il faudra chercher quelle est la meilleure densité à donner au dépôt de nitrate. De toute façon, les papiers épais, durs et imperméables ne conviennent pas : il faut du papier poreux pour que la solution pénètre bien les fibres et que le comburant se trouve intimement mêlé au combustible.

Nos lecteurs découvriront que la pyrotechnie est bien un art et que le bon contrôle de combustions rapides réclame de la patience. En contrepartie, les résultats peuvent être étincelants au vrai sens du terme.

Renaud de LA TAILLE □

Souffler n'est pas jouer ? Bien au contraire avec le petit montage que nous vous proposons ce mois-ci. Les résultats que vous obtiendrez seront fonction de la « qualité » de votre souffle (mais pas de la quantité, que les fumeurs se rassurent...).

Le principe de base est le suivant : ce que nous appelons la « qualité » de votre souffle, désigne en fait son degré hygrométrique. En expirant de l'air humide sur un endroit bien déterminé du montage, que nous appellerons d'ailleurs la sonde, la fréquence émise par le haut-parleur augmente ; dans le cas d'un air sec, elle diminue.

Pourquoi ? Simplement parce qu'au contact de la sonde les particules de vapeur d'eau contenues dans votre souffle vont se condenser. Toutes les impuretés existant au départ sur la sonde plus celles qu'éventuellement vous déposerez en soufflant rendent cette condensation conductrice d'électricité (seule l'eau pure est un isolant électrique) et permettent ainsi de venir modifier la résistance électrique de la sonde. Une fois cette remarque faite, il ne nous reste plus qu'à établir un montage électronique capable de détecter cette variation de résistance, de la transformer en variation de fréquence et par l'intermédiaire d'un haut-parleur de produire une variation de son afin que notre oreille nous permette de juger quantitativement l'effet obtenu.

Pour cette réalisation, nous allons encore faire appel à un circuit intégré du type NE 555. Nous allons l'utiliser dans une de ses nombreuses possibilités : la fonction oscillatrice. La fréquence que délivre alors ce circuit sur sa patte 3 est uniquement dépendante de trois éléments : R_1 , R_2 et C_1 . Si l'un de ces trois paramètres varie, la fréquence variera également.

$$\text{On a : } f = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) C_1}$$

Nous voyons donc que nous avons intérêt à agir sur R_2 , puisque son influence sur la fréquence peut être beaucoup plus importante que celle de R_1 . En sortie de IC_1 , nous trouvons directement le haut-parleur avec une résistance R_3 de 33 ohms en série. Celle-ci permet à IC_1 de travailler dans de bonnes conditions

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Souffler n'est pas jouer

et d'éviter également d'endommager le haut-parleur si ce dernier est de faible puissance (inférieure à 200 milliwatts).

Nous avons également ajouté un deuxième NE 555, IC₂, qui permet une légère modulation en fréquence du signal de sortie de IC₁. IC₂ n'est pas à proprement parler nécessaire à la détection d'humidité mais, à notre avis, un son modulé est beaucoup plus agréable à l'oreille... Question de goût ! La fréquence de IC₂ est bien sûr déterminée par R₄, R₅ et C₂. Elle est de l'ordre de 3 hertz environ (peu critique). R₆ et C₃ forment un filtre passe-bas. C'est-à-dire que les signaux carrés basse fréquence disponibles sur la patte 3 de IC₂ vont perdre leurs harmoniques élevées et ressembler beaucoup plus à une sinusoïde, ce qui est indispensable

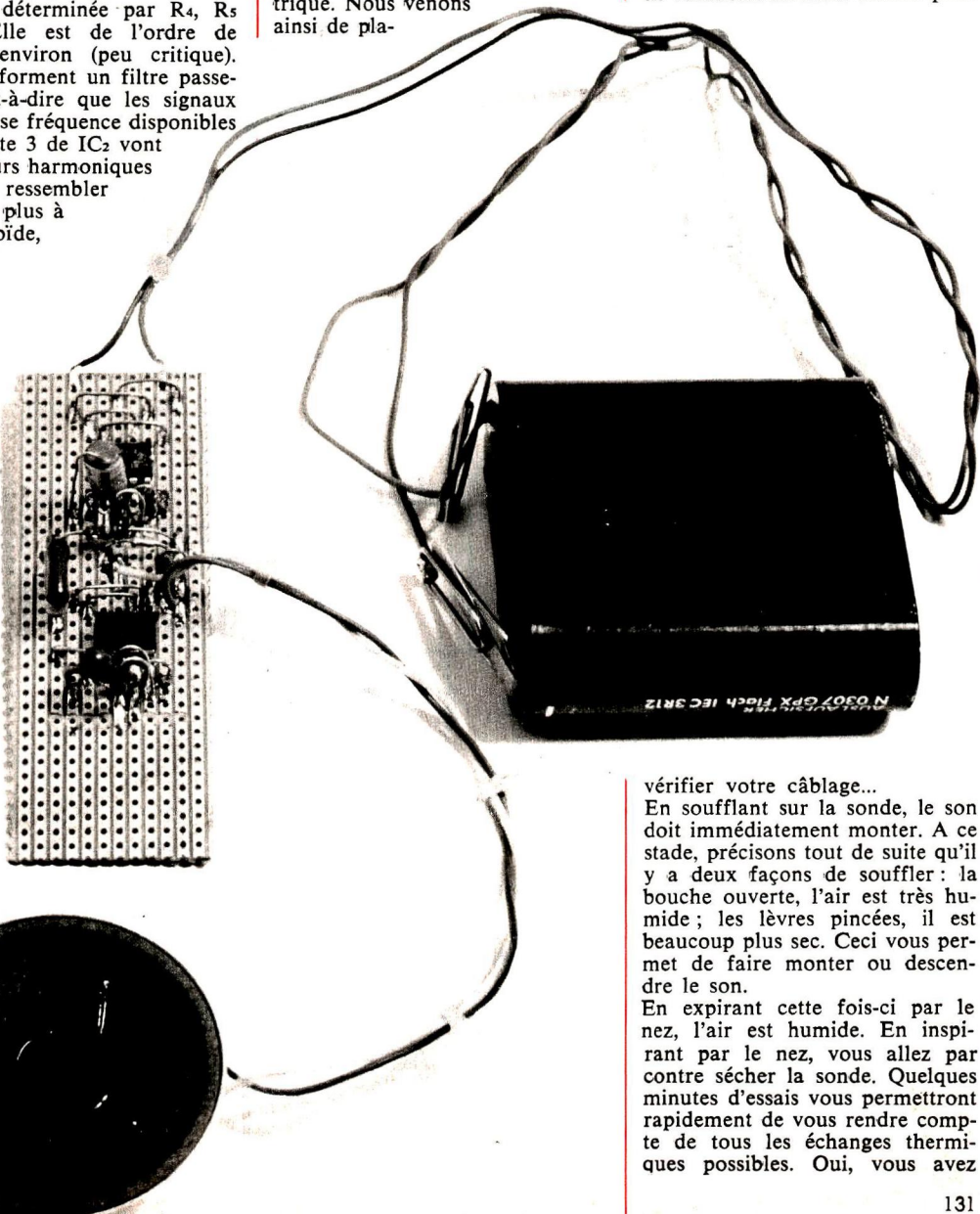
sable pour une modulation de fréquence agréable. Si pour des raisons de facilité de réalisation ou de prix de revient vous ne désirez pas cette modulation, il vous suffit simplement de garder IC₁, R₁, R₂ et C₁, et de laisser sans connexion la patte 5 de IC₁. Voyons maintenant la sonde. Celle-ci sera tout simplement réalisée avec un petit bout de Véroboard, et c'est entre les bandes de cuivre elles-mêmes que la condensation du souffle établira un contact électrique. Nous venons

ainsi de pla-

cer en parallèle sur R₂ une résistance dont la valeur est fonction de l'humidité.

Examinons maintenant les résultats que vous pouvez attendre et les petits pièges dont il faut vous méfier...

Dès la mise sous tension, avec la sonde bien sèche (au besoin un petit coup de chiffon sec), le montage doit délivrer un son de hauteur moyenne, de l'ordre de 1 000 hertz. Sinon, utilisez le petit voltmètre du mois dernier pour



vérifier votre câblage...

En soufflant sur la sonde, le son doit immédiatement monter. A ce stade, précisons tout de suite qu'il y a deux façons de souffler : la bouche ouverte, l'air est très humide ; les lèvres pincées, il est beaucoup plus sec. Ceci vous permet de faire monter ou descendre le son.

En expirant cette fois-ci par le nez, l'air est humide. En inspirant par le nez, vous allez par contre sécher la sonde. Quelques minutes d'essais vous permettront rapidement de vous rendre compte de tous les échanges thermiques possibles. Oui, vous avez

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Implantation des composants

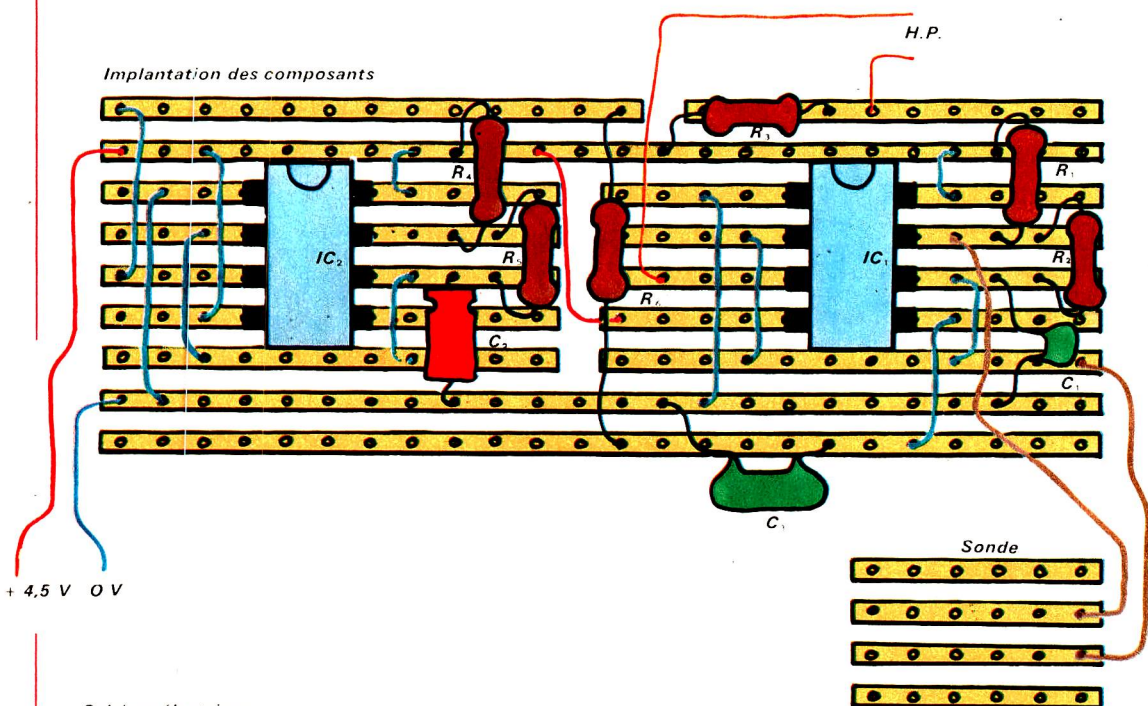
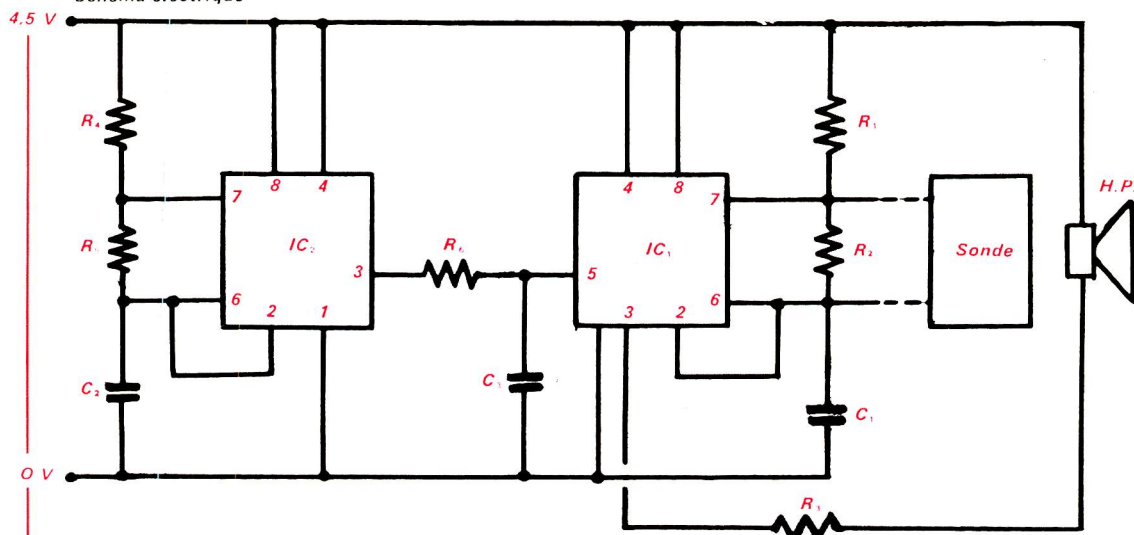


Schéma électrique



NOMENCLATURE

R_1 = 4,7 kilohms (jaune - violet - rouge - argent ou or)
 R_2 = 470 kilohms (jaune - violet - jaune - argent ou or)
 R_3 = 33 ohms (orange - orange - noir - argent ou or)
 R_4 = 22 kilohms (rouge - rouge - orange - argent ou or)
 R_5 = 6,8 kilohms (bleu - gris - rouge - argent ou or)
 R_6 = 220 kilohms (rouge - rouge - jaune - argent ou or)
 C_1 = 1 nanofarad - 5 volts; C_2 = 4,7 microfarads - 5 volts
 C_3 = 100 nanofarads - 5 volts; $IC_1 = IC_2 = NE 555$
 1 pile de 4,5 volts; 1 haut-parleur de 8 ohms

bien lu : thermiques. Car, et c'est là le piège principal, il faut toujours avoir en mémoire que ce sont les écarts de température entre l'air et la sonde qui permettent la condensation ou l'évaporation.

En particulier une sonde sèche et chaude (supérieure à 30°) vous empêchera d'amorcer le système...

Henri-Pierre PENEL
 et Olivier GUTRON

jeux & stratégie

n°4
6 NUMÉROS PAR AN



Le magazine
à lire et à jouer
crayon en main
est en vente
chez votre
marchand
de journaux.

PROFITEZ DE NOTRE TARIF SPÉCIAL DE LANCEMENT POUR VOUS ABONNER

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner, paiement joint à JEUX et STRATÉGIE
5 rue de la Baume 75008 PARIS

• **OUI**, je désire m'abonner à JEUX et STRATÉGIE, en bénéficiant du tarif spécial de lancement, réservé aux lecteurs de SCIENCE et VIE, soit

1 AN : 6 numéros = 58,00 F seulement (au lieu de 72 F)
(étranger 86 F)

Nom

N°

Rue

Code postal | | | | Ville

Age et profession (facultatifs)

Prénom

Je joins à ce bulletin le montant de mon abonnement établi par ☐ C.C.P. 3 volets ☐ chèque bancaire ☐ mandat.
à l'ordre de JEUX et STRATÉGIE (étranger : mandat international ou chèque compensable à Paris)

LES MACHINES PARLANTES

C'est toute une ère technologique qui vient de commencer, presque... silencieusement : celle des machines dotées à la fois de la mémoire et de la parole, des tableaux de bord de voiture qui annonceront bientôt les dépassements de vitesse, aux terminaux de banque qui donneront l'état d'un compte, en passant par les ascenseurs qui diront l'étage où ils sont arrêtés... Pourtant, à la base de cette nouvelle vague de l'informatique, il n'y a que des techniques déjà connues, à peine enrichies par la linguistique.

► L'enfant qui, pour Noël 81, 82 ou 83, recevra une version française du « Speak and Spell » de Texas Instruments entrera sans effort dans un univers souvent susceptible de dérouter un certain nombre de ses aînés : celui des objets qui parlent. Un jour très proche, ces objets capables d'interpréter la voix humaine et d'y répondre seront en effet sur le marché. Nous avons déjà eu, récemment, le traducteur parlant du même fabricant. Même si son vocabulaire reste très schématique, regroupé en phrases et mots de complément, cet appareil s'affirme d'une utilité incontestable vus son format et son prix (impensables il y a une dizaine d'années, quand les premiers prototypes de synthèse de la parole ont été lancés).

Dans la foulée, la firme de Dallas attaque le marché naissant de la télématique avec l'ordinateur familial. Celui-ci fait mieux que parler : il associe mots et images, et permet pour la première fois au grand public d'introduire des phrases dans des programmes développés en basic. Les enfants qui recevront leur première initiation à l'informatique en milieu scolaire, à partir de 1980, sauront vraisemblablement s'en servir avant la majorité de leurs parents.

Les Japonais enrichissent le choix : Sharp vient de lancer une calculatrice parlante qui énonce à haute voix les opérations qu'elle réalise. Suivra une horloge parlante, sans doute plus appréciée des mal-voyants... et de ceux qui n'ont pas d'horloge à carillon ! Japonais aussi, le four qui, à l'aide d'un vocabulaire sans doute restreint, annoncera que le rôti est cuit... Mais allemand l'ordinateur de voiture *B und B*, qui

équippa certaines voitures françaises dès 1981 et renseignera oralement le conducteur sur sa consommation d'essence, l'état de ses pneus et ses dépassements de vitesse.

Ce sont des enfants des microprocesseurs que ces nouveautés. Leur voix relève de la synthèse par mots, à ne pas confondre avec la voix synthétique.

● Synthèse par mots : pour programmer oralement un four ou une cuisinière, on lie une « puce de parole concentrée » à des circuits intégrés. La « puce » en question est un enregistrement en temps réel des vibrations de la voix sur un support métal, c'est-à-dire un microprocesseur. La commande qui va permettre de restituer ces vibrations dépend d'un codage imprimé sur une carte rigide de dimensions classiques, sur laquelle sont aussi fixés les microprocesseurs. C'est-à-dire que la mémoire et la voix sont portées par cette carte. En production de série, le coût de ce système avoisine une soixantaine de francs. Ce serait un peu cher pour une poupée parlante (encore que cela se verra probablement), mais guère pour des super-équipements électroménagers à touches sensibles et à codage lumineux, tels que ceux qui seront commercialisés dans le courant de cette année. Dans tous les cas cités, il s'agit en fait d'une parole émise par une voix réelle, analysée, « échantillonnée » pour n'en conserver que les sonorités essentielles (on compte de 5 à 20 filtrages selon la qualité vocale recherchée), codée et condensée pour la constitution de la mémoire morte. Quant au vocabulaire de ces machines, il va d'une trentaine à quelque 200 mots pour des usages très courants, et à 400 mots ou segments

de phrase pour les traducteurs. Au-delà, le prix deviendrait vite prohibitif.

● Avec la parole synthétique, on sort de la complexe manipulation du signal sonore pour remonter aux sources mêmes de la parole. Schématiquement, le procédé consiste en un premier temps à transcrire des graphèmes (éléments orthographiques, donc écrits du langage) en phonèmes (sons élémentaires constitutifs de la parole). La machine ne conserve, sous forme symbolique, que les paramètres acoustiques du signal de la parole. Des filtres, qui peuvent être analogiques ou numériques, déterminent la qualité de la voix émise : on en compte 9 en moyenne sur les machines commercialisées actuellement. On s'oriente de façon évidente vers le traitement numérique du signal, mieux adapté à la généralisation de la micro-informatique et aux microprocesseurs.

A la demande de l'opérateur, les sons élémentaires consignés sont transformés en signaux électriques qui activent un haut-parleur qui prononce les mots. L'ensemble du processus tient aujourd'hui sur une carte adaptable à des ordinateurs de bureaux, et que les fabricants espèrent réussir à concentrer en un de ces «chips» ou «puces» qui leur ouvrirait le champ de l'utilisation de la synthèse de la parole au niveau du grand public, à un prix de revient très accessible. Même si la qualité de la voix laisse encore beaucoup à désirer, c'est la parole synthétique qui offre le plus de perspectives. De nombreux laboratoires soutenus par des équipes de linguistes travaillent d'ailleurs activement à améliorer cette qualité. I.B.M., NEC, Sperry-Univac, I.T.T., Texas Instruments, Xerox, Exxon, pour ne citer que les sociétés les plus engagées dans la course à la parole synthétique identique — ou presque — au réel, y consacrent une grande partie de l'activité de leurs équipes de recherches.

La vedette des synthétiseurs, qui a déjà trouvé un maximum d'application au niveau professionnel, est le Vortrax, qui intègre les 64 phonèmes de la langue anglaise. Les passionnés d'informatique se sont, pour leur part, intéressés aux systèmes à cartes (Computalker, Micro-Speech) commercialisés pour mini-calculatrices, micro-ordinateurs, ou micro-computers, de type Motorola 8000. Le prix de revient en est encore sensiblement élevé : plus de 1 500 F.

En mémoire sont donc désormais intégrés les deux paramètres de la langue : phonèmes et diphonèmes. Avec des phonèmes, « chat » se prononce « ch...à ». La méthode des diphonèmes permet l'enchaînement, puisqu'elle prend en compte les transitions entre les sons. Or la mémoire morte d'une telle carte permet d'intégrer en français, par exemple, les 30 phonèmes et les 30 diphonèmes les plus courants, soit 1 000 données utilisables pour accentuer le naturel du mot prononcé. Potentiellement, le vocabulaire synthétique est donc illimité.

Les applications de cette synthèse, à laquelle il manque encore les modulations humaines,

constituent actuellement 90 % du « marché de la parole ». Beaucoup plus rares sont, par contre, les utilisations actuellement possibles de la reconnaissance de mots ou de phrases par l'ordinateur, qui préludent à la commande verbale. Cette dernière est cependant et de loin la plus intéressante pour les professionnels.

Dans la phase actuelle, la reconnaissance permet à la machine de resynthétiser à la de-



Thomson, I.B.M., Texas, etc. consacrent leurs recherches à la parole synthétique.

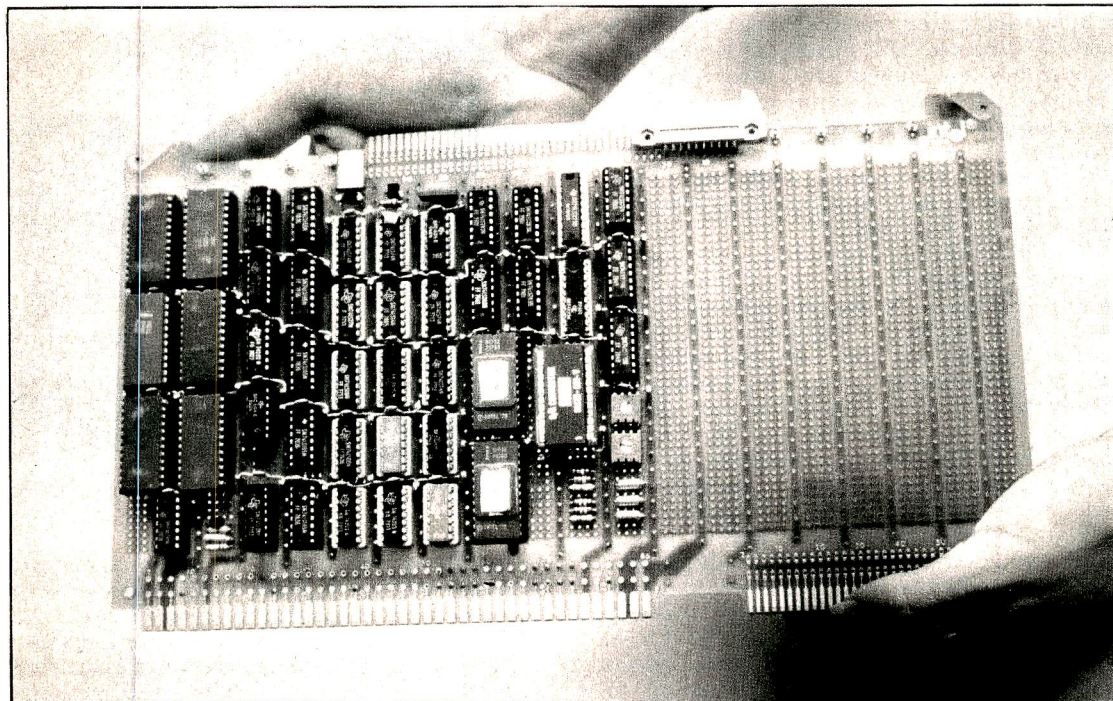
mande les mots qui lui ont été enseignés par l'opérateur : c'est la phase d'apprentissage de la machine. Le manque de précision prévalant jusqu'à présent dans la reproduction de la parole a limité le vocabulaire des machines à une certaine de mots inscrits en mémoire et susceptibles d'être reconnus directement par elle avec un pourcentage d'erreur moyen de 10 %. Encore faut-il un interlocuteur coopératif, c'est-à-dire proche du micro, dans une ambiance calme, détaillant soigneusement les mots qu'il a lui-même enseignés à l'appareil. L'ordinateur ne reconnaît pratiquement que la voix de son maître. Mais il sait déjà obéir sans l'intervention d'un clavier, qui reste obligatoire pour la seule synthèse. Toute la recherche s'oriente vers le mixage des deux opérations, afin de proposer une amorce d'intelligence artificielle. On ignore si ce sera pour dans un mois ou dans 20 ans.

En 1980, presque simultanément, NEC et I.B.M. ont annoncé la mise au point d'un ordinateur capable de reconnaître la parole en continu, sur un rythme pratiquement normal, et de sortir de la reconnaissance au mot à mot. Le taux d'erreur annoncé (en fonction du texte imprimé témoin du niveau de compréhension de la machine) varie entre 2 et 4 %. Il y a deux ans, on estimait cette performance impossible à court terme. De même, Texas Instruments a soigneusement tenu caché le résultat de ses recherches jusqu'à la commercialisation simultanée de plusieurs appareils. Xerox et Thomson C.S.F. restent discrets sur des recherches conduites depuis de longues années, mais se

sont profondément engagés dans la reconnaissance vocale.

Ces efforts devraient aboutir assez rapidement, et l'on peut donc s'attendre à des surprises. Les Français, par contre, dans leur très grande majorité restent en retrait et risquent donc de se trouver submergés par l'arrivée des produits japonais et américains. Au LIMSI (Laboratoire d'informatique pour la mécanique et

qui annonce la dénumérotation d'un correspondant prélude à d'autres applications rapides. Demain, c'est un ordinateur, synthétisant au fur et à mesure des informations par nature changeantes, qui annoncera l'arrivée des trains et des avions. Au Japon, on teste un radio-guidage par balises émettrices : la voiture passant devant la borne pourra prendre immédiatement connaissance des itinéraires conseillés par la



La carte de l'icologue de LIMSI, présentée sur matériel Intel : Au format SBC, elle peut être reliée à une mémoire sur disquette variant actuellement de 3 à 12 Koctets. Sur une moitié de la carte, le synthétiseur numérique correspond à l'équivalent de 44 oscillateurs anciens, beaucoup plus volumineux. Ils sont associés aux composants de mémoires mortes correspondant aux 1000 diphonèmes de la langue française, réduits à 500 par suppression des diphonèmes rares ou inverses d'autres. Un processeur assure la conversion du français en sons élémentaires. L'apprentissage se fait en une seule dictée de mots, et un contrôle. A un microprocesseur de 8 bits correspond un vocabulaire de 100 mots environ. 200 mots sont prévus pour un microprocesseur de 16 bits.

les sciences de l'ingénieur) comme au CNET, le ton n'a pas changé depuis deux ans : la France ne possède pas moins d'inventions que les autres grands pays industrialisés, mais toutes les tentatives de développement nationales ont abouti à un échec.

Les possibilités de la synthèse de la parole et de la reconnaissance par la machine, jumelées ou intégrées au cas par cas, apparaissent pourtant aujourd'hui applicables à l'ensemble des activités économiques ou privées.

Nous n'en sommes plus aux démonstrations spectaculaires, telle la machine à lire pour aveugles de Kurzweil aux U.S.A. (voir Science et Vie n° 728), mais à une généralisation potentielle de leur utilisation. Les télécommunications ont pris les devants en France et la voix métallique

voix synthétique. On pourra à court terme réserver des places pour les trains, les avions, les spectacles en s'adressant directement à un ordinateur, qui en donnera la confirmation vocale.

Ce sont là de simples applications de la synthèse et parfois de la reconnaissance vocale. L'ordinateur y délivre toujours une information qui lui a été transmise par un opérateur.

Plus spectaculaire est l'expérience conduite par les techniciens du C.E.A. pour suivre la mise en route de la pile atomique EL 3 sans avoir à la surveiller en permanence. Ils ont «bricolé» l'ordinateur de contrôle pour lui donner la parole. Dès lors, il suffit de l'interroger à distance, par ligne téléphonique, pour être tenu au courant d'instant en instant...

Les applications professionnelles simples

vont se généralisant. A la BRED (Banque régionale d'escomptes et de dépôt, aux très nombreuses succursales), on a préféré depuis plusieurs années la synthèse de la parole à l'encombrement des lignes téléphoniques. L'ordinateur dispose actuellement de 200 questions codées numériquement auxquelles il apporte une réponse immédiate. Par exemple, à la question 13 entrée en terminal correspondrait la date

que d'un vocabulaire limité: 15 à 20 mots. Les modèles les plus récents en intègrent jusqu'à 220 et coûtent plus de 60 000 F. Quant à sa commande vocale de machines-outils, la VNC, qui accepte 47 à 64 mots, (200 000 F de prix de revient environ), elle ne peut intéresser que les très grands. L'avantage industriel des modèles perfectionnés est convaincant: un contrôleur peut se déplacer avec un micro sans fil dans une



d'ouverture d'un compte, donnée oralement à l'opératrice. Les données sont simples et n'impliquent qu'un minimum de vocabulaire. On vend ainsi aux Etats-Unis un programme intégré avec synthétiseur branché sur le téléphone. De chez son client, un représentant peut obtenir immédiatement l'état des stocks du produit commandé, son prix et les délais de livraison, et confirmer la vente. L'interrogation se fait toujours par code entré sur clavier, car il n'existe pas encore de reconnaissance en «bureautique», mais le gain de temps lié à la disponibilité 24 heures sur 24 de l'ordinateur est évident.

La reconnaissance vocale trouve actuellement un champ d'avenir dans les tâches d'entreprises impliquant une très grande précision, comme le comptage, le contrôle de fabrication ou le report d'information d'un support à l'ordinateur. Un cartographe peut ainsi lire les noms de lieux à l'aide d'un crayon optique et dicter simultanément les informations à regrouper. L'imprimante fera le reste.

En aéronautique et en fabrication automobile, la firme Threshold, aux Etats-Unis, s'est acquis un franc succès avec ses «VIP». Les premiers, commercialisés en 1972, ne disposaient

NEC (Japon) et I.B.M. (U.S.A.), sont les premiers parvenus à dicter, pratiquement au rythme de la parole, des phrases continues à un ordinateur. Résultat: un texte dactylographié à plus de 90% exact. Ici, le Dr Fred Jelinek, directeur de recherche sur la reconnaissance de la parole chez I.B.M., fait la démonstration. Sur l'écran: un spectrogramme digital de la voix du Dr Alan Colen, assis au clavier.

usine et dicter à l'ordinateur sans quitter son travail des yeux. Le comptage des pièces qui défilent se fait à voix haute ou par lecture optique, avec une nette diminution de fatigue. Toutes les manipulations et prises de mesures sont possibles sans double écriture. General Motors a généralisé le système dans ses usines et Renault s'y intéresse de près. Threshold était jusqu'à présent sans concurrence, mais les prix pourraient chuter avec l'entrée prochaine sur le marché d'autres fabricants. Le laboratoire du LIMSI à Orsay annonce, entre autres, la mise au point d'un organe complet de reconnaissance, intégrable dans un ordinateur pour un prix dix fois moindre. Il s'agit d'un périphérique vocal, assimilable aux autres, intégrant la synthèse, la reconnaissance vocale et l'interaction avec l'ordinateur. Le procédé, géré par cartes, est

contrôlable par n'importe quel technicien informatique.

Nous sommes à la limite de la robotique, qui fait l'objet d'une étude concertée à Toulouse, Montpellier et Orsay autour du projet « Para ».

Il sera ainsi possible demain de commander vocalement les fonctions non essentielles d'une voiture, libérant les mains du conducteur pour

LE MARCHÉ POTENTIEL DES APPLICATIONS

Une étude conduite aux États-Unis pour Interstate, par Booz-Allen et Hamilton, conclut à la naissance d'un marché potentiel des terminaux de parole sous 5 ans, s'élevant à environ \$ 300 millions. Selon la firme américaine, les utilisations potentielles se diviseraient en :

- Graphique interactif (dialogue homme-machine, robotique, bureautique) 25 %
- Industrie du pétrole 23,3 %
- Contrôle de qualité et maintenance (lignes aériennes) 16,6 %
- Contrôle de qualité aérospatial 15 %
- Contrôle de qualité automobile 8,3 %
- Autres 11,8 %

Cette analyse de marché ne concerne pour l'instant que les États-Unis, où de très grandes compagnies s'intéressent de près à la synthèse de la parole. Aucune étude similaire n'a été conduite jusqu'à présent en France ou en Europe, mais les recherches en cours sembleraient donner sensiblement les mêmes pourcentages. □

le seul volant. Renault suit dans ses bureaux d'études cette forme de « reconnaissance active » de la machine susceptible de réagir à un ordre par une action. Le même procédé est applicable dans le dialogue pilote-avion, la machine indiquant à haute voix les paramètres du vol, répondant aux ordres reçus, réduisant les mouvements et soulageant l'attention continue qui doit être portée aux manettes et cadrans. De même, au sol, un synthétiseur pourrait donner les informations météo et les indications nécessaires d'instant en instant, et non pas à l'ensemble des avions volant à proximité et pendant une période donnée seulement comme c'est actuellement le cas.

A la pointe de cette recherche : le vrai « robot » tel que rêvé par la science-fiction. Encore embryonnaire, il sera destiné aux tâches dangereuses (proximité du feu, très forte humidité, manœuvres en milieu ionisant, etc.), à la détection minière ou sous-marine. Il est dans ce cas beaucoup plus intéressant d'utiliser la voix, qui établit la communication instantanée, que d'autres modes d'interaction beaucoup plus lents ou beaucoup plus contraignants.

Dès lors que la reconnaissance sera généralisée et que la machine sera capable d'accepter de multiples « locuteurs », se posera cependant le problème du secret informatique et de l'accès

aux salles sous surveillance. C'est le principe de la reconnaissance du locuteur, qui est étudié par les laboratoires Bell aux États-Unis et appliqué depuis 3 ans par Texas Instruments pour le contrôle d'accès à ses propres salles d'ordinateurs. Le contrôle se fait par présentation d'un badge magnétique et enregistrement de la voix du personnel autorisé qui doit à chaque fois prononcer 4 chiffres dictés au hasard par la machine. Le taux d'erreur serait de 4 % pour des « locuteurs coopératifs », mais se monterait à 20 % en cas de bons imitateurs qui ne disposent pas forcément du badge. Le système implique une vérification croisée, mais pourrait être appliqué rapidement à la surveillance, notamment de l'entrée des coffres-forts bancaires.

Il se pose là, à l'évidence, un problème d'éthique lié à la fiabilité de la reconnaissance du timbre vocal par la machine. Devrons-nous un jour déposer nos empreintes vocales à la Préfecture de Police ou délivrer systématiquement des mots de passe pour nous frayer nos passages dans la vie quotidienne ? Jean-Sylvain Liénard (LIMSI), se veut rassurant : il n'existe pas d'empreinte vocale fiable à 100 %, du moins pas tant que la machine ne sera pas capable de reconnaître parfaitement la parole courante, ce qui, toutefois, ne relève plus tout à fait de l'utopie. Pour l'instant, il n'est possible de reconnaître qu'un « locuteur » consentant, et le système devrait rester circonscrit aux impératifs de surveillance et de sécurité. Mais parallèlement, on pourra à plus ou moins long terme commander un virement bancaire par téléphone ou dialoguer avec un distributeur de billets en choisissant son propre code vocal. Jusqu'à quel niveau de sécurité peut évoluer l'application de la commande vocale ?

On trouvera dans quelques années dans le commerce des microprocesseurs programmés en synthèse ou reconnaissance (ou les deux), qu'un bricoleur un peu doué pourra intégrer à n'importe quel appareil. C'est le principe adopté par Toshiba, qui sortira aux États-Unis, en 1980, un téléviseur et une chaîne hi-fi commandés à distance par une trentaine de mots. Il suffira d'intégrer cette puce à une cuisinière, pour en commander la mise en marche ou l'arrêt, opération dont l'intérêt, hormis le charme du bidule, n'est pas évident. De même, les jeux électroniques deviendront de véritables interlocuteurs et proclameront à haute voix qu'ils ont battu leurs partenaires. L'enseignement assisté par ordinateur, qui a souvent déçu ses interlocuteurs, deviendra peut-être plus convaincant, la machine soulignant à haute voix les passages importants, ou ajoutant des commentaires à la lecture fastidieuse de l'écran. Une expérience conduite en France laisse espérer que l'on pourra corriger vocalement les erreurs des étudiants en informatique et les guider dans l'apprentissage des langages numériques.

D'après une étude conduite par une université américaine, il semble que la mémorisation

soit dans ce cas sensiblement accrue, 25 à 50% des personnes ayant besoin d'entendre pour comprendre et pour retenir. C'était jusqu'à présent, semble-t-il, la mission du professeur. La technique est utilisée actuellement aux Etats-Unis pour la formation des contrôleurs de vol et des pilotes.

Plus prometteuses encore sont les applications immédiates en milieu médical. A Marseille, on expérimente depuis le mois de mars un appareil à dialyse qui dicte son mode d'emploi, libérant l'attention du patient pour une bonne mise en place de l'appareil. A Boston, Dialog Systems, filiale d'Exxon, expérimente en milieu hospitalier la commande vocale de la lumière, de la télévision, du téléphone, des mécanismes du lit. Le vocabulaire repose sur 15 mots-contrôles, les chiffres et les lettres de l'alphabet. Or ce qui représente une aide appréciable pour des malades momentanément immobilisés peut être encore plus précieux pour des infirmes moteurs en les libérant partiellement de leur assujettissement à leurs proches. Pour eux, l'environnement coutumier pourra enfin avoir des oreilles.

La synthèse ouvre également des possibilités nouvelles aux handicapés sensoriels. La machine de Kurzweil, la plus connue, déchiffre les caractères imprimés, les transforme en impulsions électriques et les restitue en paroles à l'aide d'une caméra qui balaye la ligne et identifie les lettres d'après leurs caractéristiques. Son prix reste pour le moment prohibitif pour un particulier. Telesensory Systems, autre fabricant américain, met au point l'Opticon, qui utilise un ensemble de cellules photo-électrique que l'utilisateur promène sur le papier. La performance de lecture varierait entre 35 et 90 mots/minute. La même société veut donner la parole aux standards téléphoniques et faire énoncer les étages par les ascenseurs, afin de faciliter aux aveugles l'accès professionnel à ces appareils.

Et la machine à écrire à synthétiseur vocal d'I.B.M. promet la vérification de l'écriture : elle utilise la synthèse par phonème (nettement plus agréable, nous l'avons vu), relit à haute voix le texte frappé, corrige les erreurs et délivre une lettre impeccable...

En France, I.B.M. s'est intéressé en priorité aux enfants sourds, afin de créer un appareil qui reconnaisse la parole et la restitue sous forme visuelle. Dans la mesure où les ordinateurs semblent encore incapables de reconnaître l'intégralité de la parole en continu, le projet semble d'avant-garde.

Votrax, aux Etats-Unis s'est penché pour sa part sur le sort des muets en créant « Handi-vox », une machine disposant de 373 mots et 16 phrases, de la taille d'un magnétophone portable. Cet appareil, affirme le producteur, est plus complexe et plus complet que le traducteur de Texas Instrument, puisqu'il permet d'introduire un texte orthographique (et non pas des codes associés à des mots) que la machine prononce en utilisant véritablement la synthèse.

On peut se demander, dans ces conditions, si l'ordinateur ne va pas remplacer à court terme un certain nombre des fonctions des hommes. Il faudrait d'abord, répondent les chercheurs, que la machine soit dotée d'une véritable intelligence artificielle, c'est-à-dire qu'elle comprenne le texte émis et ait conscience de la personne à laquelle elle s'adresse, ce qui est très loin d'être le cas. Il s'agit, au mieux, d'un répéteur ultra-



Le Votrax SC-01 est une « puce » capable de reconstituer un vocabulaire illimité à partir des sons élémentaires d'une langue (phonèmes et diphonèmes) enregistrés dans sa mémoire. Mis sur le marché fin 1980, il fera parler jouets, jeux, calculatrices, traducteurs, etc.

perfectionné ou d'un bon exécutant. La recherche est surtout axée sur la compréhension des langages naturels et la reconnaissance des formes (graphiques, écritures manuelles, etc). La machine à dicter qui remplacera la dactylo ou l'opérateur n'est pas envisageable avant une trentaine d'année... et peut-être jamais, affirmait-on encore il y a peu de temps. Le délai semble pourtant se rapprocher.

En fait, c'est la reconnaissance phonétique, la capacité de reproduire artificiellement la prosodie du langage, donc les variations de la voix, qui préludera véritablement à l'intelligence des machines. Or cette voix est commandée par le cerveau, et linguistes, psychologues et spécialistes des mécanismes cérébraux s'interrogent encore sur ce qui conditionne la spécificité de la parole. Il ne suffit pas de savoir synthétiser de mieux en mieux une voix ou, comme à l'Iream, de créer un opéra à partir de quelques notes chantées pour ôter son caractère artificiel à la parole prêtée aux ordinateurs.

Au mieux, on pourrait actuellement donner à la machine une bonne connaissance phonétique et y intégrer le maximum de paramètres connus. Mais ces derniers varient en fonction de chaque langue, ce qui impliquerait une étude dont on maîtrise encore mal l'étendue et qui serait extrêmement onéreuse pour un système qui n'intéresserait qu'un seul pays.

Mais, à ce niveau, le sujet intéresse d'avantage les chercheurs que les industriels.

Irène ANDRIEU ■

L'INSTINCT MATERNEL ET LES AUTRES

Curieux ouvrage que celui d'Élisabeth Badinter, qui s'intitule *L'Amour en plus* (1), avec en sous-titre : histoire de l'amour maternel. XVII^e siècle-XX^e siècle. Professeur agrégé de philosophie, et par ailleurs écrivain doué, l'auteur l'a tiré d'un séminaire de deux ans à l'École polytechnique. Mais il ne sent pas la lampe ; il est fluide autant que riche et, dirons-nous, « intelligent », ce qui n'est pas la même chose qu'« intellectuel ». Le thème en est que l'amour maternel est beaucoup moins instinctif qu'on veut bien le croire et qu'on veut le faire croire. C'est, selon l'auteur, un concept forgé par le XIX^e siècle et renforcé par Freud et la psychanalyse. Autrefois, c'est-à-dire dans les deux siècles précédents, en France tout au moins, la mère n'était guère le personnage idéal. « 1780 : le lieutenant de police Lenoir constate, non sans amertume, que sur les vingt et un mille enfants qui naissent annuellement à Paris, mille à peine sont nourris par leur mère », écrit Élisabeth Badinter à la première page de sa préface. De ce fait part une longue enquête interrogative — où, notons-le en passant, elle ne s'interroge apparemment pas sur l'amertume du lieutenant de police Lenoir. Car pour que ce lieutenant soit amer, il fallait qu'il nourrisse une autre idée du comportement maternel.

Dans toutes les classes de la société, on traite l'enfant comme un petit étranger. D'abord, on le met en nourrice. S'il meurt, on n'en a guère grand chagrin. Les documents d'Élisabeth Badinter sont historiques et nous les espérons exacts ; ainsi, un avocat de Vaux-le-Vicomte, marié en 1759, « ayant eu un enfant chaque année, il en perd successivement six, âgés respectivement de quelques mois à six ans ». Il inscrit la perte des cinq premiers sans rien ajouter à leur nom. Au sixième, il ne peut s'empêcher de faire un bilan : « En sorte que je me trouve sans enfant ayant eu six garçons. Bénie soit la volonté de Dieu. » Une telle sérénité en face du petit cercueil n'est d'ailleurs pas le fait des seuls Français : les Anglais du temps en témoignent.

Puis le XIX^e siècle exalte les « valeurs bourgeoises » et la mère est investie, parfois avec pompe et rhétorique, d'un rôle sacré. Il semblerait, selon les fait rapportés par l'auteur, que ce soit l'Eglise, secondée par la médecine, qui ait préparé ce changement dès le XVIII^e siècle, faisant à la mère un devoir d'allaiter son enfant (en quoi, d'ailleurs, elle n'avait certes pas tort, scientifiquement parlant). Les « idéologues », comme les appelle Élisabeth Badinter, profitent de la théorie de la mère « naturellement dévouée » pour étendre ses responsabilités au rôle d'éducatrice en plus de celui de nourricière. Et nous vivons sur cet héritage, soutient l'auteur, perpétuant une différenciation artificielle et abusive des rôles sexuels et paren-

taux du père et de la mère, la mère étant censée donner, elle seule, une substance affective en plus de la nutritive, le père étant exclu du contact physique avec l'enfant.

On voit enfin où l'auteur en est venu : à soutenir que l'instinct maternel est un mythe culturel, dont il est temps de se défaire. La conclusion est éloquent : « Nous n'avons rencontré, écrit Élisabeth Badinter, aucune conduite universelle et nécessaire de la mère. » Elle ajoute : « L'amour maternel ne va pas de soi. Il est "en plus". » Déplorons, tout d'abord, le style polémique qui imprègne l'ouvrage. Un auteur qui soutient le fondement naturel de l'amour maternel est qualifié par l'auteur d'« idéologue », terme évidemment péjoratif ; quiconque défend sa thèse avec ardeur est en proie à un souci « presque obsessionnel ». Les lazzi, ni les ironies ne font défaut au texte, qui en perd pas mal de son objectivité.

Et le fond ? Disons qu'il nous semble avoir manqué de réflexion : c'est un pamphlet qu'a écrit Élisabeth Badinter, mais certes pas un ouvrage scientifique, ni un livre d'analyse. Pas une seule fois elle ne considère l'hypothèse que le manque d'amour maternel aux siècles qui l'intéressent, le XVII^e tout spécialement, pourrait bien avoir été, lui, un fait culturel et social, justement. A l'époque, en effet, prédominent deux facteurs : d'abord, une effroyable mortalité infantile qui entraîne une résignation à l'égard de la disparition d'un être tant qu'il n'est pas adulte. L'enfant n'est pas un être

entier pour les gens de l'époque, c'est une ébauche, et sa perte n'a donc pas d'importance. Ensuite, la culture ignore presque tout de la nature fondamentale de l'être humain : à la place, elle impose des idées et des mœurs, et parmi celles-ci, l'habitude de considérer l'enfant comme une production matérielle inévitable à la suite des rapports sexuels, mais non comme une entité.

Une fréquentation modeste de l'ethnologie eût sans doute évité à Élisabeth Badinter des affirmations aussi tranchées que les siennes. Margaret Mead et Malinowski, par exemple, lui eussent montré que l'instinct maternel n'est pas du tout une création de la morale bourgeoise, même s'il est soumis chez les Trobriandais et les Samoans, objets des études de ces ethnologues, à des variations culturelles. Eût-elle ajouté la fréquentation de l'éthologie à celle de l'ethnologie qu'Élisabeth Badinter eût sans doute conservé sa thèse — que le comportement peut être dénaturé par la société — mais dans le sens inverse : toute l'étude des mœurs animales montre avec force la présence de l'instinct maternel des espèces animales. Chez l'oiseau ou chez le mammifère, chez la mésange charbonnière et chez le poto.

Eût-elle simplement eu une chatte (mais rien ne nous dit qu'elle n'en a pas) que l'auteur eût réfléchi davantage à sa théorie, rien qu'à voir les soins que dispense cet animal à ses petits jusqu'au moment où ils sont adultes. Certains coups de patte en forme de gifles, adminis-

très au petit turbulent, lui eussent même indiqué que les animaux incluent aussi le rôle d'éducatrice dans les fonctions de la mère. Et sans être dénaturés par la morale bourgeoise. Ce n'est pas, là, que nous ramenions le comportement humain à des bases animales qui devraient le dicter ; c'est que le comportement animal peut indiquer les orientations du comportement humain. C'est là son intérêt. Un brin de médecine, enfin, eût éclairé la lanterne d'Élisabeth Badinter. L'enfant a physiquement besoin de l'amour maternel. Les bébés non maternés grandissent moins bien et moins vite et ils souffrent souvent de troubles nerveux. Quant à l'allaitement, ce n'est pas une pratique pour les louves, ni pour les peintres pompiers : c'est une manière de protéger l'enfant contre de nombreuses maladies. Il est probable que l'instinct maternel a été recouvert depuis plus d'un siècle par le fatras moralisateur d'une société commandée par des mâles. Mais les excès théoriques et « démystifiants » d'Élisabeth Badinter nous semblent présenter les mêmes inconvénients que ce fatras : ils exhalent un parfum d'intentions. Un ébéniste qui travaille trois mois à réussir un meuble éprouve pour celui-ci un sentiment, oui, un sentiment d'attachement. Voudrait-on nous faire croire qu'un être humain qui en nourrit un autre dans ses entrailles pendant 9 mois s'en détacherait dès l'accouchement ?

Gérald MESSADIÉ

Victor ANCET

La Méaventure relativiste

195 p., Estrel, route de Grasse, 06270 Villeneuve-Loubet.

Contrairement à ce que laisserait supposer la pieuse légende, ce n'est pas Einstein qui, le premier, a écrit : « La matière est un colossal réservoir d'énergie intra-atomique qu'elle peut dépenser sans rien emprunter du dehors. Il s'ensuit que tout corps qui rayonne perd du fait de son rayonnement une partie de sa masse. » Ces vues prophétiques datent de 1896, soit neuf ans avant la publication du premier écrit d'Einstein sur la relativité restreinte et bien plus longtemps avant la formulation du célèbre $E=mc^2$, et elles sont de Gustave Le Bon, médecin, sociologue et physicien.

Le Bon, d'ailleurs, ne s'en tint pas à ces seules lignes ; dans son ouvrage *L'Évolution de la matière*, publié en 1905, il ajoutait : « La

(suite du texte page 142)

Patrice Flichy : les Industries de l'imaginaire

Presses universitaires de Grenoble - Institut national de l'audiovisuel, 277 p., 50 F. 60 F. franco.

Une étude exhaustive, approfondie et remarquablement riche en faits et chiffres sur les nouveaux média, vidéodisque et vidéocassette, magnétoscope, caméra de cinéma de deuxième génération... Il en ressort que les super-média tels que le vidéo-disque et la vidéo-cassette n'auront sans doute pas le bel avenir qu'on leur avait prêté (nous-mêmes, entre autres, il y a quinze ans), parce que le monde de l'industrie n'y croit pas encore ou n'y croit plus. Si les États-Unis dominant encore très largement le marché mondial technique et culturel dans ce domaine, ils rencontrent des résistances culturelles de plus en plus fortes à la pénétration des programmes, donc à celle des systèmes. Le dernier mot appartient encore à la télévision de masse, bien que celle-ci ait déjà atteint la fin de son âge d'or (son audience mondiale est en baisse). L'auteur glisse un peu vite sur la télévision par satellite, qui devrait accuser encore la suprématie de la télévision sur les super-média. Et il est parfois un peu touffu. Mais voilà un ouvrage de référence.

Guieu-Fontaine-Prévost, N'diaye : Contacts OVNI Cergy-Pontoise

Éditions du Rocher, 236 p., 40 F. 50 F. franco.

Mais oui, les extra-terrestres n'ont pas de regard, ils enlèvent des humains en soucoupes volantes, puis les menacent de sévices quand ils ont trop parlé. Ce sont peut-être des hologrammes. Mais oui, mais oui, une terrible menace pèse sur notre planète. Et puis, il paraît que la vie existe sur la Lune. Euh...

Harlan Lane & Richard Pillard : L'Enfant sauvage du Burundi

Inter-Éditions, 188 p., 55,50 F. 66 F. franco.

Jean était un garçon de huit ans, sourd-muet, que l'on trouva en 1976 au cœur des forêts du Burundi. On en fit un nouvel « enfant sauvage », dont on supposa qu'il avait été recueilli et élevé par une tribu de singes. Harlan Lane, docteur en psychologie et auteur d'un livre excellent sur « Victor, l'en-

fant sauvage de l'Aveyron », dont François Truffaut s'inspira pour son film sur le même sujet, partit sur place avec Richard Pillard, professeur de psychiatrie. Le livre est un journal de voyage et le récit d'une enquête qui aboutit à la conclusion suivante : c'est que Jean avait été recueilli en 1972 dans un orphelinat, peut-être à la suite d'une forte fièvre, et qu'il avait ensuite dû survivre dans la jungle où il s'était enfui lors des abominables massacres qui eurent lieu en 1972. L'enfant était devenu autistique ou presque, à la suite d'un choc, mais ce n'était certes pas un enfant sauvage. Bref, c'était la volonté collective des habitants de la région qui l'avait « inventé ».

Frédéric Dumas : la Mer antique

France-Empire, 254 p., 51 F. 61 F. franco.

Pionnier de la plongée en scaphandre autonome, épris d'archéologie sous-marine, l'auteur raconte les difficultés et les joies de plusieurs campagnes d'exploration sous-marine, sans négliger l'aspect technique, ni le romanesque.

Gabriel Camps : Manuel de recherche préhistorique

Doin, 458 p., 148 F. 166 F. franco.

L'auteur dit, dans son introduction, que si le livre avait été écrit au XIX^e siècle, il eût pu être intitulé : « La Préhistoire sans larmes » ; il est, en effet, fort clair. Mais c'est quand même un livre de professionnel, qui précise tout ce qu'il faut savoir en matière de recherche sur le terrain, d'étude de l'outillage lithique, de l'industrie de l'os, de la céramique, ainsi qu'en matière de pierre travaillée, de matières dures, d'œuvres d'art, d'objets de parure, de construction, d'outillage de métal, de matières périssables. Deux chapitres très utiles, l'établissement de la chronologie et la reconstitution du milieu naturel par la stratigraphie et la sédimentologie, et l'anthropologie de l'homme préhistorique complètent ce traité. On le recommandera à tous ceux qui se piquent d'archéologie préhistorique ; cela permettra aussi bien d'identifier correctement des pointes de flèches et des harpons que d'éviter des bévues fâcheuses dans l'exploration d'une sépulture.

réalité de cette forme nouvelle d'énergie, l'énergie intra-atomique, ne s'appuie nullement sur la théorie, mais sur des faits d'expérience... La force et la matière sont deux formes diverses d'une même chose... Dissocier les atomes, c'est transformer l'énergie condensée nommée matière en des formes instables connues sous le nom d'électricité, lumière, chaleur, etc. Dissocier la matière mettrait à notre disposition une source indéfinie d'énergie...»

Or tout cela, rappelle Victor Ancet, a été découvert au XIX^e siècle, alors qu'Einstein n'était encore qu'un adolescent. Les travaux de Gustave Le Bon furent, d'ailleurs, largement connus des milieux scientifiques et même du grand public à travers la presse aussi bien française qu'étrangère. Mais, à partir de 1919, les projecteurs de l'actualité furent braqués sur Einstein et, du coup, Le Bon fut rejeté dans la pénombre.

La question qui se pose, et que tente de résoudre Victor Ancet, est de savoir pourquoi un seul physicien, certes de grand talent, s'est vu brusquement considéré comme le seul maître de toute la physique. Pourtant, à lire Einstein dans le texte — ce qui est plus aisé que de lire ses disciples — on découvre que la relativité restreinte n'est autre que la théorie de Lorentz (et il ne s'en cache pas) entourée par lui d'une dialectique visant à en accroître la portée.

Ajoutons que le principe de relativité n'est pas non plus de l'invention d'Einstein, puisqu'il appartient à la mécanique classique de Galilée et de Newton. En réalité, ce sont ses thuriferaires qui ont fabriqué cette légende en lui attribuant des découvertes dont il était le premier étonné. Ainsi, la variation de masse de l'électron en mouvement fut signalée pour la première fois par l'Anglais Thomson et la célèbre formule quantifiant cette augmentation de la même masse avec la vitesse est due à Lorentz. C'est encore à ce dernier que nous sommes redevables de la loi de contraction de longueurs en mouvement.

L'auteur s'est attaché avec simplicité à relever les contradictions internes de la théorie d'Einstein, qui auraient surtout remplacé des mystères physiques par des mystères métaphysiques. En faisant de l'observateur une partie agissante dans les lois de la nature, cette théorie a réinventé le principe de l'objectivité et, de ce fait, réintroduit la métaphysique dans la phy-

sique, qui avait pourtant eu bien du mal à s'en défaire.

Relevons pour notre part que les contradictions propres à la relativité étaient déjà connues, et le sont toujours, d'un très grand nombre de chercheurs éminents. Et pourtant, ne nous dit-on pas qu'une théorie ne peut être acceptée qu'à la condition de ne pas être contradictoire?... La fantastique renommée de la relativité demeure donc un mystère entier.

Par sa clarté, le livre de Victor Ancet constitue un bon outil de connaissance : c'est un élément historique de poids qui permet également de comprendre la naissance d'une légende métamorphosée aujourd'hui en article de foi... mais non une branche de la physique expérimentale.

Renaud de LA TAILLE

Robert CLARKE

Naissance de l'homme

Seuil, 267 p., 55 F. 65 F. franco.

Le tableau de l'apparition de l'homme se précise depuis deux ou trois décennies tout particulièrement, grâce à des découvertes telles que celles de Leakey et de Coppens, grâce à des études de biologistes tels que Grouchy, Monod, Jacob, grâce à des travaux de paléontologistes tels que Leroi-Gourhan et Laming-Lempereire. L'ennui est qu'une personne qui ne disposerait ni d'assez de temps, ni d'assez de compétences pour lire tous les livres et articles sur la question n'en aurait que des vues fragmentaires. Robert Clarke, journaliste scientifique, présente dans son livre un panorama complet, commenté et parfaitement abordable de tout ce que l'on sait sur les débuts de l'humanité. Son information est abondante et précise, son style parfaitement clair et sa prudence, quand il aborde les zones obscures, tout à fait louable. De la différenciation de l'*Homo sapiens* à la naissance de l'écriture, il aborde les questions clefs d'une main fine et ferme, s'attardant mais pas trop sur les points cru-

ciaux, résumant sans trahison les points complexes. Une bonne lecture d'excellent niveau.

G.M.

Alvin TOFFLER

La 3^e vague

Denöel, 706 p., 80 F. 94 F. franco.

D'emblée, Toffler prévient : « La troisième vague s'adresse à ceux qui pensent que loin d'arriver à son terme, l'histoire humaine ne fait que commencer ». En ces temps troublés, éloignons donc le chœur des Cassandra, ne pensons plus que le monde est devenu fou et recherchons dès aujourd'hui dans la vieille civilisation mourante des signes annonciateurs de la nouvelle. Tel pourrait être la philosophie de ce nouvel ouvrage de l'auteur du « Choc du Futur ».

Pour Toffler, l'histoire humaine a connu deux révolutions fondamentales (les deux premières vagues) : la première, il y a 100 000 ans, fut l'invention de l'agriculture ; la seconde, il y a à peine 300 ans, la Révolution industrielle. Et nous sommes les enfants de la mutation suivante, les fils et les filles de la troisième vague.

En quoi donc consiste cette troisième vague ? Tout simplement en l'instauration d'un type de société à la fois hautement technologique mais anti-industrielle, fondée sur la nouvelle forme d'organisation décentralisée reposant sur l'utilisation à outrance de l'électronique et de ses filles, l'informatique et la télématique. Cette société naissante instaurerait tout naturellement un nouveau code de comportements sociaux et individuels. De même qu'elle transformera inévitablement les relations des États entre eux.

Quant à la foison des problèmes et des tensions que nous subissons, ils s'expliquent par le fait que les tenants de l'ancien monde industriel veulent sauvegarder à tout prix leurs avantages que la civilisation de la 3^e vague met en péril.

PRÉCISION

Dans un compte rendu de l'ouvrage « les Manipulations génétiques », d'Agata Mendel, publié dans notre numéro de juin, nous disions que l'auteur est la sœur de Mendel. Nous précisions que son prénom est un acronyme des mots Adénine, Guanine, Thymines, ce qui eût dû inciter le lecteur à se servir d'ironie, ces bases n'ayant été découvertes que bien après la mort de Mendel, survenue en 1884... Par ailleurs, eût-elle été vivante, Agata Mendel (pseudonyme collectif de quatre biologistes) eût compté un bon siècle et quart d'âge... □

Autres livres reçus

Telle est la thèse centrale développée par Toffler. En fait, rien n'est vraiment très original, et ce discours a été tenu il y a déjà bien longtemps par de nombreux autres auteurs. Il est évident que nous sommes entrés dans une société post-industrielle et que la civilisation nouvelle qu'elle implique a quand même des racines dans l'époque qui l'a précédée. Les signes annonciateurs de cette nouvelle fameuse troisième vague sont partout visibles et Toffler ne fait que déchiffrer du déchiffré...

Autant nous avions été intéressés par l'originalité du premier livre de Toffler «le Choc du Futur», qui montrait brillamment comment et pourquoi les individus souffrent du grand changement contemporain, autant il nous semble que cet ouvrage-ci n'apporte aucune idée réellement novatrice : il n'est intéressant que par le nombre des exemples que Toffler apporte à l'appui de ses idées.

Et encore, la plupart de ces derniers sont largement connus du lecteur de Science et Vie...

Jean-René GERMAIN

Alain MASSON

Mainmise sur l'enfance

Payot, 208 p.,
61 F, 71 F franco.

La froideur mise par l'auteur à traiter de ce sujet brûlant qu'est le problème de la jeunesse est efficace : son livre est hallucinant.

Il décrit, avec une masse d'informations, l'extravagant système d'étiquetage et d'encadrement des jeunes tout particulièrement.

Ce ne sont que réseaux informatiques (G.A.M.I.N., A.U.D.A.S.S., O.T.A.R.I.E. ...) enquêtes, codifications, formulaires, fiches de santé physique, de santé mentale...

Il en ressort que l'informatique a donné naissance à un monstre aveugle, la «normatique», selon le terme forgé par l'auteur, qui doit aider la société à conditionner le jeune comme des produits agricoles dans des boîtes de format préétabli, afin de les préparer à la mise en boîte ultime. Il faut désormais tout connaître sur chaque jeune pour pouvoir tout gérer.

Et cet univers concentrationnaire est soutenu par les meilleures intentions du monde. Il faut «aider» la jeunesse ; alors fichons-la sur papier rose et fiches bleues.

G.M.

Désir d'enfant, refus d'enfant

Stock Pernoud, 319 p., 55 F, 65 F franco.

Il est piquant de lire cet ouvrage collectif (publié sous la direction de Pr Frédéric Charvet) à la suite de celui d'Elisabeth Badinter dont nous parlons plus haut. Non qu'il soit beaucoup plus concluant dans son exposé d'une situation inverse (celle où l'enfant est considéré, au contraire, comme un être hautement désiré par la femme) : ce reflet des opinions de nombreux spécialistes laisse le lecteur au point où il l'a pris. Ni la statistique, ni l'épidémiologie, ni la psychanalyse, ni l'éthologie et ni la médecine n'expliquent pourquoi il naît de moins en moins d'enfants alors que l'enfant est de plus en plus désiré. Chacune de ces disciplines apporte un élément d'explication, mais il est bien difficile de concilier ces fragments pour en faire un tout.

L'un des points les plus intéressants du livre est sans doute l'analyse de «l'enfant imaginaire», c'est-à-dire de la projection que les parents font sur l'être à naître : l'on y trouve quelques lignes sur l'importance des prénoms qui sont intéressantes. Mais l'on n'explique guère le phénomène qui veut que les taux de fécondité féminine dans le monde entier soient en fonction inverse du degré d'instruction. Le facteur socio-culturel est bien évoqué par-ci, par-là, mais il n'est pas étudié en tant que tel.

Peut-être était-ce trop simple de d'expliquer le refus d'enfant chez tant de femmes par la gêne que la maternité représente dans une carrière féminine et par les difficultés matérielles qu'elle suscite. Pas un mot sur le logement, lieu indispensable à un foyer qui compte des enfants, alors qu'il est patent qu'avec chaque enfant le besoin en mètres carrés de surface habitable, donc la charge locative, augmente.

Et nous craignons que le ton docte qui préside à la rédaction et l'omission d'explications aussi simples ne finissent par irriter certains lecteurs.

G.M.

Jean Guilaine : la France d'avant la France

Hachette, 295 p., 85 F, 99 F franco.

Tout amateur éventuel du livre cité plus haut sera automatiquement intéressé par celui-ci. Le premier est un précis, le second, l'un des plus remarquables essais de synthèse historique sur la France du X^e au I^{er} millénaire. Maître de recherches au CNRS et membre du Conseil supérieur de la recherche archéologique, Jean Guilaine permet au grand public d'aborder enfin un savoir jusqu'ici réservé aux spécialistes, car sa plume est claire et son emploi des termes techniques, modeste. Nous avons personnellement apprécié beaucoup des aperçus tels que celui sur les premiers paysans de l'Ouest, qui vers 4000 av. J.-C. avaient constitué des groupes de civilisation déjà capables de grandes entreprises architecturales, ou encore celui sur la production locale de pâte de verre en Europe même (on avait toujours cru qu'il s'était agi de verre d'importation). Ouvrage de premier plan et de référence.

Les Dossiers de l'étudiant : «Que faire avec ou sans le bac ?»

N° 15, 12 F, 25 F franco.

Ce numéro justifie un éloge en bloc de la publication : il représente l'un des plus remarquables exemples de service que l'on puisse trouver dans notre société. Le thème est celui des études supérieures courtes, c'est-à-dire celles qui durent trois ans au maximum. Plutôt en discrédit ces dernières années, elles commencent pourtant à connaître la faveur des donneurs d'emploi. Les *Dossiers de l'étudiant* en offrent donc un guide exhaustif, de celle d'instituteur à celles qui préparent aux carrières de la Défense. Notons au passage la rubrique consacrée au journalisme et où il est dit avec pertinence : «Vous voulez devenir journaliste ? Vous courez 80 % de risques de ne jamais l'être», et qui rappelle qu'un journaliste sur 7 est actuellement au chômage... Comme tous les numéros précédents, c'est un annuaire pratique à conserver.

● Les ouvrages dont nous rendons compte sont également en vente à la Librairie Science et Vie. Utilisez le bon de commande p. 153.

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 38 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

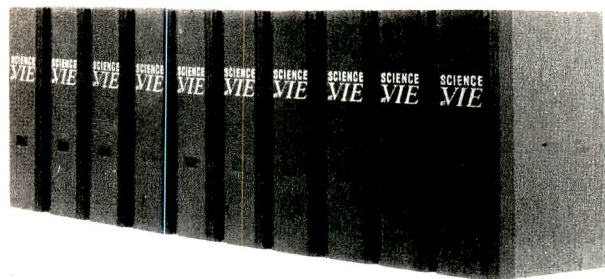
ADRESSE

CODE VILLE

1.08.80.1.11



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 NUMEROS**



38 F.

**Franco
SEULEMENT**

LES

2

RELIURES

**Prix
coûtant
pour les lecteurs
de SCIENCE ET VIE**



DERNIER-NÉ : LE « WHEELING »

Après le skate board, le roller skate, la planche à voile, voici maintenant la « Wonder Wheel », qui fait déjà fureur sur les plages américaines.

Marcher sur l'eau, ce vieux rêve des humains est désormais réalisable. Grâce à une « roue merveilleuse », la « Wonder Wheel », on peut même se déplacer jusqu'à 30 km/h non seulement sur l'eau, mais aussi sur terre, sable et neige avec une égale aisance.

Sur 2,20 m de haut et 1,40 m de large, la « Wonder Wheel » comprend deux grandes bouées gonflables reliées par neuf boudins. Deux poignées tournantes et flexibles, placées dans l'axe de rotation, sont

reliées aux deux grandes roues par des sangles de nylon et donnent ainsi une bonne maîtrise de l'engin et un équilibre satisfaisant.

La matière utilisée est celle avec laquelle les Américains construisent les bateaux gonflables qui descendent les rapides ; du caoutchouc renforcé d'une très grande résistance. Gonflée, chaque « Wonder Wheel » peut supporter une tonne sur l'eau. Une double chambre à air assure un gonflage en toute sécurité. Pra-

tique, une fois dégonflée, elle est facile à transporter dans un sac en nylon. Poids total : 19 kg ; encombrement : 0,13 m³. L'absence d'aspérités dangereuses, de parties coupantes ou sujettes à la rouille font du « Wheeling » un jeu inoffensif pour les enfants (à partir de 6 ans) comme pour les adultes. Equipé de bâches protectrices il peut se transformer en tente ou en petite piscine. Prix : 3 900 F, distribué par la société Medicamat (93, rue Thiers, 92100 Boulogne).

L'ÉLECTRONIQUE A L'HEURE DU JOGGING

Jamais en reste, l'électronique, qui envahit la vie quotidienne de nos contemporains, ne pouvait rester indifférente au « Jogging », cette nouvelle mode qui fait depuis quelques mois de nombreux adeptes en France.

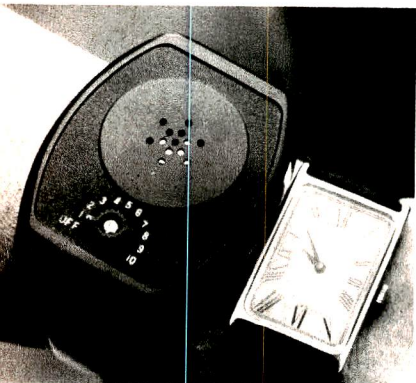
Pour ceux que les intempéries rebutent ou qui ne peuvent prendre le temps de faire le tour de leur pâté de maisons en tenue de sport, une firme allemande a mis au point une piste de « Jogging » d'intérieur. Elle se présente sous la forme d'un cadre en plastique jaune (43 x 58 cm) avec une piste noire intégrée reliée par un fil à un système électronique. Que l'on marche ou que l'on coure, une impulsion électronique est transmise au système qui comptabilise les pas, les minutes et la distance parcourue

trainer n'importe où et n'importe quand. Prix : 995 F, garantie deux ans, en vente au rayon sport du BHV. Pour les vrais amateurs de course à pied, ceux pour qui le grand air est indispensable, il existe beaucoup plus simplement des rythmeurs de poignet.

Le cadran est gradué de 1 à 10, de la marche à la course, pour cadencer les exercices de jogging. Un signal sonore rythme l'allure choisie. Dimensions : 5 x 3,8 cm. Prix : 60 F. En vente au BHV.



Piste de « Jogging » d'intérieur



Rythmeur de poignet

grâce à un affichage digital. Une cadence sonore réglable en intensité donne le rythme du « joggeur ».

Alimentée par quatre piles de 1,5 V, cette piste de « Jogging » s'emporte partout, y compris au bureau, et permet de s'en-

BANQUE

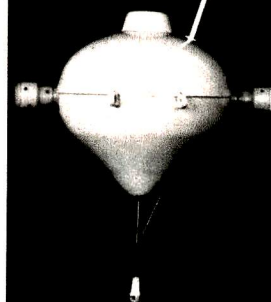
CARTE BLEUE PERDUE : TÉLÉPHONEZ

Il est toujours désagréable de constater la disparition d'une carte de crédit. Celle-ci l'est encore davantage lorsque les guichets de la banque qui l'a délivrée sont fermés. C'est pourquoi le Centre carte bleue met désormais à la disposition de ses clients un poste téléphonique qui répond présent 24 heures sur 24, y compris les week-ends.

Une assurance automatique et gratuite couvre l'utilisation frauduleuse de la carte dès l'instant de l'appel téléphonique, même si la déclaration à l'agence n'intervient que plus tardivement. Cependant un seuil de franchise a été fixé à 500 F. Ce dernier ne concerne pas les distributeurs automatiques de billets, le code magnétique étant strictement confidentiel et n'étant pas censé figurer dans un portefeuille au côté des cartes de crédit. Deux numéros de téléphone sont donc à retenir :

- Pour Paris, le 277.11.90
- Pour la province, le (54) 78.88.11

Bien entendu, cette facilité offerte par la carte bleue à ses clients, n'exclut en rien la déclaration au commissariat de police qui reste obligatoire.



LA PLONGÉE EN TOUTE SÉCURITÉ

Reliée en permanence au plongeur par un filin, toujours tendu, cette bouée « Nautifix » en polystyrène expansé indique la présence de celui-ci à toutes les embarcations croisant en surface. Finis les risques de rencontres inopportunes avec une coque ou une hélice, la force du câble étant de 210 kg (rupture à 300 kg).

La bouée, rappelée par un treuil qui maintient le filin toujours tendu suit les évolutions du plongeur et se trouve constamment ramenée à la verticale de ce dernier.

Cette localisation précise n'est pas le seul élément de sécurité : la bouée est munie d'un dispositif d'alarme qui avertit le plongeur dès qu'il a atteint une profondeur limite préalablement programmée. Cette profondeur est réglable à volonté jusqu'à 30 m (70 m sur le modèle professionnel). Le treuil et le dispositif d'alarme sont contenus dans le caisson étanche de 5,5 dm³. Prix : 400 F distribué par Auto F (B.P. 12, 74350 Cruseilles).

►► **Contre les agressions, et notamment le viol : une petite capsule qui s'accroche tel un capuchon de stylo dans une poche. Elle se brise facilement et contient du N-butylmercaptan, un produit suffisamment malodorant pour mettre tout agresseur en fuite. Celui-ci sera très facilement retrouvé par la police tellement cette odeur est persistante.**
Prix : 110 F, aux drugstores Publi-

CHANGER D'AVIS SANS PERDRE LES ARRHEs

Il est désormais possible de s'engager sur un coup de foudre pour l'achat d'un appartement puis de se raviser et de revenir sur sa décision... sans y laisser des plumes.

Depuis le 1^{er} juillet, date de l'entrée en vigueur de la loi sur la protection de l'emprunteur, l'acquéreur potentiel d'un bien immobilier (appartement, pavillon, etc.) qui a signé un contrat et versé des arrhes est en droit de revenir sur sa décision et de récupérer la totalité de la somme versée sans avoir à justifier sa décision auprès du vendeur ou de l'agence.

Deux conditions à remplir, toutefois : avoir déposé une demande de crédit immobilier et notifier sa décision de non-achat dans les dix jours suivant la date de l'avis favorable de l'établissement prêteur.

Trois points importants sont surtout à retenir de cette nouvelle loi :

- L'obtention du prêt immobilier (jusqu'ici une clause d'annulation du contrat était prévue en cas de refus de l'établissement prêteur) est désormais une condition suspensive légale qui doit obligatoirement figurer dans le contrat ;

- L'établissement prêteur dispose d'un mois pour accorder ou refuser le crédit immobilier. Au-delà de cette période, l'absence de réponse est considérée comme un refus et l'acquéreur, automatiquement dégagé, est en droit de récupérer sa caution de 10 % ;

- Troisième point, le plus original : lorsque le prêt est accordé, l'acquéreur potentiel, proposition de crédit en main, dispose encore de 10 jours pour se rétracter sans avoir à justifier sa décision. Il est alors en droit de récupérer la totalité des sommes versées.

La loi est immédiatement applicable, même si la forme que doivent adopter les différents documents concernant la transaction n'a pas encore été publiée au journal officiel. Une question reste cependant à régler : aucune précision n'est donnée sur les délais de remboursement des arrhes. C'est un élément qui a son importance, ces sommes étant dans bien des cas destinées à retenir l'autre

bien immobilier, celui justement qui aura motivé l'annulation du premier contrat.

ELECTRONIQUE

SONS ET LUMIÈRE DISCO

Un « light-show », pour les non-initiés, est un procédé qui fait danser ensemble sons et lumières dans les discothèques. Bon nombre d'amateurs de haute-fidélité rêvent d'en installer un dans leur salon. C'est

désormais possible avec le Laser Deltrovision NC 5 (commercialisé par Deltrovision, 28, rue de Leningrad, 75008 Paris). Il ne mesure que 45 (L) x 20 (l) x 15 cm (h) pour un poids de 3 kg et coûte 4 000 F.

C'est un synthétiseur de light-show laser automatique et manuel. Le rayon rouge du laser (hélium-néon), d'une puissance de 2 milliwatts, peut être modulé par la musique, que ce soit du disco, du rock ou du Vivaldi. Il forme ainsi des figures synchronisées en rythme et en dimensions.

Trois commandes manuelles permettent de créer une très grande quantité de figures géométriques : triangle, étoile, spirale, ovale, rosace, zoom de cercle, etc., la musique multipliant à l'infini les combinaisons.

Cet appareil se branche sur tout appareil électrique, de la chaîne stéréo à la guitare.

HORLOGERIE



100 000 FRANCS POUR UNE MONTRE DE 0,98 mm

La Linea Museum, dernière-née de la collection Eterna (voir Science et Vie N° 738) est la première montre de toute l'histoire de l'horlogerie ayant moins de 1 mm d'épaisseur (0,98 mm exactement). Son principe de fonctionnement est le même que celui de la Espada, lancée l'an dernier, qui n'avait déjà que 2 mm d'épaisseur.

Le fond du boîtier et l'envers du cadran portent les mobiles du mécanisme horloger, c'est-à-dire que les pièces de ce mécanisme (roues, etc.) sont directement intégrées à l'intérieur du fond du boîtier et à l'envers du cadran.

De conception et de fabrication entièrement suisses, cette réali-

sation n'a pu être mise au point que grâce à l'extrême miniaturisation des techniques actuelles du quartz, de l'électronique et des piles. Les roues, les vis, le moteur pas à pas et l'ensemble électronique (résonateur à quartz, circuit intégré et imprimé, capacité et brides) ainsi que la pile ont été assemblés dans un volume de 710 mm³.

Par ailleurs, l'affichage des heures et des minutes s'effectue avec des disques sur lesquels les aiguilles sont décalquées. Ce sont ces disques qui se déplacent grâce au mouvement horloger. Prix de cette merveille en or 18 carats : 100 000 F environ.

PREMIÈRE SUPER 8 PROFESSIONNELLE

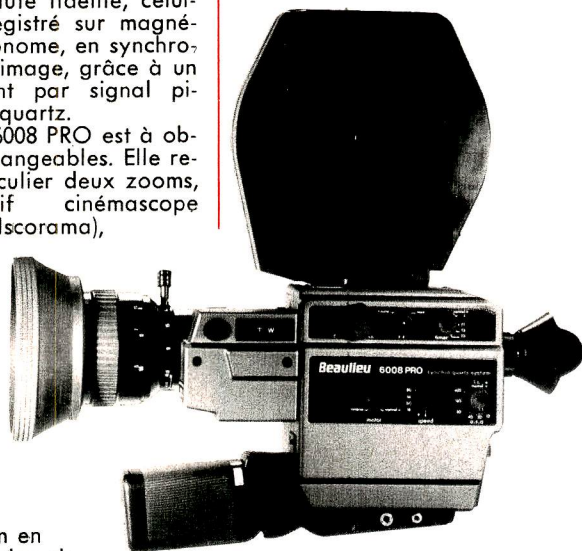
Cinéastes, journalistes, enseignants, chercheurs et spécialistes de l'audiovisuel disposent enfin d'une caméra super 8 professionnelle.

La firme française Beaulieu vient de mettre sur le marché la première caméra super 8 professionnelle, la 6008 PRO. Elle est conçue pour donner des images de haute définition et un son haute fidélité, celui-ci étant enregistré sur magnétophone autonome, en synchronisme avec l'image, grâce à un asservissement par signal pilote ou par quartz.

La Beaulieu 6008 PRO est à objectifs interchangeables. Elle reçoit en particulier deux zooms, un objectif cinémascope 1,8/ 10 mm (l'Isorama),

La construction de la caméra a été conçue pour assurer une fiabilité maximale. En particulier l'ensemble des composants (circuits intégrés, transistors, diodes, résistances, condensa-

nèse de 1,5 V, soit par batteries au cadmium-nickel.



la plupart des objectifs cinéma 16 mm en monture C et les objectifs 24 x 36 par l'intermédiaire d'une bague.

La visée reflexe est assurée par un miroir placé sur l'obturateur. Ce système élimine tout dispositif optique entre l'objectif et le film durant l'exposition. L'émulsion reçoit donc la totalité de la lumière et l'image ne subit aucune altération.

La caméra possède 8 vitesses : vue par vue, 4, 9, 18, 24, 25, 36 et 80 images/seconde. Ces fréquences sont utilisables avec le chargeur de 15 m de film ou avec celui de 60 m. Un régulateur électronique assure chaque fréquence avec une précision de l'ordre de 0,1 %. Cela assure un son synchrone pour de courtes séquences. Les cinéastes filmant pour la télévision peuvent verrouiller la fréquence de 25 im/s et l'utiliser ainsi sans possibilité d'erreur.

La caméra est équipée d'un tiroir synchro-quartz qui a trois fonctions : stabiliser par quartz la fréquence de 24 ou de 25 im/s, asservir un magnétophone par un signal « synchro-pilote », télécommander la marche ou l'arrêt d'un magnétophone.

teurs) est logé sur un seul circuit imprimé. Le câblage est simplifié et la longueur des connexions entre les composants a été réduite au minimum pour diminuer les risques de parasites. Dans le viseur, une diode rouge s'allume si la charge des accumulateurs est insuffisante. Une diode jaune s'allume en cas de sur- ou de sous-exposition du film.

En ce qui concerne l'exposition, la Beaulieu 6008 PRO est utilisable en automatisme total ou en semi-automatisme. Une correction pour les cas de contre-jour peut être programmée. Le posemètre est utilisable de 12 à 400 ASA.

La caméra comporte encore un intervallo-mètre incorporé qui permet les basses fréquences de 1 im/s, 1 im/10 s et 1 im/30 s. Une prise de flash autorise la synchronisation d'éclairs. L'utilisation du flash est fort utile en basse fréquence pour assurer un éclairage constant du sujet, même si la prise de vues se prolonge durant plusieurs jours. L'alimentation de la Beaulieu 6008 PRO, enfin, est assurée soit par six piles alcalino-manga-

PHOTO

UN 24 x 36 DE 320 g MOTEUR COMPRIS

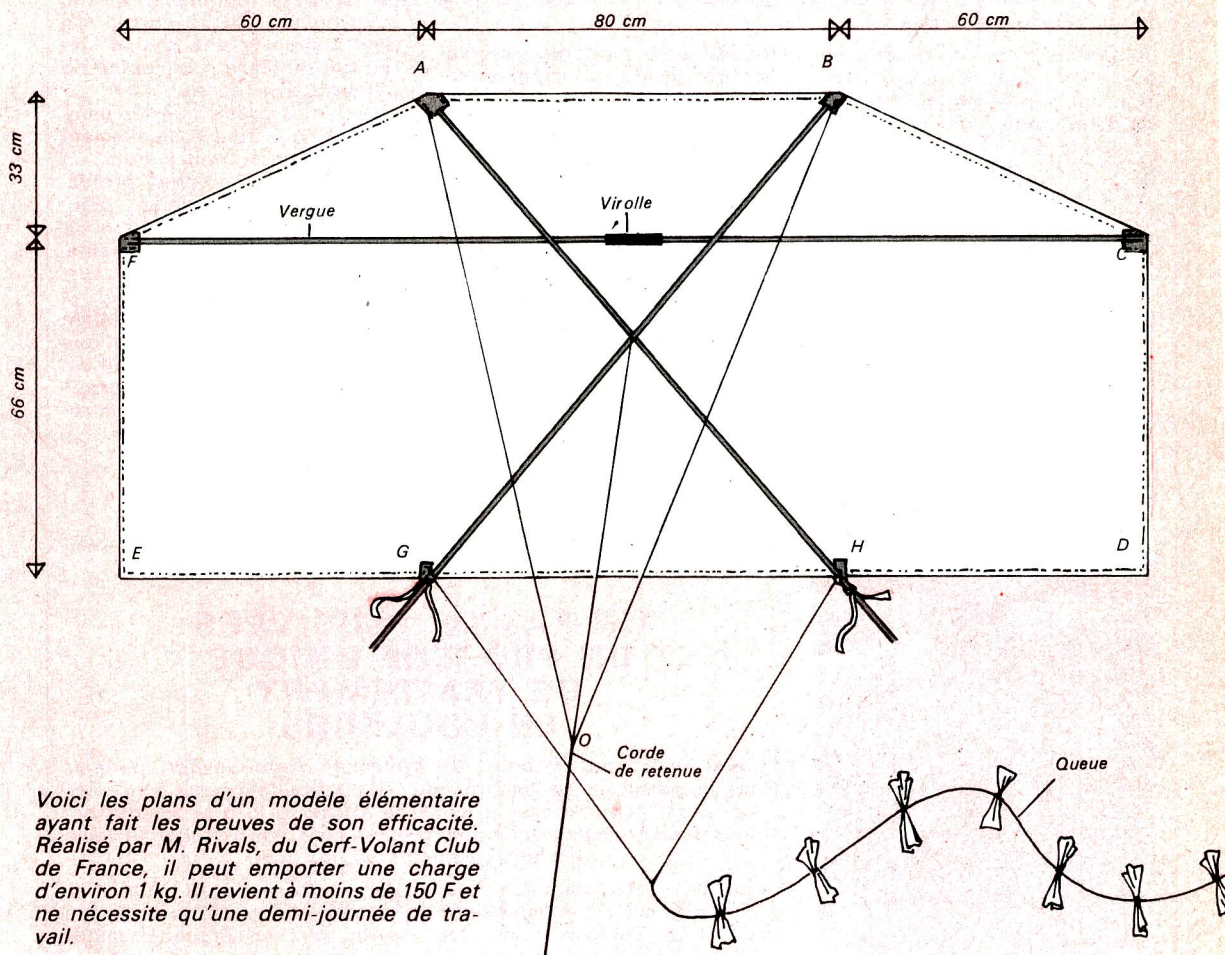
A l'occasion de la Photokina 1980 qui ouvrira ses portes le 10 septembre prochain à Cologne, la firme japonaise Cosina mettra sur le marché son premier 24 x 36 miniaturisé. Cet appareil, le Cosina CX-2, ne pèse en effet que 225 grammes et mesure environ 10 x 6 x 4 cm. Il est automatique, une cellule réglant un obturateur électronique programmé. L'objectif à 5 lentilles est un grand angulaire 2,8/35 mm.

Le Cosina CX-2 reçoit un petit moteur d'entraînement du film, le CX-2W, assurant le changement de vue en moins d'une seconde. Alimenté par deux piles de 1,5 V, il possède une autonomie de 20 à 30 cartouches de 36 poses (selon le type de pile). Ce moteur se fixe sous le boîtier par un écrou. Il mesure 10 x 3 x 4 cm environ et pèse 95 g.

La griffe de l'appareil, enfin, possède un contact électrique pour un flash électronique, le Cosina Auto CX-11. Équipé d'une cellule, celui-ci autorise l'exposition automatique. Son nombre-guide est de 11 pour 100 ASA. Il est également de faibles dimensions : 6 x 4 x 4 cm environ et 70 grammes.



CONSTRUISEZ VOTRE CERF-VOLANT PHOTOGRAPHE



Voici les plans d'un modèle élémentaire ayant fait les preuves de son efficacité. Réalisé par M. Rivals, du Cerf-Volant Club de France, il peut emporter une charge d'environ 1 kg. Il revient à moins de 150 F et ne nécessite qu'une demi-journée de travail.

Prenez un rectangle d'étoffe de 2 m de long sur 1 m de large. Un tissu avec une trame suffisamment serrée, n'excédant pas 100 g/m². (Du nylon pour chemise d'homme, par exemple.) Dans la partie qui doit constituer le bord d'attaque, on coupera les deux angles extrêmes selon les cotes données sur le plan; les côtés FA et BC ainsi obtenus sont coupés dans le biais du tissu. On devra les renforcer par une bordure de ruban fort. Sans cela, ils n'auraient pas la rigidité requise. Sur le reste du pourtour, un simple ourlet suffira.

Les baguettes tendueuses seront disposées selon AH, BG, FC (en gris sur la figure). Elles seront de préférence en roseau ou en bambou. En A et B, les baguettes seront engagées dans des poches à leur mesure. A l'autre extrémité, en G et en H, deux pattes de ruban fort auront été cousues. Ces pattes se replient plus ou moins sur les baguettes selon la tension désirée et/ou les immobilisent à la position choisie par des élastiques.

Deux pattes seront prévues en F et C: c'est là que sera fixée la baguette transversale ou vergue. Celle-ci sera faite de deux demi-longueurs de bambou ou

de roseau, réunies par le gros bout au moyen d'une virolle (pour pouvoir démonter le cerf-volant et le transporter). Une fois le cerf-volant monté, la vergue sera ligaturée aux deux points de rencontre avec les baguettes diagonales.

La bride qui relie le cerf-volant à la corde de retenue est composée de trois cordelettes reliées respectivement aux points A, B et O. La cordelette centrale mesure 1,13 m, les deux autres 1,20 m. Les trois extrémités de ces cordelettes seront reliées à un anneau où sera fixée la corde de retenue.

La queue, reliée aux points G et H par deux ficelles de 1,25 m chacune, sera composée d'une étoffe légère de 0,80 m de large et 3 à 4 m de long. Par exemple, un morceau de vieux rideau de tergal. Si, lors des premiers essais, l'appareil a tendance à piquer du nez, il suffira de raccourcir légèrement le brin central de la bride. S'il vole un peu de travers, s'il penche à droite par exemple, il suffira d'attacher à l'extrémité gauche de la vergue un petit bout de chiffon ou de papier. Bon vent aux amateurs de photos aériennes. Pour le concours de photographie: voir encadré p. 102. □

LES PLUS PETITS TÉLEOBJECTIFS

Un fabricant japonais, Makinon, vient de présenter une gamme de trois objectifs à miroir de 300, 400 et 500 mm qui sont les plus petits actuellement réalisés.

Jamais encore on n'avait été aussi loin dans la miniaturisation, non pas seulement d'un modèle, mais d'une gamme complète. Comparés aux 300 et 400 mm classiques de la marque, les trois nouveaux objectifs sont approximativement trois fois plus courts et trois fois plus légers.

D'autre part, la distance de mise au point minimum a été abaissée à 2,50 m pour le 300 mm, ce qui permet de capter, sans attirer l'attention, la plus fugitive expression d'un visage, ou bien une hirondelle au nid.

Les téléobjectifs catadioptriques Makinon sont tous les

à des prix modérés en septembre. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

- 5,6/300 mm : 7 lentilles en 5 groupes ; mise au point depuis 2,50 m ; longueur = 6 cm ; poids = 300 g.

- 6,7/400 mm : 7 lentilles en 5 groupes ; mise au point depuis 3 m ; longueur = 8 cm ; poids = 425 g.

- 8/500 mm : 7 lentilles en 5 groupes ; mise au point depuis 4 m ; longueur = 9 cm ; poids = 450 g.



trois conçus autour d'un schéma comportant sept lentilles traitées multicouches. Ils sont adaptables exactement comme les objectifs standard, directement sur tous les appareils Minolta, Nikon, Fujica X, Pentax K et M, Konica, Olympus, Rollei, Contax, Yashica, tous boîtiers à vis au pas de 42 mm et tous boîtiers à baïonnette K, sans perte d'automatisme.

Ils sont tous les trois livrés avec trois filtres : 1A « Sky-light », gris ND2X (pour abaisser la luminosité d'un diaphragme) et gris ND4X (pour l'abaisser de deux diaphragmes). Ils seront commercialisés

UNE CHAÎNE EN MER

Avec les éléments Marine Compo (Société Sofimel, 29, rue Louis-Blanc 75010 Paris), on peut composer une chaîne stéréo qui s'intègre à la cabine de pilotage d'un bateau.

Guère plus grand que les mini-chaines qui font actuellement fureur, le tout rentre dans un meuble d'assemblage protecteur en tôle d'acier peint (32 x 20 x 22 cm) à fixer à un élément stable de la cabine. Sont compris le lecteur de cassettes stéréo à auto-retour et système Dolby, le tuner AM/FM stéréo à recherche automatique des programmes, un amplificateur avec une puissance de sortie de 40 watts, plus un contrôleur-égalisateur graphique.

UN PAS DE PLUS VERS UN PROCÉDÉ UNIQUE DE TRAITEMENT EN COULEURS

Papiers inversibles et bains de traitement Agfa-Gevaert permettront, à partir de septembre, une compatibilité accrue entre les produits de cette marque et ceux de Kodak, à la grande satisfaction des amateurs qui effectuent eux-mêmes leurs tirages et leurs agrandissements de diapositives.

Jusqu'ici, les amateurs qui agrandissaient eux-mêmes leurs photos en couleurs avec les produits Agfa-Gevaert ne pouvaient travailler qu'avec du film négatif. La firme allemande, en effet, n'offrait que du papier agfacolor positif destiné à ces tirages avec négatifs. A partir de septembre, Agfa proposera un papier en couleur inversible, l'Agfachrome PE, qui permettra d'agrandir des diapositives en couleurs. En même temps, seront disponibles les produits de traitement, commercialisés en kit sous la désignation Process R. Ce nouveau procédé Agfa est compatible avec celui de Kodak (papier Ektachrome 14 RC et bains Ektaprint R 14). Les papiers inversibles Agfachrome PE peuvent donc se traiter en bains Kodak et inversement. Il est également possible d'agrandir des diapositives de l'une ou

de l'autre marque. Ainsi, un second pas a été franchi par Agfa vers un procédé unique de traitement en couleurs. Le premier l'avait été avec le lancement des nouveaux négatifs en couleurs qui sont compatibles avec ceux de Kodak et des autres marques.

Le kit Agfa pour amateurs permet de préparer un litre de chaque bain (trois au total), soit de quoi agrandir environ 20 épreuves 13 x 18 cm. Le traitement se fait à 38 ou à 30°C, en 12 minutes dans le premier cas et en 18 minutes dans le second. Les papiers sont conditionnés en pochettes de 10 feuilles ou en boîtes dans les formats courants à partir de 13 x 18 cm.

Très adapté à un travail d'amateur, le nouveau traitement Agfa Process R est d'utilisation souple et ses tolérances sont assez larges.

Seule adaptation technique pour que l'écoute soit bonne, en dépit des mouvements du bateau : un système qui compense les accélérations et les décélérations avec défilement constant, comme les cassettes stéréo de voitures.

Par ailleurs, l'appareil est muni de connexions pour la radio marine avec microphone d'appel et casque d'écoute pour usage multiple. Seul inconvénient : pour joindre les plaisirs de la mer à ceux de la musique, il en coûte quelque 10 000 F.

PHOTO

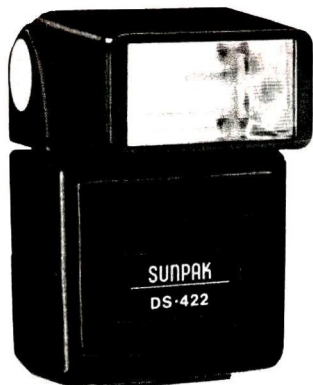
UN MOTEUR CHEZ PRAKTIKA

A la Photokina de 1978, la marque allemande Praktika (Allemagne de l'Est) avait présenté son premier reflex intégralement automatique, le B 200. Ce boîtier ne fut pas immédiatement commercialisé. Il l'est actuellement avec divers accessoires. En particulier, le Praktika B 200 reçoit un moteur entraînant la pellicule. La fréquence de prise de vue peut être de 2 im/s aux vitesses supérieures au 1/60 s.

Les autres caractéristiques essentielles du Praktika B 200 sont les suivantes : obturateur métallique électronique, vitesses de 40 s à 1/1 000 s, objectifs interchangeables à baïonnette, bague intermédiaire pour les objectifs à vis au pas de 42 mm, exposition automatique et semi-automatique, contrôle par diodes lumineuses dans le viseur, correction d'exposition de ± 2 diaphragmes, viseur reflex, mise au point par télémètre et microprismes. Le boîtier mesure 138 x 49 x 87 mm et pèse 530 g.



PHOTO



UN FLASH AUTOMATIQUE POUR TOUS REFLEX

Les fabricants d'appareils reflex proposent tous un ou deux modèles de flashes électroniques adaptés à leurs boîtiers. Ces flashes comportent dans leur sabot des contacts électriques qui correspondent aux contacts disposés dans la griffe de l'appareil de prise de vue. La position et les caractéristiques de ces contacts variant d'un appareil à l'autre, l'automatisme parfait n'est réalisé qu'entre le flash et les boîtiers de la même marque.

La firme japonaise Sunpak, productrice de flashes, vient de mettre sur le marché un modèle, le DS-422, comportant des bases amovibles et interchangeables entre elles. En fonction des divers types d'appareils du marché, plusieurs types de bases sont proposés. Tous les couplages automatiques avec le boîtier peuvent ainsi être assurés, y compris lorsque la durée de l'éclair du flash est commandée par le posemètre du boîtier (cas de l'Olympus OM 2 par exemple). De plus, chaque base comporte 12

contacts électriques, le flash reste utilisable lorsque le constructeur du boîtier modifie ses commandes d'automatisme sur un nouveau modèle.

Le Sunpak DS-422 est un flash compact : 74 x 45 x 132 mm. Ses principales caractéristiques sont les suivantes : à puissance maximale le nombre-guide est de 30 pour 100 ASA ; puissance variable ; tête orientable ; possibilité d'emploi de divers accessoires tels que filtres, diffuseurs grand angle et téléobjectif, cellule autonome et de plusieurs sources d'alimentation.

OPTIQUE

PRISE DE VUE AUTOMATIQUE SUR MICROSCOPE

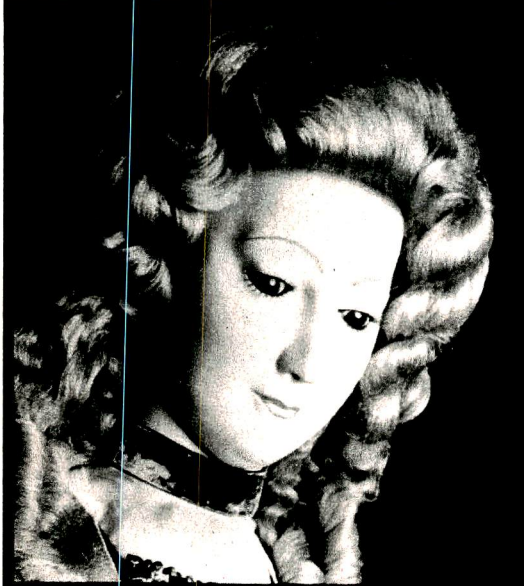
Au Salon de la machine-outil, qui s'est tenu en mai dernier à Paris, Nikon a présenté un microscope stéréoscopique, le SMZ 10, conçu pour la prise de vue automatique. L'appareil est monté sur un statif lourd qui permet d'éviter au mieux les effets des vibrations. L'objectif est un zoom dont le grossissement varie de 0,66 x à 4 x. Par le jeu d'oculaires et de lentilles additionnelles, le grossissement total s'échelonne de 3,3 x à 160 x. Pour réduire les

réflexions parasites, les lentilles sont traitées multicouches.

Le Nikon SMZ 10 comporte une tête trinoculaire avec sortie photographique intégrée. De nombreux accessoires équipent cet appareil. En particulier, des dispositifs pour photomicrographie permettant la prise de vue en 24 x 36, avec Polaroid 4 x 5 pouces, en cinéma 16 mm et en vidéo. L'exposition peut être réglée automatiquement ou manuellement. En 24 x 36, l'enroulement du film est assuré automatiquement lorsque le système d'exposition automatique est utilisé.

Prix avec équipement standard : 11 490 F TTC.

ANDROÏDES



les automates des Jaquet-Droz

Collectif

LES ANDROÏDES

Les automates des Jaquet-Droz

Jaquet-Droz, son fils et leur fidèle collaborateur étaient des horlogers-mécaniciens du XVIII^e, ils avaient approché de très près la perfection. Pour se surpasser ils devaient réunir toutes leurs connaissances dans la création de trois androïdes : le Dessinateur, l'Écrivain et la Musicienne. Le restaurateur de la Musicienne nous dévoile les secrets des mécanismes qui prêtent la vie aux trois androïdes, il apporte un témoignage unique pour les amateurs d'automates. Le disque accompagnant l'ouvrage présente une mélodie jouée par la Musicienne avant sa restauration, puis les cinq mélodies exécutées après celle-ci. Le verso du disque contient les cinq airs interprétés sur une épinette et un synthétiseur. La pochette du disque renferme une analyse musicale et une reconstitution des cinq partitions.

96 p., 23 x 25, reliée soie frappée d'or, 50 planches couleurs, disque sous pochette papier fait main, le tout dans un coffret recouvert toile, 1980, 280,00 F (franco : 310,00 F)

Moutiers S.

BIEN CONSTRUIRE ET UTILISER SON BARBECUE

Tout ce qu'il faut savoir pour bien faire un bon barbecue, les 6 commandements à respecter. L'élément de base : le foyer. Les différents types de bar-

becues. Choix des matériaux. Outils nécessaires. Choix de l'emplacement. Préparation du terrain. Sécurité d'abord. Pour bien utiliser votre barbecue. Choix d'un combustible. Bien mener son feu. De bons accessoires de foyer. Les accessoires de cuisson. Choisissez et construisez votre barbecue. Un foyer de base facile à réaliser. Barbecues modulaires. Barbecues tout en briques. Barbecues construits et foyer métal tout prêt. 15 barbecues en fiches techniques.

119 p., 16,5 x 24,5, cart., très nombreuses figures, 32,00 F (franco : 42,00 F)

Foucault A., Raoult J.-F.

DICTIONNAIRE DE GÉOLOGIE

Un dictionnaire de géologie en langue française manquait. Pour le public sans cesse plus large qui s'intéresse aux sciences de la terre, cet ouvrage lève l'obstacle du nécessaire langage technique de la géologie. Il renferme plus de 4 000 entrées avec multiples renvois et corrélats.

336 p., 13 x 24, nombreux dessins et planches, 1980, 96,00 F (franco : 110,00 F)

Regensteiner E.

L'ART DU TISSAGE

Introduction. L'équipement du tisserand. Les matières textiles. La chaîne. A la découverte des tissus. Modèles de tissage. Armures doubles. La composition. La tapisserie. Les tapis. Les tentures. 5 Appendices. Lexique.

183 p., 21,5 x 28, cart., photos, dessins, schémas, 1979, 80,00 F (franco : 94,00 F)

Lamming C.

MODÉLISME ET TRAINS

Présentation. Systèmes et échelles. Un réseau permanent. L'animation du réseau par l'électricité. Quelques réseaux caractéristiques et leurs techniques. Incidents et remèdes. Le train dans son décor. Conclusion. Lexique. Bibliographie. Adresses de clubs.

128 p., 19,5 x 29, relié, plus de 130 photos, dessins, schémas, 1980, 60,00 (franco : 73,00 F)

Oliveau M.

L'ASTRONOMIE ET LE POINT ASTRO à la portée de tous

Introduction. Système solaire. La Terre et ses mouvements. Position géographique instantanée, point Pg. Déclinaison du soleil. Sphère céleste. Références célestes. Coordonnées horizontales, horaires. Droite de hauteur. Mesure du temps. La Lune. Etude de la sphère céleste et du mouvement apparent annuel. Coordonnées célestes. Relations entre coor-

PARAPSYCHOLOGIE

(Suite de la page 25)

tees. La parapsychologie est appelée à transformer les autres sciences, en particulier la physique, car l'énergie extrasensorielle peut être convertie en d'autres formes d'énergie. Ainsi se constituera une « psiphysique ».

Prenant sa retraite en 1965, Rhine avait remis la direction de son laboratoire à son principal collaborateur J. Levy, qui poursuivait des expériences sur le psi chez les animaux. Des rats étaient enfermés dans une cage dont le grillage, à la partie inférieure, était divisé en deux compartiments séparés pouvant recevoir de temps en temps un courant électrique. L'envoi du courant dans un secteur ou dans l'autre était commandé par un générateur de nombres aléatoires. Lorsque les rats recevaient dans leurs pattes le courant — désagréable mais non mortel — ils prenaient naturellement la fuite pour se réfugier dans l'autre secteur. Le courant étant dirigé aléatoirement, tombait tantôt dans un compartiment, tantôt dans l'autre. Un dispositif approprié enregistrait les occurrences où les rats recevaient le courant et celles où, au moment du passage du courant, ils se trouvaient groupés dans l'autre compartiment.

Levy annonça bientôt que le nombre des événements était significativement supérieur à la moitié. Les rats étaient donc doués du pouvoir psi, soit qu'ils devinaient dans quel compartiment le courant allait être envoyé (ESP) soit qu'ils influençaient le générateur de nombres aléatoires (PK).

Avant de publier ces observations, et pour se conformer aux règles établies par Rhine, on entreprit en 1977 une nouvelle série d'essais. Trois jeunes chercheurs avaient eu leur attention attirée sur quelques étrangetés dans le comportement de leur directeur. Ils le surveillèrent discrètement et découvrirent qu'il trafiquait le dispositif enregistreur de telle manière qu'une partie des essais négatifs n'était pas enregistrée, ce qui créait un écart artificiel entre le nombre des succès et celui des échecs.

Pris sur le fait, Levy n'a pas tenté de nier. Il a démissionné. Quant à Joseph Rhine, il a admis, dans le *Journal of Parapsychology*, que Levy, puisqu'il l'avouait, avait truqué son expérience ; mais les travaux antérieurs de Levy restaient valables.

L'œuvre de Joseph Rhine se ramène-t-elle, comme on l'a écrit, à une auto-intoxication intellectuelle ? Rares sont en tout cas, même parmi ses contradicteurs, ceux qui ont mis en doute sa probité. Et la longue quête spirituelle poursuivie en commun par le couple Rhine a quelque chose d'émouvant. Mais ni la bonne foi, ni la conviction, ni la coopération conjugale ne sont des critères de fiabilité. La rigueur scientifique a d'autres exigences.

Michel ROUZÉ ■

PEPTIDES

(Suite de la page 35)

les paupières closes. Il a été démontré que le sommeil paradoxal est cette partie du sommeil pendant laquelle chacun d'entre nous, chaque nuit, rêve (même s'il ne se souvient de rien).

On a émis l'hypothèse que ce sommeil paradoxal correspond à une période de classement et de restructuration des informations absorbées pendant l'éveil, peut-être à une consolidation de la mémoire acquise. Lors du colloque de Montpellier, un des spécialistes du sommeil, le Pr. Michel Jouvet de l'université Claude Bernard (Lyon) a fait le bilan des connaissances dans ce domaine. Et, là aussi, l'intervention des neuropeptides est indubitable.

Ainsi, des chercheurs roumains ont montré que le taux d'un peptide de 9 acides aminés, l'arginine-vasotocine, dans le liquide céphalo-rachidien de l'homme augmente après les phases de sommeil paradoxal. L'injection d'une infime quantité de ce peptide (10^{-6} nanogrammes, soit quelque 600 molécules) chez le chat augmente la durée du sommeil lent et supprime le sommeil paradoxal, comme si elle transmettait un message disant que le cerveau a déjà eu sa "dose" de rêve. Chez le nourrisson, 0,1 à 2,5 microgrammes administrés par instillation nasale augmenteraient la durée du sommeil paradoxal par un facteur de 2 à 3.

On sait depuis longtemps que l'injection à un chien d'un peu de liquide céphalo-rachidien prélevé sur un autre chien que l'on a empêché de dormir provoque le sommeil instantané. Plus récemment, des chercheurs suisses ont isolé dans le sang cérébral d'un lapin endormi par hypnose un peptide de 9 acides aminés dont l'injection dans le sang d'un autre lapin provoque un sommeil lent et prolongé.

Autant de réponses apportées par la recherche, autant, sinon plus de questions nouvelles. L'arrivée sur scène des neuropeptides a bouleversé bien des notions "classiques", mais on est loin encore d'avoir comblé le fossé entre la pensée et son support matériel. On a commencé, en outre, à faire des peptides synthétiques, analogues mais non identiques aux peptides naturels, qui seront sans doute les médicaments de demain.

Peut-être la nature a-t-elle procédé, au hasard des opportunités qui se présentaient, en profitant de l'existence de ces petites molécules pour leur assigner, au cours de l'évolution, des tâches de plus en plus nombreuses et de plus en plus complexes. Le résultat est un mécanisme efficace, mais aussi un casse-tête dont l'éventuelle solution vaudra bien des prix Nobel.

Alexandre DOROZINSKI ■

TITANIC

(Suite de la page 90)

pas davantage dans l'avenir immédiatement prévisible. Mais, depuis le succès du projet Jennifer, depuis que la C.I.A., avec le navire de forage *Glomar Explorer* de feu le milliardaire Howard Hughes, a réussi à remonter du fond du Pacifique, par 4 800 m de fond, un sous-marin soviétique de la classe G pesant 5 500 t (outre les quelques milliers de tonnes de tubes et de pinces hydrauliques nécessaires à l'accrocher), rien n'empêche plus, en théorie, que l'on envisage la récupération du *Titanic* par morceaux : il suffirait qu'une entreprise de la taille de la marine américaine décide d'y mettre le prix. On pourrait alors fragmenter l'épave à l'explosif en une centaine de morceaux de 4 ou 500 t chacun, par exemple, pour les ramener en surface l'un après l'autre, au fil des ans. On aurait ainsi accompli l'exploit d'avoir remonté d'une profondeur record, outre un millier de squelettes, une montagne de tôles rouillées, tordues, déchiquetées, percées, couvertes de vie marine, bientôt en putréfaction. Resterait alors à inventer un moyen de s'en débarrasser, le mieux étant sans doute... d'immerger le tout par grands fonds !

La récupération du sous-marin soviétique par la C.I.A. a coûté au moins 550 millions de dollars (près de 2 milliards 200 millions de F), somme imputée au budget de l'U.S. Navy. La récupération du *Titanic*, morceau par morceau, serait beaucoup plus longue et beaucoup plus coûteuse. En regard d'un coût semblable, la valeur des quelques milliers de tonnes de cuivre, de bronze, de laiton, que contient l'épave est évidemment négligeable, même au tarif "Souvenir du *Titanic*" avec certificat d'origine. Très suspecte aussi la valeur des prétendus "trésors du *Titanic*" : "envois de bijoux dans la chambre forte" (29 milliards de centimes !), "paquets" de diamants (£ 184 millions), "édition de luxe des poèmes d'Omar Khayam, avec reliure incrustée de diamants" (inestimable), etc, etc. Ces "trésors" sont évoqués fréquemment et avec délices par la littérature romanesque. Personne, heureusement, n'a jamais eu le cœur, ou l'imprudence, d'en vérifier l'existence sur documents.

Mais si le projet *Titanic* est réalisé un jour, si l'épave est retrouvée, si des photographies et un film sont réellement produits, alors, le trésor du *Titanic*, ce sera l'avance technologique mise à la disposition des civils, ce seront les instruments qui permettront à l'avenir à tous les scientifiques et, pourquoi pas, aux chercheurs d'épaves antiques de travailler encore plus profond, encore plus efficacement.

Robert STÉNUIT ■

NOS ORIGINES

(Suite de la page 69)

les plus modernes en génétique, cytogénétique, sérologie et immunologie indiquent que la séparation entre les grands singes africains et l'homme se serait produite il y a tout au plus 6 millions d'années, et non 30 millions comme l'étude des fossiles l'avait laissé penser. Toutes ces recherches sont basées sur le fait que l'évolution aurait une vitesse constante de croisière, ce qui, bien sûr, fait hurler les anthropologues. En deux mots, cette hypothèse suppose que les transformations qui se sont produites chez les primates au cours de l'évolution sont survenues selon un cycle ayant une période constante. De ce fait, connaissant la période de ce cycle, les chercheurs ont pu, par une simple règle de trois, aboutir au chiffre de 6 millions.

Si ces données se trouvaient malgré tout confirmées, il faudrait considérer l'australopitèque des Afars, apparu vers cette époque, comme l'ancêtre commun aux grands singes et à l'homme, et regarder ses prédécesseurs, le ramapitèque et le propliopitèque comme des singes.

A part donc quelques rameaux qui, faute de données suffisamment précises, peuvent être déplacés au gré des théories, l'arbre généalogique humain semble en gros avoir acquis sa silhouette définitive, puisque le seul point litigieux serait l'époque de la différenciation hominidés-pongides.

Par contre, lorsqu'on suit l'évolution de l'homme, non plus dans le temps mais dans l'espace, on constate que les détours qu'il a fait depuis sa naissance, il y a 30 millions d'années, jusqu'à nos jours sont assez étonnants. En effet, le propliopitèque apparaît en Afrique puis il se transforme en ramapitèque en Asie, lequel se métamorphose en australopitèque en Afrique, et toujours sur ce continent, apparaît ensuite l'*homo habilis* dont les descendants *homo erectus* et *sapiens* finissent par se trouver à la surface de toute la terre. Autrement dit, on est en droit de se poser la question : n'y aurait-il pas eu sur tous les continents des évolutions parallèles des hominidés ? Évidemment, il est trop tôt pour donner une réponse : celle-ci ne pourra être apportée que par les fouilles ultérieures.

Enfin, dernière question : comment les primates ont-ils évolué pour aboutir à l'*homo sapiens* ? Au point de vue chromosomique, les grands singes ont 48 chromosomes alors que l'homme n'en a que 46. Aussi pense-t-on que la séparation homme-singe serait la conséquence de remaniements chromosomiques. Et, si l'on en croit les théories de l'évolution, ces remaniements se seraient produits par hasard. Or cela paraît très improbable, aussi improbable que de voir un jour un volcan solidifier ses laves en une Vénus de Milo.

Pierre ROSSION ■

BISMUTH

(suite de la page 53)

avec des ions lourds de haute énergie qui vient d'être réalisée au Lawrence Berkeley Laboratory. L'intérêt principal de cette expérience est que ce n'est plus une particule qui est dirigée contre le noyau, masse relativement énorme par rapport à elle, mais que ce sont deux ensembles équivalents, formés chacun de plusieurs dizaines de nucléons fortement liés entre eux par la force nucléaire, qui vont maintenant se rencontrer. Citons les plus importantes réactions qui peuvent alors se produire.

Tout d'abord, les deux noyaux qui vont l'un vers l'autre ont deux fortes charges électriques positives, puisqu'il n'y a plus d'électrons négatifs autour pour neutraliser les protons positifs du noyau. Il va donc se créer une interaction électrostatique qui déformera chacun d'eux, ce qui aura pour conséquence, aussi, de bouleverser la répartition des protons dans le noyau (les neutrons, eux, étant électriquement neutres, ne sont pas affectés). Or un noyau lourd très déformé perd sa stabilité, ce qui peut le conduire à se rompre en deux fragments. On provoquerait ainsi la fission des noyaux sans qu'il y ait contact entre eux, mais uniquement par un intermédiaire connu : les physiciens disposeraient là par conséquent d'un moyen précis d'étude de la fission.

Un autre processus peut intervenir lorsque deux noyaux se frôlent en surface : l'ion lourd incident est temporairement satellisé par le noyau-cible ; on obtient alors des états dits « quasi-moléculaires ». Il peut aussi se produire des réactions complexes de transfert de nucléons d'un noyau à l'autre au moment de leur approche, puis, lorsque les deux noyaux s'interpénètrent profondément, leur fusion s'amorce et l'on obtient enfin un noyau dit « composé ». Quoi qu'il en soit, l'équipe de D.J. Morrissey irradia une feuille de bismuth-209 avec deux sortes d'ions lourds : d'abord avec du néon-20 épluché de 10 électrons et accéléré à 8 GeV (8 millions d'électron-volts), puis avec du carbone-12 auquel on a enlevé 6 de ses électrons à des énergies de 4,8 GeV et de 25,2 GeV. Chacun de ces trois bombardements dura en moyenne une quinzaine d'heures.

On identifia alors, après un traitement chimique approprié de la cible, une production d'isotopes connus de l'or, assez similaire, dans chacune des trois phases de l'expérience. Aucun isotope inconnu ne fut cette fois créé.

Ces expériences avec des ions lourds n'en sont qu'à leurs débuts mais, sans nul doute, notre compréhension des phénomènes nucléaires se précisera considérablement par les vastes possibilités que nous offre la méthode.

Alexandre GEDILAGHINE ■

MISE AU POINT

(suite de la page 117)

grande en raison de la finesse du dispositif analyseur. C'est le cas avec l'écran CCD de Canon que nous venons d'aborder. C'est également le cas du système ultrasonique Polaroid capable d'assurer la mise au point à une vingtaine de centimètres de l'objectif.

Le point faible de ces dispositifs réside dans la commande de transmission à l'objectif : un moteur doit tourner sa bague de réglage des distances. Cette commande ne peut être miniaturisée qu'avec des objectifs ayant une monture légère (appareils compacts 24 × 36) ou intégrée au boîtier (zooms des caméras super 8). Avec les appareils reflex à objectifs interchangeables, un moteur puissant reste nécessaire (premier système Pentax ou Correfot de Leitz). De plus, cette commande ne convient guère qu'à un ou quelques objectifs ayant une monture identique. Ainsi, la mise au point automatique n'a pas pu être réalisée pour tous les objectifs interchangeables d'un reflex 24 × 36.

L'automatisme n'est pas une solution miracle

Les projets des opticiens comme ceux de Carl Zeiss que nous évoquions au début de cet article peuvent tout changer. Chaque objectif pourra comporter sa mise au point interne. Assurée par lentilles flottantes, celle-ci sera plus douce, sans résistance mécanique excessive et n'exigera pas une grande quantité d'énergie. Les premiers appareils à bénéficier de tels perfectionnements seraient ceux de Hasselblad, de Yashica (Contax) et de Leitz. Peut-être la toute prochaine Photokina qui se tiendra en septembre à Cologne lèvera-t-elle le voile sur ce point ?

Quoi qu'il en soit, il apparaît déjà que la mise au point automatique est en passe de se généraliser dans les prochaines années, comme s'est généralisé l'automatisme de l'exposition. Les procédés s'affinant, ils équiperont les appareils professionnels autant que ceux destinés aux amateurs. Comme l'automatisme de l'exposition, celui de la mise au point ne sera pas une solution miracle. Elle ne donnera jamais à coup sûr le réglage optimal, celui qui assurera la netteté du plan utile. Pour réaliser un effet jouant du flou et du net, pour utiliser les possibilités de la profondeur de champ, ce plan devra toujours être choisi par le photographe ou par le cinéaste. La commande automatique lui permettra alors d'obtenir la mise au point souhaitée plus rapidement et avec moins de risque d'erreur.

Roger BELLONE ■

(suite de la page 28)

ayant perdu toute analogie de séquence. Les exons des deux gènes se sont modifiés également mais à un degré bien moindre puisqu'ils sont capables de coder pour deux protéines en partie différentes, mais ayant conservé la même fonction.

Pour le gène de l'ovalbumine (une protéine du blanc d'œuf), dont il existe trois versions, on observe les mêmes phénomènes. Ces gènes, dont la structure est plus complexe que celle des gènes de globines, comportent chacun sept introns. Dans ce cas également, les séquences des introns ne sont plus comparables entre les trois gènes mais l'on retrouve en plus de très importantes variations de taille de ces introns. Les exons, eux, n'ont pas varié de taille et ont conservé d'importantes homologies de séquences. Et comme dans le cas de la globine, l'emplacement des introns est resté identique dans les trois gènes.

De ces travaux on peut déduire que les séquences d'introns n'ont en général guère d'importance. Cela veut-il dire que les introns sont inutiles ? Il ne semble pas. En fait, lorsqu'ils sont absents, le gène ne joue plus son rôle. La présence d'un intron au moins serait nécessaire, estiment les Pr. Khoury et Leder, qui travaillent aux États-Unis. Pour le montrer, ils ont prélevé dans une cellule un gène auquel ils ont excisé l'intron unique. Puis ils ont remplacé le gène dans une cellule. Le gène n'a pas été recopié en ARNm. Puis, ils ont réintroduit dans ce gène un intron étranger provenant d'un autre gène. Le gène ainsi reconstitué put de nouveau s'exprimer. Autre argument : le Pr. Leder a trouvé chez la souris un gène qui ressemble beaucoup au gène globine mais avec cette différence : il ne possède pas d'introns. Or ce gène a perdu la possibilité de coder pour une globine et ne s'exprime sans doute pas.

Mais il est très probable que certains introns aient des rôles plus spécifiques comme en témoignent les travaux du laboratoire du Pr. Piotr Slonimski, à Gif-sur-Yvette (voir encadré).

Que peut-on dire actuellement de l'origine des introns ? L'exemple des gènes alpha et bêta globine montre que les introns étaient déjà présents dans le gène globine il y a 500 millions d'années et qu'ils n'ont pas bougé depuis. Et certains savants pensent que la structure discontinue des gènes eucaryotes, qui est donc très ancienne, a permis d'accélérer l'évolution en favorisant la formation de protéines possédant de nouvelles propriétés — de nouveaux gènes pouvant se former en recombinaison divers exons de gènes existants.

Pierre ROSSION ■

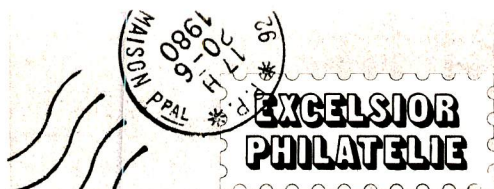
(suite de la page 74)

on connaît mal la chimie du bore ; on ne sait pas, par exemple, si certains phénomènes ne sont pas susceptibles d'entraîner une diminution de la concentration de ce ralentisseur de neutrons. Certes, on ne croit pas que le cœur nucléaire puisse redevenir critique, c'est-à-dire que la réaction de fission s'emballerait, mais tant de choses imprévues se sont déjà produites à Three Mile Island ! Oui, nous sommes inquiets et nous aimerions que le nettoyage commence le plus vite possible ».

Un rapport interne à la N.R.C., rédigé par une mission d'études sur la décontamination de la centrale et daté du 28 février 80, énumère un certain nombre d'autres accidents possibles. Par exemple, les centaines de mètres de tuyaux immergés sous l'eau radioactive, et dont certains contiennent de l'eau du circuit primaire, risquent de se dégrader et de se rompre, asséchant définitivement le cœur du réacteur qui pourrait alors se mettre à fondre. Ce serait, à coup sûr, l'accident le plus grave, et sa probabilité n'est pas négligeable (environ 1 chance sur 100, selon les experts de la N.R.C.). Toutefois l'étude estime qu'une telle éventualité n'entamerait pas l'intégrité de l'enceinte du réacteur, que l'eau emplissant le sous-bassement du bâtiment capterait une bonne partie de la radioactivité et que, finalement, les risques encourus par la population seraient relativement faibles. « Au pire, explique Bernard Snyder, on pourrait inonder complètement le bâtiment ».

Toutes ces menaces n'inquiètent pas seulement les spécialistes. Même si elles ne sont pas aussi scientifiquement perçues, elles occupent sans cesse l'esprit de la plupart des habitants des alentours. L'accident a été un tel choc, il a tant bouleversé la vie des paisibles communes environnantes, il a laissé des traces si profondes qu'aujourd'hui des milliers de gens ne font plus confiance ni à la N.R.C. ni au gouvernement de l'Etat de Pennsylvanie. On a peu parlé des conséquences psychologiques et médicales de l'accident du 28 mars 1979 : elles sont pourtant loin d'être négligeables. Notre reportage illustré en témoigne. On peut évidemment arguer que l'émotion, en pareil cas, amplifie les dangers, quand elle n'en crée pas de nouveaux. C'est pourtant un fait impossible à éliminer : l'énergie nucléaire est faite pour servir des êtres humains, pas pour les mettre en danger. Lourde encore de menaces, l'affaire de Three Mile Island, qui empoisonne la vie affective et intellectuelle de dizaines de milliers d'Américains autant qu'elle empoisonne leurs organismes, vient à point rappeler qu'il serait léger autant qu'il est inhumain de demander à des gens de faire abstraction de leurs émotions.

Françoise HARROIS-MONIN ■



DIFFUSION EN SEPTEMBRE D'UNE PREMIÈRE SÉRIE DE FICHES THÉMATIQUES

GRATUITEMENT
à tout
demandeur

ACTUALITÉ
COMMUNAUTÉ FRANÇAISE
FRANCE
JEUX OLYMPIQUES
COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE
LES GRANDS SCIENTIFIQUES
ANIMAUX DU MONDE
ANNÉES COMPLÈTES - COLLECTION

- Une présentation simple et pratique.
 - Une classification par thème pour faciliter votre choix.
 - Un service de timbres-poste par correspondance, sérieux et économique.
 - Une gamme variée, de qualité toujours impeccable.
 - Un tarif vraiment intéressant souvent très inférieur au marché.
- TOUT PHILATÉLISTE AVERTI VOUDRA LES RECEVOIR...
... ELLES SERONT AUTOMATIQUEMENT ADRESSÉES A NOS CLIENTS DES CATALOGUES 1 A 11.

BULLETIN

A retourner à EXCELSIOR PHILATÉLIE
5, rue de la Baume 75008 PARIS.
VEUILLEZ M'ADRESSER, GRATUITEMENT
ET SANS ENGAGEMENT DE MA PART,
COURANT SEPTEMBRE 1980,
VOTRE PREMIÈRE SÉRIE DE FICHES

NOM : _____
PRÉNOM : _____
N° : _____ RUE : _____
CODE POSTAL [] [] [] [] VILLE : _____
Joindre 2,60 F en timbres pour frais de port.

1.08.80.7.16

PUBLICIS T 3489

N'OUBLIEZ PAS LE GUIDE!

Vous partez sur les routes de France,
alors utilisez les Cartoguides.
14 cartes et guides vous signalent
curiosités et centres d'intérêt
la carte des routes parallèles vous
évite les encombrements.

CARTOGUIDEZ-VOUS.

Les Cartoguides sont vendus
dans les stations Shell.

Ne dites plus :

**L'électronique ?
Comprends pas !**

**CEDITEL
VOUS APPRENDRA.**

- sans aucunes connaissances préalables.
- **TOUT** est fourni ! (manuel, matériel, moyens de mesures, etc.).

Nos systèmes d'enseignement vous amènent à un haut niveau théorique et pratique à des prix défiant toute concurrence (— de 500 F. !) de conception récente, ils traitent des dernières techniques et comportent tout le matériel permettant la réalisation des études et montages.

Demandez notre documentation gratuite à
CEDITEL S.A. BP.09 30410 Molières/Cèze
Tél. (66).25.18.94.

Bon pour une documentation gratuite :

Nom : Prénom :

Adresse :

SV0 8

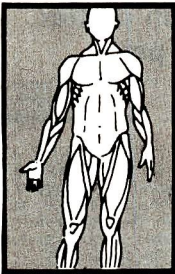
Si vous savez faire ce dessin...
 ... nous vous montrerons très vite,
 comment faire les deux autres.

Gottschalk



ABC

**Une nouvelle méthode pour apprendre,
 chez vous, le dessin et la peinture.**



Il n'y a que le premier pas qui coûte...

Vous dessinez déjà un peu ? Alors nous vous proposons d'aller beaucoup plus loin avec nous. A l'Ecole ABC de Paris, nous avons réalisé, avec la collaboration des meilleurs artistes contemporains, une méthode où tout vous paraîtra amusant et facile. Peu de textes, beaucoup d'illustrations, d'exemples, d'incitations à dessiner vous-même.

Vous commencerez par le commencement, c'est-à-dire le croquis, la perspective, les volumes...

Et puis, très vite, vous découvrirez des procédés comme le pastel, le lavis, la gouache, l'aquarelle... Alors vous serez passionné : le tour de main, l'habileté, viendront tout seuls, par la suite.

Avec ABC, c'est si facile et si rapide !

Renseignez-vous aujourd'hui même.

GRATUIT

NOM Prénom

Profession Age Tél.

Adresse

Code postal Localité SV11

Veuillez m'envoyer, gratuitement et sans engagement, votre documentation illustrée qui me décrira en détail la méthode ABC Dessin-Peinture et qui me présentera les artistes qui y participent.

ABC Dessin-Peinture 12, rue Lincoln, 75380 PARIS CEDEX 08

A L'ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE

préparez votre avenir

Dans les carrières de l'Électronique
et de l'InformatiqueAdmission 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'acquiescer 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 P2 - 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 ni-manuels et ni-intellectuels. Ces préparations sont assurées dans nos laboratoires et ateliers spécialisés (informatique, électronique et trafic-radio).

BOURSES D'ÉTAT

ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Reconnue par l'État - arrêté du 12 Mai 1964
12, RUE DE LA LUNE, 75002 PARIS • TÉL. : 236.78.87 +

Etablissement privé d'enseignement
technique et technique supérieur.

BON

à découper ou à recopier

Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement
de ma part le guide des Carrières N°808SV
(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 dé-

taillée 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'acquiescer une force de persuasion qui vous surprendra vous-même. Vous attirerez 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. 850 : « L'art de la conversation et des relations humaines », (joindre 2 timbres pour frais) au

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION

(Établissement privé d'enseignement à distance)

35, rue Collange, 92303 Levallois, Tél. 270.73.63

Le C.A.P. d'employé de COMPTABILITÉ

vous oriente vers un métier
solide et bien payé

Vous pouvez dès maintenant préparer tranquillement chez vous votre C.A.P. Délai : 6 à 8 mois, parfois moins, selon degré d'instruction et temps disponible. Niveau : Brevet ou fin de 3^e.

Demandez-nous la documentation gratuite n° 910 C. Vous y trouverez des informations sur la sympathique méthode Caténale qui est si facile à comprendre qu'elle est, dit-on, d'une génération en avance sur son temps. Ecrire : Ecole Française de Comptabilité. Organisme privé, 92270 Bois-Colombes. Cours gratuit pour les bénéficiaires de la « formation continue ».

Le C.A.P. d'informatique 1er pas dans les carrières de l'informatique

Date prévue de l'examen : octobre 1981

Vous pouvez dès maintenant préparer tranquillement chez vous le Certificat d'Aptitude Professionnelle aux Fonctions de l'Informatique. (Diplôme d'État). Délai : 6 à 10 mois suivant degré d'instruction et temps disponible. Niveau : Brevet ou fin de 3^e. Et puis vous profiterez de notre « garantie Etudes ».

Brochure gratuite n° 911 N à l'Institut Privé d'Informatique et de Gestion (I.P.I.G.), 7, rue Heynen, 92270 Bois-Colombes. Cours gratuit pour les bénéficiaires de la « formation continue ».

CONTROL DATA

Le constructeur mondial
de super-ordinateurs, forme

**PROGRAMMEURS**

en 19 semaines
à Paris et Marseille

**TECHNICIENS
DE MAINTENANCE**

en 26 semaines
à Paris

**MODULES PREPARATOIRES
AUX COURS INTENSIFS**

Pour tous renseignements s'adresser à M. VATIN
INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA
19, rue Erard 75012 Paris - Tél. 340.17.30

M. VATIN veuillez m'envoyer gratuitement et sans
engagement votre documentation sur l'Institut.

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

**DEVENEZ
REPORTER
JOURNALISTE**

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne: faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n° 17 à
UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.
Pour la Belgique: 13, bd Frère Orban, 4000 Liège. Tél. 041/23.51.10

BON pour une documentation gratuite
sans engagement et sans frais.

à découper ou à recopier

NOM:

PRENOM:

ADRESSE:

**POUR REUSSIR VOTRE AVENIR
PREPAREZ UNE PROFESSION****FONCTIONNAIRES**

Cadastre - Emplois Réservés - Equipement -
Génie Rural - Météorologie - H.L.M. -
Navigation Aérienne - P.T.T. - Services
Communaux - S.N.C.F.

F

**AUTOMOBILE**

Mécanicien - Electricien

A

**COMPTABILITE - GESTION**

Aide-comptable - Comptable - BTS - DECS

CG

**ELECTRICITE**

Electricien - Contremaître - Technicien -
Technicien Supérieur

E

**ELECTRONIQUE**

Electronicien - Technicien

ET

**DROIT**

Construction - Urbanisme - TP
- Capacité en Droit

D

**TOPOGRAPHIE**

Opérateur - Géomètre - Expert

T

**BATIMENT - T.P.**

Bureaux d'Etudes - Chantiers - Métre

B

**CULTURE GENERALE**

Français - Maths - Sciences Physiques

C

**DESSIN INDUSTRIEL**

Dessin d'Exécution - Dessin Petites Etudes

DI

Veuillez m'envoyer gratuitement votre documentation
(pour l'étranger joindre 25 FF. ou contre valeur)
concernant :

* réf : ☐ F ☐ A ☐ CG ☐ E ☐ ET ☐ D ☐ T ☐ B ☐ C ☐ DI

Nom :

Adresse :

* entourer la référence choisie

ecs L'ECOLE CHEZ SOI

fondée par Léon Eyrolles

ENSEIGNEMENT PRIVE A DISTANCE

1, RUE THENARD 75240 PARIS CEDEX 05

Tél : 329.21.99

SV 0

COMPTABILITE

2 bonnes raisons pour préparer le probatoire du D.E.C.S.

1) Il vous donne un métier en quelques mois. 2) Il ouvre la voie vers l'expertise comptable. Date prévue de l'examen : avril 1981.

Préparation complète au probatoire du D.E.C.S.

Notre préparation vous permet d'étudier chez vous toutes les matières inscrites au programme. Cette préparation peut être répartie sur une durée de 4 à 8 mois, suivant temps disponible. Niveau conseillé 1^{re} ou Bac. Aucune connaissance comptable n'est nécessaire.

Ayez confiance en vous

Parmi les matières inscrites au programme officiel et que vous étudierez avec nous, vous apprendrez la comptabilité avec la sympathique méthode Caténale qui est si facile à comprendre qu'elle est, dit-on, d'une génération en avance sur son temps.

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.

Un 1^{er} pas sera fait vers le D.E.C.S., et l'expertise comptable

Vous aurez alors la « formation professionnelle » nécessaire pour démarrer dans les services comptables et vous orienter, si vous le souhaitez, vers la gestion ou les professions libérales.

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. Profitez-en et retournez dès aujourd'hui le coupon ci-dessous à l'Ecole Française de Comptabilité, organisme privé, 92270 Bois-Colombes.

Préparons aussi aux diplômes d'Etat suivants : D.E.C.S. - B.P. de comptable - B.E.P. comptable-mécanographe et C.A.P. d'employé de comptabilité.

COUPON

à adresser simplement à :
**ECOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITE
ORGANISME PRIVE**

92270 BOIS-COLOMBES (France)

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement la brochure n° 909 P sur le Probatoire du D.E.C.S. (comptabilité, droit et économie), et tous renseignements sur la formation continue. Pour le D.E.C.S., n° 909 D - Pour le B.P. de comptable n° 909 B - Pour le C.A.P. et le B.E.P. n° 909 C.

NOM (maj.)

PRENOM

ADRESSE (avec code postal)

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° 3307 à :

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS

(établissement privé)

35, rue Collange - 92303 Paris-Levallois

formation technique formation générale formation continue

par correspondance

à différents niveaux

(ou stages ponctuels de groupes).

principales sections techniques :

- radio/t.v./électronique
- microélectronique/microprocesseurs
- électrotechnique
- aviation • automobile
- dessin industriel

documentation gratuite AB

sur demande :

préciser section choisie et

niveau d'études (joindre

3 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

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 affirmerez 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° 2268 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. 2268.

NOM : M.

ADRESSE :
.....



Vous aimez les études pratiques mi-intellectuelles ?

L'ÉCOLE

CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE vous prépare à distance aux carrières de l'Électronique, de l'informatique.

Suivant votre niveau d'instruction compris entre la 6^e et la terminale, vous pourrez être admis à une de nos préparations pré-professionnelle ou professionnelle.

Plusieurs dizaines d'années d'enseignement nous ont permis de créer et d'organiser le grand choix de préparations qui s'offrent à vous (Dépanneur, Electronicien, Agent Technique, Préparation à la carrière d'Ingénieur, Programmeur, Dessinateur Industriel, etc...).

Des travaux pratiques réalisés chez vous accompagnent les cours. Ces derniers sont suivis de stages dans les laboratoires et ateliers spécialisés de l'École. Si vous avez déjà une activité professionnelle, vous pouvez bénéficier de nos préparations à distance dans le cadre de la loi du 16 Juillet 1971 sur la Formation Continue.

Techniques modernes Carrières d'avenir

ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Etablissement Privé d'Enseignement à distance

12, RUE DE LA LUNE, 75002 PARIS • TÉL. : 261.78.47

à découper ou à recopier

Veuillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement de ma part le guide des Carrières N° 808 SV (envoi également sur simple appel téléphonique 261.78.47)

Nom

Adresse

(Ecrire en caractères d'imprimerie)

Pour conserver intacte cette documentation, utilisez les bons ci-dessous.

ÉCOLE UNIVERSELLE page 11
59, boulevard Exelmans - PARIS (16*)

Veillez m'adresser votre notice n° 804 (désignez les initiales de la brochure qui vous intéresse).

NOM

ADRESSE

CÉDITEL page 158
B. P. 09
30410 MOLIÈRES/CÈZE

Bon pour une documentation gratuite.

NOM

ADRESSE

ÉCOLE A.B.C. DESSIN page 159
12, rue Lincoln - 75380 PARIS Cedex 08

Veillez m'envoyer gratuitement, sans engagement votre documentation dessin-peinture et avoir votre avis sur mon dessin

NOM

ADRESSE

ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE
12, rue de la Lune - PARIS (2*) page 160 et 163

Veillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite n° 808 SV

NOM

ADRESSE

COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION page 160
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi, votre brochure D. 850. (Ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi).

NOM

ADRESSE

INSTITUT PRIVÉ D'INFORMATIQUE ET DE GESTION page 160
7, rue Heynen
92270 BOIS-COLOMBES

Veillez m'adresser sans engagement la documentation n° 911 N

NOM

ADRESSE

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA page 161
19, rue Erard - 75012 PARIS

*Monsieur VATIN
Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, votre brochure sur l'institut*

NOM

ADRESSE

UNIVERSALIS page 161
11, Fg-Poissonnière - 75009 PARIS

Bon pour une documentation gratuite n° 17 sans engagement et sans frais.

NOM

ADRESSE

L'ÉCOLE CHEZ SOI page 161
1, rue Thénard - 75240 PARIS

*Veillez m'adresser sans engagement votre documentation :
référence F.A.CG.E.ET.D.T.B.C.DI.*

NOM

ADRESSE

ÉCOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ (organisme privé) page 162
92270 BOIS-COLOMBES

*Demandez la documentation gratuite n° 909 P
909 D - 909 B - 909 C*

NOM

ADRESSE

INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS page 162
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre brochure n° 3307 (Ci-joint deux timbres pour frais d'envoi).

NOM

ADRESSE

INFRA page 162
24, rue Jean-Mermoz - PARIS (8*)

Veillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB (ci-joint 8 timbres pour frais d'envoi).

Section choisie

NOM

ADRESSE

LANGUES ET AFFAIRES page 163
35, rue Collange - 92303 LEVALLOIS

Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre documentation L.A. 2268

NOM

ADRESSE

UNIECO page 114 et 115
1611 rue de Neufchâtel
76041 ROUEN

Bon pour être informé gratuitement sur les carrières

NOM

ADRESSE

AUBANEL page 15
W. R. BORG dép. 647
6, place St-Pierre - 84028 AVIGNON

Veillez m'envoyer gratuitement et sans engagement le livre « Les lois éternelles du succès »

NOM

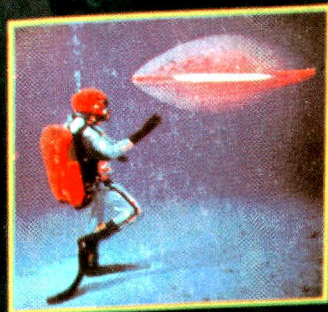
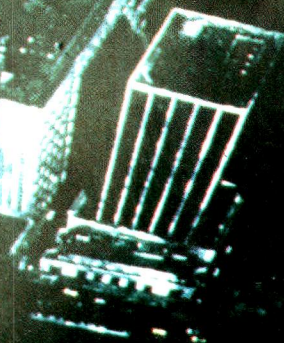
ADRESSE

UN NUMÉRO "HORS SÉRIE" EXCEPTIONNEL

CHEZ TOUS
LES MARCHANDS
DE JOURNAUX

SCIENCE
VIE

LA PLANÈTE DES HOMMES

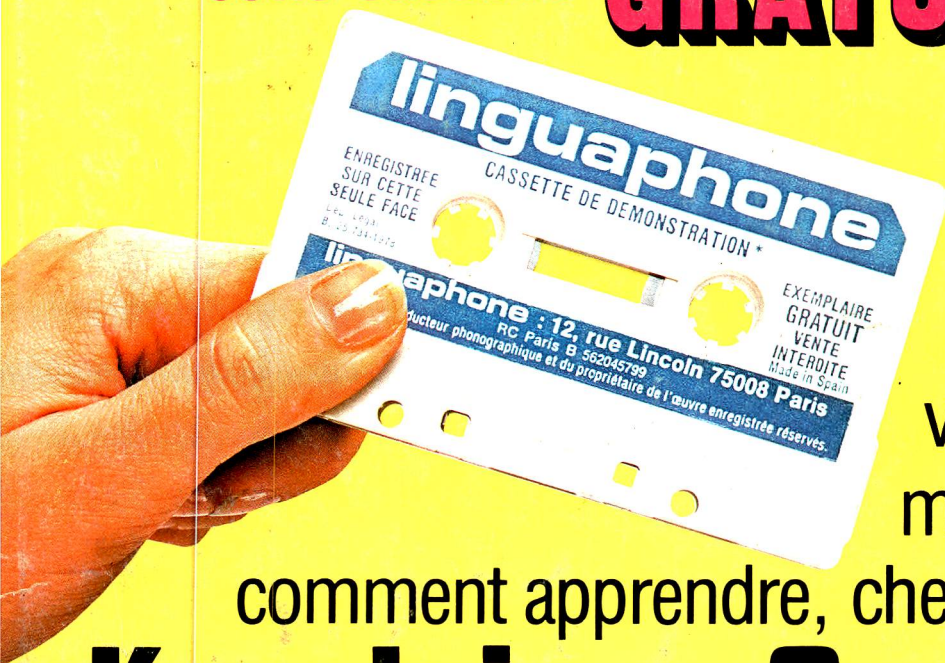


**NUMERO
HORS SERIE TRIMESTRIEL**
12 F SUISSE 5 FS / CANADA \$ 2.50 / BELGIQUE 85 FB / ESPAGNE 200 P

SOMMAIRE :

• "Terra incognita..." • Nouvelles cartographies • Jeux, cartes et couleurs • Comment les hommes ont peuplé la Terre • La race humaine est-elle indivisible • Les derniers des aborigènes • Fond commun des langues et des écritures • Croissance zéro à l'horizon 2000 ? • 350 millions de chômeurs attirés par la manne... • Nouvelle image de l'univers politique • Les réserves s'épuisent mais tout se remplace • Carte géologique, outil de l'économie • Sibérie, terre promise du XXI^e siècle • Déserts en marche • Les mégaloformes ont-elles encore raison d'être • Mythe de l'Antarctique • Une planète si mal nommée : Terre • Bastions de la foi à travers le monde.

cette cassette **GRATUITE**



Gottschalk

VOUS
montre
comment apprendre, chez vous,
l'anglais en 3 mois

Grâce aux cassettes ou aux disques, des Anglais vont venir chez vous, pour vous apprendre leur langue en vous parlant et en vous faisant parler.

En effet, les conversations enregistrées comportent des pauses pendant lesquelles vous devrez répéter une phrase ou répondre à une question. Immédiatement après votre intervention, vous entendrez la réplique correcte, telle que vous auriez dû la formuler : vous pourrez donc comparer et, si nécessaire, recommencer. Ces dialogues, très faciles au début, vous familiariseront progressivement avec les structures, le vocabulaire et l'accent. En participant, vous-même, en direct, à ces conversations, vous vous habituerez à penser en anglais. Et dans quelques mois, vous commencerez, déjà, à parler couramment.

GRATUIT

Sans aucun engagement de ma part, je demande à recevoir une brochure illustrée sur la méthode audio-visuelle Linguaphone et une cassette (ou un disque) de démonstration.

(Je coche d'une croix la case de mon choix.)



DISQUE ☐



CASSETTE ☐

Nom _____ Prénom _____

Age _____ Profession _____ Tél. _____

Adresse _____

Code postal _____ Localité _____

Quelle langue voulez-vous étudier ? _____

sur le même principe
32
langues

à votre disposition :
allemand, anglais,
anglais/américain,
espagnol, italien,
néerlandais,
russe, etc...

SV 15

linguaphone 12, rue Lincoln 75008 Paris