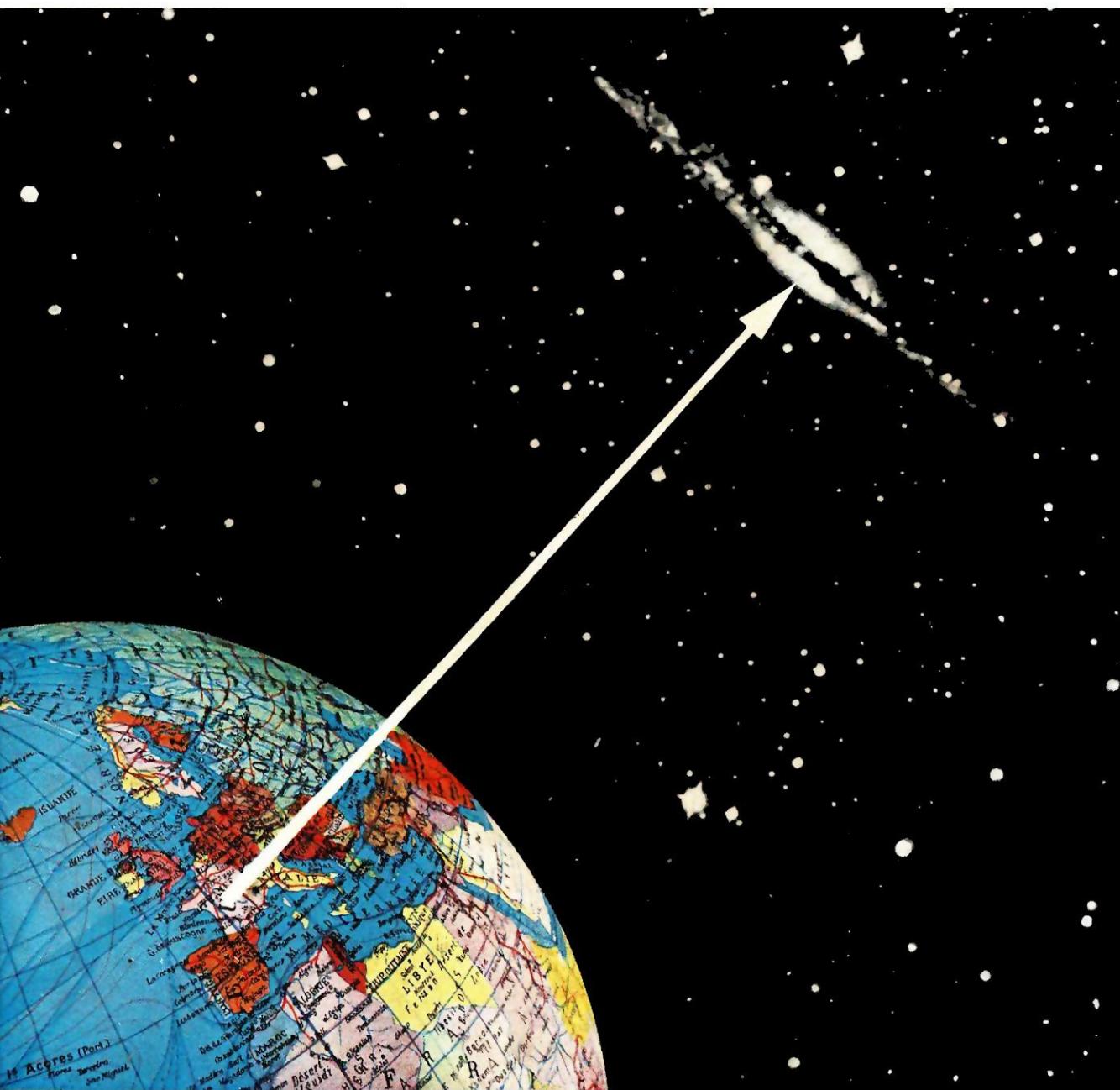


Pourquoi avons-nous besoin des Anglais pour "Concorde"?

science et vie



FÉVRIER 1965

2.5 F

Vers le bout du Monde...

Voici votre Ecole

PAR CORRESPONDANCE

C'est la célèbre ECOLE DES SCIENCES ET ARTS où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, vous feront faire chez vous, quels que soient votre résidence et votre âge, les études qui transformeront votre vie.

La valeur de l'enseignement de l'ECOLE DES SCIENCES ET ARTS assure à ses élèves de merveilleuses réussites dans toutes les branches d'activité. Il n'est pas de meilleure preuve de cette valeur que les succès remportés dans les examens et concours officiels.

Demandez les brochures gratuites qui vous intéressent :

T.C. 43 400. Enseignement du premier et second degré; Enseignement Technique: Toutes les classes et tous les examens. Préparation rapide au Baccalauréat.

D.S. 43 406. Enseignement Supérieur: Lettres (Propédeutique, Licence). Sciences (M.G.P., M.P.C., S.P.C.N.). Droit et Sciences Économiques. Examen d'admission des non-bacheliers dans les Facultés.

O.T. 43 412. Orthographe: Une technique infaillible et attrayante, des méthodes adaptées (3 degrés de cours), vous permettront d'acquérir rapidement une orthographe irréprochable.

R.E. 43 401. Rédaction courante: Pour apprendre à composer et à rédiger dans un style correct et élégant. **Technique littéraire:** les règles fondamentales de l'art du roman, du théâtre, de la nouvelle, du scénario, etc. **Cours de poésie.**

E.Q. 43 415. Cours d'Éloquence: L'art de composer ou d'improviser, discours, allocutions, conférences.

C.V. 43 407. Cours de Conversation: Comment s'exprimer dans la vie professionnelle, sociale ou privée.

F.S. 43 418. Formation Scientifique: Les principes essentiels des Mathématiques, de la Physique, de la Chimie moderne.

I.P. 43 421. Initiation à la Philosophie: Les grands problèmes et les grandes doctrines philosophiques.

D.U. 43 402. Dunamis: La méthode française de culture mentale.

A.R. 43 417. Comptabilité et Commerce (Banques-Sécrétariats, Sténo-Dactylo. Préparation aux C.A.P. et B.P.). Méthode Argos. Comptabilité vivante, attrayante, concrète.

P.U. 43 408. Publicité: Carrières de publicitaire. Brevet de Technicien supérieur.

I.N. 43 411. Industrie: Toutes les carrières, tous les C.A.P. et B.P.

D.L. 43 414. Dessin Industriel: Préparations aux examens officiels dans les diverses spécialités.

C.R. 43 403. Radio: Carrières techniques, administratives et militaires des télécommunications et de la radiodiffusion. Certificats internationaux des P.T.T.

C.P. 43 420. Carrières Publiques: P.T.T., Météorologie, Ponts et Chaussées, Gendarmerie, etc.

M.I. 43 409. École Spéciale militaire: Division Saint-Cyr. Options Sciences, langues, histoire et géographie.

E.V. 43 423. École Vétérinaire: (Concours d'entrée aux écoles nationales vétérinaires).

I.A. 43 413. Carrières Sociales: Pour devenir infirmier ou infirmière, sage-femme, assistante sociale, kinésithérapeute.

P.H. 43 419. Phonopolyglotte: L'Enseignement par les disques de l'anglais (2 degrés) et de l'espagnol.

C.L. 43 404. Cours de Couture et de Lingerie - C. A. P.

D.A. 43 416. Dessin Artistique et Peinture: Croquis, paysages, marines, portraits, fleurs.

F.M. 43 410. Formation Musicale, analyse et esthétique musicale: Deux cours qui formeront votre goût et votre jugement de mélomane. Cours de guitare.

E.N. 43 425: Encyclopédia: Culture Générale.

Cette énumération est incomplète. L'École dispense tous les Enseignements, prépare à toutes les carrières. Écrivez à l'École des Sciences et Arts, vous obtiendrez, sans engagement de votre part, tous les renseignements nécessaires.

**PLUS DE 2 600 SUCCÈS
AU BACCALAURÉAT
EN UNE SESSION !**

ENVOI
GRATUIT

à découper ou à recopier
ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

16, rue du Général-Malleterre, Paris (16^e)

Veuillez me faire parvenir gratuitement votre
brochure n°:

NOM :

ADRESSE :



Notre couverture:

Imaginez un instant
que vous quittiez la Terre et l'Homme
pour un voyage au bout du monde.
Au delà de notre système solaire,
notre galaxie : un continent
de 100 000 années-lumière de diamètre.
Et au delà ? Voici les « informations dernières »
sur l'Univers. (Voir page 42).

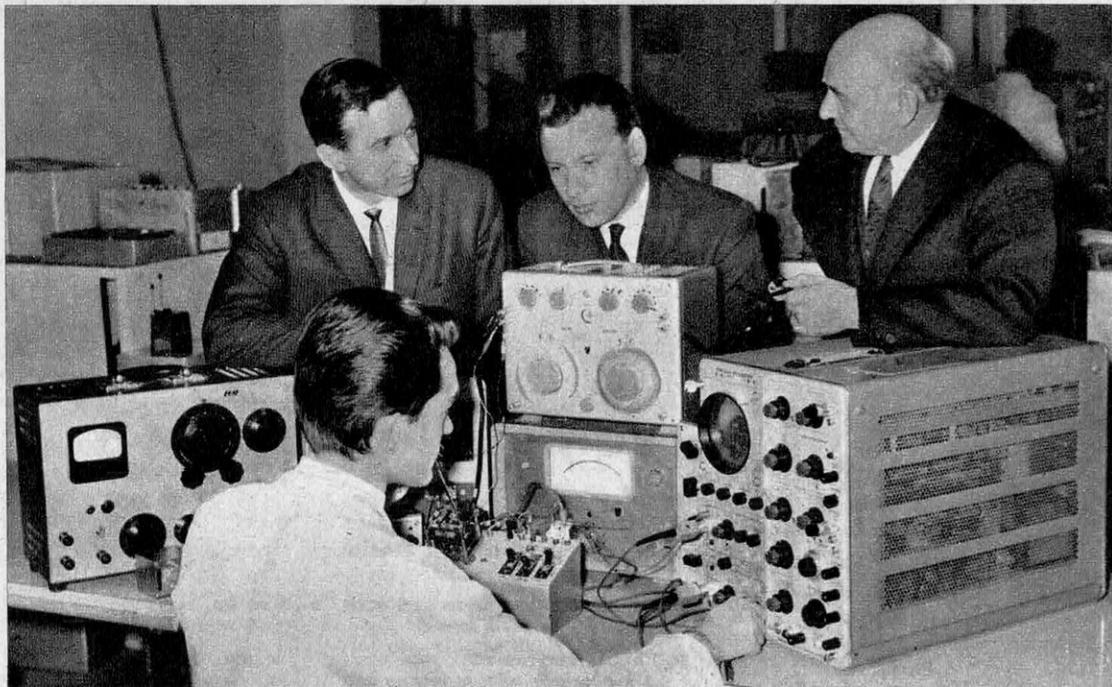
sommaire

Directeur général
Jacques Dupuy
Directeur
Jean de Montulé
Directeur de la rédaction
André Labarthe
Rédacteur en Chef
Daniel Vincendon
Chef des Informations
Georges Dupont
Secrétaire général
Luc Fellot
Rédacteurs
Roland Harari
Jacqueline Giraud
Gérald Messadié
Renaud de la Taille
Conseillers techniques
Roger Bellone
Jean-Pierre Bouhot-Rabaté
Jacques Lecomte
Camille Rougeron
Georges Sourine
Dr B...
Dr S...
Photographes
Milto Toscas
Jean-Pierre Bonnin
Documentation et archives
Charles Girard
Christiane Le Moulec
Hélène Péquart
Service artistique
Louis Boussange
Robert Haucomat
Jean Pagès
Richard Degoumois
Guy Lebourre
Chef de fabrication
Lucien Guignot
Correspondants à l'étranger
Washington: « Science Service »
1719 N Street N.W.
Washington 6 D.C.
New York: Arsène Okun
64-33 99th Street
Forest Hills 74 N.Y.
Londres: Louis Bloncourt,
17 Clifford Street,
Londres W. 1.

● Science-Flash	35
par Georges Dupont	
● L'Univers: dernière édition	42
par André Labarthe	
● Un caillou, tombé du ciel écrit l'histoire du Cosmos	50
par Jacqueline Giraud	
● Simulateurs de vol	54
par Jacques Ohanessian	
● Pourquoi la France ne construit pas de gros réacteurs	60
par Jacques Morisset	
● La leçon d'Agadir	65
par Jean Taverne	
● Le complexe hydro-électrique des Alpes d'Australie	70
par J. Ohanessian	
● Greffes: aujourd'hui, le rein, demain, le cœur	75
par Roland Harari	
● Greffes: d'une espèce à l'autre	80
par J. de Closets	
● Des ultra-sons aux hyper-sons	87
par Pierre de Latil	
● Papillons: des phénomènes optiques impossibles à	91
reproduire, par Marie-Thérèse de Brosses	
● Cinéma magnétique pour tous	94
par Claude Passerelle	
● Les richesses de la mer	97
par Bruno Friedmann	
● Les derniers exploits d'Archimède	104
par Yvonne Rebeyrol	
● Des satellites qui sondent... les ballons-sondes	109
par Pierre de Latil	
● Toute la bible sur un timbre-poste ou les secrets de	114
laboratoire de la N.C.R., par Marc Gilbert	
● Jeux et paradoxes	121
par Berloquin	
● La machine à remonter le temps	122
par Renaud de la Taille	
● Banc d'essai: les ampoules d'éclairage	126
par Roger Bellone	

● *La vie et l'œuvre des grands inventeurs*
Evariste Galois, le Rimbaud des Mathématiques
préface du professeur André Lichnerowicz, de l'Institut p. 130

Courrier des lecteurs: p. 3, 4. La Science et la Vie il y a
50 ans: p. 6, 7. Les livres: p. 142, 143.



**des milliers de techniciens, d'ingénieurs,
de chefs d'entreprise, sont issus de notre école.**

Commissariat à l'Energie Atomique
Minist. de l'Intér. (Télécommunications)
Ministère des F.A. (MARINE)
Compagnie Générale de T.S.F.
Compagnie Fse THOMSON-HOUSTON
Compagnie Géophysique
Compagnie AIR-FRANCE
Les Expéditions Polaires Françaises
PHILIPS, etc...

...nous confient des élèves et
recherchent nos techniciens.



Conseil National de
l'Enseignement Technique
par Correspondance

ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Reconnue par l'Etat (Arrêté du 12 Mai 1964)
12, RUE DE LA LUNE, PARIS 2^e · TÉL. : 236.78-87 +

Avec les mêmes chances de succès, chaque année,
des milliers d'élèves suivent régulièrement nos

COURS du JOUR et du SOIR.

Un plus grand nombre encore suivent nos cours

PAR CORRESPONDANCE

avec l'incontestable avantage de travaux pratiques
chez soi (*nombreuses corrections par notre méthode
spéciale*) et la possibilité, unique en France, d'un
stage final de 1 à 3 mois dans nos laboratoires.

PRINCIPALES FORMATIONS :

- Enseignement général de la 8^e à la 1^{re} (Maths et Sciences)
- Moniteur Dépanneur
- Electronicien
- Cours de Transistors
- Agent Technique Electronicien
- Cours Supérieur d'Electronique
- Carrière d'Officiers Radio de la Marine Marchande

EMPLOIS ASSURÉS EN FIN D'ÉTUDES

par notre bureau de placement

à découper ou à recopier

Veuillez m'adresser sans engagement
la documentation gratuite 52 SV

NOM _____

ADRESSE _____

Z
O
N

“L'Officiel” des unités

C'est une lettre de M. A. Dolimier, ingénieur général du Service des Instruments de mesure au ministère de l'Industrie, qui nous incite ce mois-ci à consacrer entièrement notre courrier au problème des « unités de mesure ». — « J'apprécie très vivement la haute tenue de votre revue, écrit M. Dolimier, mais j'y relève des indications qui montrent ou paraissent montrer une ignorance à peu près totale du décret du 3 mai 1961 sur les unités de mesure et le contrôle des instruments de mesure. »

Voici donc l'essentiel du décret auquel il est fait allusion.

Les unités de base sont :

Le mètre, unité de longueur.

Le kilogramme, unité de masse.

La seconde, unité de temps.

L'ampère, unité d'intensité de courant électrique.

Le degré Kelvin, unité de température.

La candela, unité d'intensité lumineuse.

Le mètre est la longueur égale à 1 650 763,73 longueurs d'onde, dans le vide, de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux $2 p_{10}$ et $5 d_5$ de l'atome de Krypton 86.

Le kilogramme est la masse du prototype en platine iridié, sanctionné par la conférence générale des poids et mesures en 1889 et déposé au pavillon de Breteuil, à Sèvres.

La seconde de temps est la fraction $1/31\ 556\ 925,9747$ de l'année tropique pour 1900 janvier zéro à 12 heures de temps des éphémérides.

L'ampère est l'intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produit, entre ces conducteurs, une force de 2×10^{-7} newton par mètre de longueur; le newton étant l'unité de force définie à l'article 3.

Le degré Kelvin est le degré de l'échelle thermodynamique des températures absolues dans laquelle la température du point triple de l'eau est 273,16 degrés. On peut employer l'échelle Celsius, dont le degré est égal au degré Kelvin et dont le zéro correspond à 273,15 degrés de l'échelle thermodynamique Kelvin ci-dessus définie.

La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction déterminée, d'une ouverture perpendiculaire à cette direction, ayant une aire de $1/60$ de centimètre carré et rayonnant comme un radiateur intégral (corps noir) à la température de solidification du platine.

Unités géométriques.

Aire ou superficie.

L'unité de superficie est le mètre carré.

Le mètre carré est l'aire d'un carré ayant 1 mètre de côté.

Volume.

L'unité de volume est le mètre cube.

Le mètre cube est le volume d'un cube ayant 1 mètre de côté.

Angle plan.

L'unité d'angle est le radian.

Le radian est l'angle qui, ayant son sommet au centre d'un cercle, intercepte sur la circonférence de ce cercle un arc d'une longueur égale à celle du rayon du cercle.

Angle solide.

L'unité d'angle solide est le stéradian.

Le stéradian est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère une aire équivalente à celle d'un carré dont le côté est égal au rayon de la sphère.

Unités de masse.

Masse volumique.

L'unité de masse volumique est le kilogramme par mètre cube, masse volumique d'un corps dont la masse est de 1 kilogramme et le volume de 1 mètre cube.

Titre alcoométrique.

L'unité de titre alcoométrique est le degré alcoométrique centésimal.

Le degré alcoométrique centésimal est le degré de l'échelle alcoométrique centésimale de Gay-Lussac dans laquelle le titre alcoométrique de l'eau pure est 0 (zéro) et celui de l'alcool absolu 100 (cent).

Unités de temps.

Fréquence.

L'unité de fréquence est le hertz.

Le hertz est la fréquence d'un phénomène périodique dont la période est 1 seconde.

Unités mécaniques.

Vitesse.

L'unité de vitesse est le mètre par seconde, vitesse d'un mobile qui, animé d'un mouvement uniforme, parcourt une distance de 1 mètre en 1 seconde.

Accélération.

L'unité d'accélération est le mètre par seconde par seconde, accélération d'un mobile, animé d'un mouvement

uniformément varié, dont la vitesse varie, en 1 seconde, de 1 mètre par seconde.

Force.

L'unité de force est le newton.

Le newton est la force qui communique à un corps ayant une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 mètre par seconde par seconde.

Travail et énergie.

L'unité de travail et d'énergie est le joule.

Le joule est le travail produit par 1 newton dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.

Quantité de chaleur.

L'unité de quantité de chaleur est le joule, unité d'énergie.

Puissance.

L'unité de puissance est le watt. Le watt est la puissance de 1 joule par seconde.

Contrainte et pression.

L'unité de contrainte et de pression est le pascal.

Le pascal est la contrainte qui, agissant sur une surface plane de 1 mètre carré, exerce sur cette aire une force totale de 1 newton.

Unités électriques.

Force électromotrice, différence de potentiel (ou tension).

L'unité de force électromotrice et de différence de potentiel est le volt.

Le volt est la différence de potentiel électrique qui existe entre deux points d'un fil conducteur parcouru par un courant constant de 1 ampère, lorsque la puissance dissipée entre ces deux points est égale à 1 watt.

Résistance.

L'unité de résistance électrique est l'ohm.

L'ohm est la résistance électrique qui existe entre deux points d'un fil conducteur lorsqu'une différence de potentiel constante de 1 volt, appliquée entre ces deux points, produit dans ce conducteur un courant de 1 ampère, ledit conducteur n'étant le siège d'aucune force électromotrice.

Quantité d'électricité.

L'unité de quantité d'électricité est le coulomb.

Le coulomb est la quantité d'élec-

CORRESPONDANCE



Direction, Administration, Rédaction :
5, rue de la Baume, Paris (8^e).
Tél. : Élysée 16-65.
Chèque postal : 91-07 PARIS.
Adresse télégr. : SIENVIE PARIS.

Publicité :
2, rue de la Baume, Paris (8^e).
Tél. : Élysée 87-46.

TARIF DES ABONNEMENTS

	UN AN France et États d'expr. française	Étranger
12 parutions ...	25 F	30 F
12 parut. (envoi recom.) ...	37 F	41 F
12 parut. plus 4 numéros hors série ...	38 F	45 F
12 parut. plus 4 numéros hors série; envoi recom.	55 F	60 F

Règlement des abonnements : SCIENCE ET VIE, 5, rue de la Baume, Paris, C.C.P. PARIS 91-07 ou chèque bancaire. Pour l'étranger par mandat international ou chèque payable à Paris. Changement d'adresse : poster la dernière bande et 0,50 F en timbres-poste.

Belgique et Grand-Duché de Luxembourg (1 an)
Service ordinaire **FB 250**
Service combiné **FB 425**

Pays-Bas (1 an)
Service ordinaire **FB 250**
Service combiné **FB 425**
Règlement à Edimonde, 10, boulevard Sauvinière, C.C.P. 283.76, P.I.M. service Liège. **Maroc**, règlement à Sochepress, 1, place de Bandoeung. **Casablanca**, C.C.P. Rabat 199.75.

tricité transportée en 1 seconde par un courant de 1 ampère.

Capacité électrique.

L'unité de capacité électrique est le farad.

Le farad est la capacité d'un condensateur électrique entre les armatures duquel apparaît une différence de potentiel de 1 volt, lorsqu'il est chargé d'une quantité d'électricité de 1 coulomb.

Inductance électrique.

L'unité d'inductance électrique est le henry.

Le henry est l'inductance d'un circuit fermé dans lequel une force électromotrice de 1 volt est produite lorsque le courant électrique qui parcourt le circuit varie uniformément à raison de 1 ampère par seconde.

Flux magnétique.

L'unité de flux magnétique est le weber.

Le weber est le flux magnétique qui, traversant un circuit d'une seule spire, y produit une force électromotrice de 1 volt, si on l'amène à zéro en 1 seconde, par décroissance uniforme.

Unités optiques.

Flux lumineux.

L'unité de flux lumineux est le lumen.

Le lumen est le flux lumineux émis dans un stéradian par une source ponctuelle uniforme située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité de 1 candela.

Éclairement.

L'unité d'éclairement est le lux.

Le lux est l'éclairement d'une surface qui reçoit normalement, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de 1 lumen par mètre carré.

Unités géométriques.

Angle plan.

Le tour est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à celle de cette circonférence.

Le grade est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à 1/400 de cette circonférence.

Le degré est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à 1/360 de cette circonférence.

La minute d'angle vaut 1/60 de degré.

La seconde d'angle vaut 1/60 de minute.

Longueur.

Le mille correspond à la distance moyenne de deux points de la surface de la terre qui ont même longitude et dont les latitudes diffèrent d'un angle de 1 minute.

Sa valeur est fixée conventionnellement à 1 852 mètres.

Son emploi est autorisé seulement en navigation (maritime ou aérienne).

Unités de masse.

Masse.

Dans les transactions relatives aux diamants, perles fines et pierres précieuses, la dénomination de carat métrique peut être donnée au double décigramme.

Unités mécaniques.

Vitesse.

Le nœud est la vitesse uniforme qui correspond à 1 mille par heure.

Son emploi est autorisé seulement en navigation (maritime ou aérienne).

Travail ou énergie.

Le watt-heure est l'énergie fournie en 1 heure par une puissance de 1 watt. Il vaut 3 600 joules.

L'électron-volt, unité d'énergie couramment utilisée en physique nucléaire est l'énergie acquise par un électron accéléré sous une différence de potentiel de 1 volt. Il vaut $1,59 \times 10^{-19}$ joule.

Quantité de chaleur.

La calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour éléver de 1 degré Celsius la température de 1 gramme d'un corps dont la chaleur massique est égale à celle de l'eau à 15 degrés Celsius, sous la pression atmosphérique normale (101 325 pascals). Elle équivaut, expérimentalement, à 4,1855 joules.

Unités électriques.

Quantité d'électricité.

L'ampère-heure est la quantité d'électricité transportée en 1 heure par un courant de 1 ampère. Il vaut 3 600 coulombs.

Unités de la radioactivité.

Activité nucléaire.

L'unité d'activité nucléaire est le curie.

Le curie est l'activité nucléaire d'une quantité de radioélément (ou nuclide radioactif) pour laquelle le nombre de désintégrations par seconde est de $3,7 \times 10^{10}$.

Quantité de rayonnement X ou γ .

L'unité de quantité de rayonnement X ou γ est le roentgen.

Le roentgen est la quantité de rayonnement X ou γ telle que l'émission corpusculaire qui lui est associée, dans 0,001293 gramme d'air, produite dans l'air des ions transportant une quantité d'électricité, de l'un ou l'autre signe, égale à $\frac{1}{3 \times 10^9}$ coulomb.

ADDENDUM : Les photos en couleurs des pages 88, 89 nous ont été obligamment confiées par la Sté Esso. Les photos des pages 92, 93 sont de Kitrosser.

à votre service GRATUITEMENT pendant 10 jours

L'ATELIER COMPLET

tout un atelier d'outillage électrifié, digne d'un professionnel, en provenance de la plus grande usine du monde spécialisée, vous fera économiser des milliers de francs dès la première année

tout est compris pour seulement

40 F
par mois



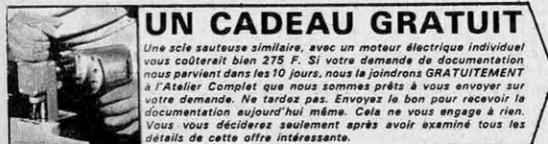
un ensemble complet de 51 éléments

Aucune expérience préalable nécessaire

Oui, maintenant en France, l'Atelier Complet, même entre les mains de personnes inexpérimentées, fait tout ce dont vous avez besoin, pour tout ce que vous voulez faire à la maison, au jardin, à la ferme ou à l'atelier. Importé des États-Unis, le pays de "Do it yourself", ce remarquable ensemble forme un tout homogène et complet. Chaque outil de ce merveilleux ensemble de 51 pièces a été choisi parmi les outils américains de la plus haute qualité et dont l'emploi est le plus facile et approuvé par des professionnels. Vous n'aurez jamais rien d'autre à acheter !

Pensez à ce que cela signifie ! Maintenant vous pourrez faire chez vous divers aménagements, une grande partie des réparations courantes et économiser des milliers de francs chaque année. Avec l'Atelier Complet vous transformez en brèves minutes d'harassantes heures de travail. N'importe qui peut le faire... grâce à la passionnante brochure envoyée GRATUITEMENT avec l'Atelier Complet.

Voyez par vous-même, sans frais ni obligation d'achat. Postez le bon aujourd'hui même pour recevoir une luxueuse documentation en couleurs qui vous dira comment vous pouvez faire un essai GRATUIT de 10 jours de l'Atelier Complet et conserver le tout pour 1000 Francs de moins que si vous deviez acheter séparément chacun de ces outils avec un moteur électrique séparé. Aucun représentant ne viendra de notre part.



Dès aujourd'hui, sans effort, grâce à l'électricité, vous pouvez : • **SCIER** les planches de toutes dimensions • **POLIR** des ouvrages de menuiserie • **PERCER** même à travers du métal • **COUPER** dans le bois, le plastique et même l'acier • **DÉCAPER** la rouille des vieux métaux • **AIGUISER** les couteaux, les outils du jardin • **LUSTREZ** votre voiture et vos meubles • **MÉLANGER** et liquéfier les peintures consistantes... et tellement d'autres choses encore à la maison, à la ferme, à l'atelier !

POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE POSTEZ LE BON AUJOURD'HUI



L'ATELIER COMPLET, 2 rue Trézel - Levallois-Perret (Seine)

Envoyez-moi immédiatement votre LUXUEUSE DOCUMENTATION EN COULEURS décrivant en détail l'ATELIER COMPLET et me proposant un essai gratuit de 10 jours chez moi, sans frais ni obligation d'achat. Il est bien entendu que vous ne m'enverrez pas de représentant et que le fait de recevoir la documentation ne m'oblige aucunement à essayer ce merveilleux ensemble de 51 pièces.

SANS FRAIS NI OBLIGATION

NOM
(veuillez écrire en majuscules)

ADRESSE

VILLE

DÉPT

Envoyez les coupons : FRANCE : Atelier Complet, 2, rue Trézel, Levallois-Perret (Seine)
BELGIQUE : Family S.A., 14, rue Kessels, Bruxelles - SUISSE : Tous Loisirs, 37, rue Agasse, Genève.

IL Y A 50 ANS DANS

LA SCIENCE ET LA VIE

On s'intéresse déjà au moteur rotatif

A peine la Grande Guerre terminée, les recherches et les techniques « civiles » démarrent en flèche. La fée électricité touche de sa baguette le confort domestique ; l'automatisme gagne le métro parisien et voici qu'un précurseur songe, déjà, au moteur rotatif.

MOTEUR ROTATIF. — C'est dans une voie particulièrement intéressante que s'est engagé M. Benjamin F. Augustine, de Buffalo. Cet ingénieur semble affectionner particulièrement le moteur rotatif, puisque, ayant déjà inventé un moteur rotatif à vapeur, c'est encore un moteur de ce type, mais cette fois, à essence, qu'il a construit et installé sur une automobile. Ce moteur, à démarrage automatique et allumage par magnéto, se refroidit suffisamment de lui-même en tournant pour n'avoir pas besoin de circulation d'eau. Il ne vibre pas ; la marche arrière s'obtient par la simple commande d'un manchon qui renverse le sens de l'admission du mélange carburant.

Le moteur rotatif de M. Augustine ne pèse pas plus de 908 grammes par cheval. Sur un parcours d'essai de 220 kilomètres, la consommation d'essence a été de 11 litres 70 centilitres et celle d'huile, de 43 centilitres aux 100 kilomètres.

FERMEZ LES PORTIÈRES, S.V.P. !

— En 1914, la mobilisation enleva au Métropolitain de Paris la plus grande partie de son personnel. Comme il fallait néanmoins assurer la marche presque normale des trains, tout au moins sur les lignes les plus fréquentées du réseau, la compagnie dut étudier le moyen de réduire le nombre de ses employés, partout où cette réduction pouvait être effectuée sans nuire à la bonne exécution du service. Elle fut ainsi amenée à appliquer sur les portes des voitures, un pousoir automatique qui permet à deux employés de fermer, à eux seuls, toutes les portes d'un train — la receveuse du compartiment de 1^{re} classe étant exclusivement préposée au contrôle des billets. Avant l'application de ce dispositif, il fallait cinq personnes pour arriver au même résultat.

En plus de cet avantage, le pousoir électropneumatique en présente un autre : celui de réduire dans une notable proportion les risques d'accidents au départ et à l'arrêt du train. Quand le service de chaque voiture était assuré par un employé, celui-ci ne pouvait contrôler que la porte devant laquelle il se tenait. Des voyageurs imprudents pouvaient donc ouvrir les deux autres portes pendant le cours du trajet et provoquer, comme cela est arrivé à plusieurs reprises, des chutes fort graves et même parfois mortelles. A présent, les portes de chaque voiture se ferment automatiquement dès que le train se met en marche.

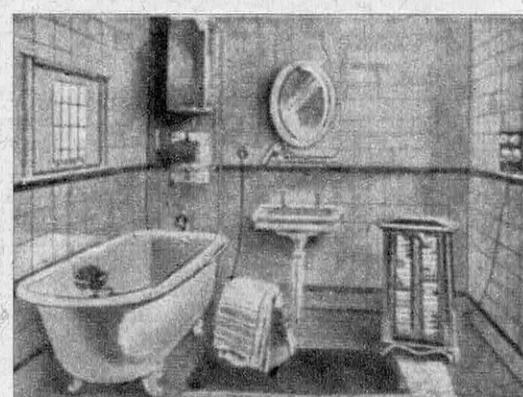
PIPE POUR JOUEURS DE PISTON.

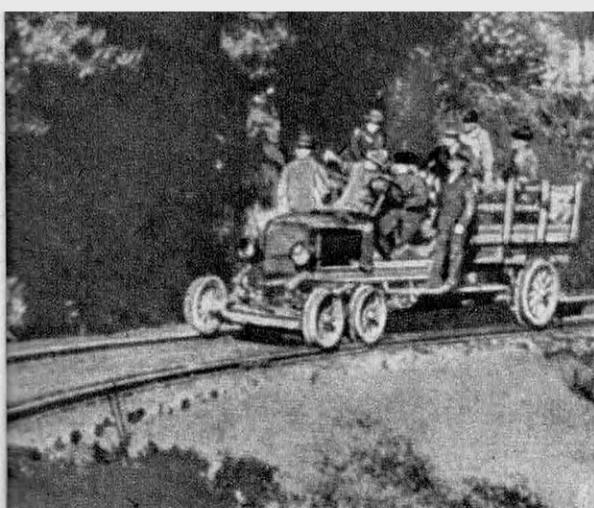
— Nous relevons, dans les brevets américains récents, la description d'une pipe pour le moins originale. Le tuyau de cette pipe, au lieu de déboucher directement dans le fond, sous le tabac, communique, en effet, avec un canal parallèle à la chambre. Ce canal, pourvu à sa base d'un bouchon de nettoyage, est percé lui-même de trois plus petits canaux qui communiquent, d'une part avec la chambre, et, d'autre part, avec l'extérieur. Trois petits pistons permettent d'obturer l'un après l'autre les canaux en question suivant le niveau de la combustion. Le but de ce dispositif compliqué est, déclare l'inventeur, de permettre à l'air aspiré, tout au moins à une fraction de cet air, de ne traverser qu'une faible couche de tabac frais, et, par suite, de ne pas se charger autant de nicotine et d'humidité ; enfin, il serait aussi plus facile de maintenir la pipe propre.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LA SALLE DE BAINS.

— L'eau qui alimente la baignoire et le lavabo est portée à la température voulue en passant dans des tubes entourés par des colliers chauffants, dans le chauffe-bain que l'on voit au-dessus de la baignoire. A côté de cette dernière, on aperçoit un chauffe-serviettes ; à droite de la gravure, un radiateur à résistances lumineuses qui maintient dans la pièce une température convenable et répand en même temps une lumière rougeâtre pouvant dispenser, à la rigueur, de tout éclairage supplémentaire.

Comme complément de cette série de dispositifs électriques, on distingue, près du miroir, un petit appareil qui donne des douches d'air chaud et qui peut être utilisé également comme séche-cheveux.





POIDS LOURDS SUR RAILS. — L'adaptation de l'automobile à la voie ferrée a été réalisée aux États-Unis, d'abord comme un moyen ingénieux de pallier l'impraticabilité de certaines routes; puis, comme une solution rationnelle à un intéressant problème parfaitement défini.

C'est ainsi qu'un service automobile sur rails dessert, à trente kilomètres de San Francisco, le mont Tamalpais, au sommet duquel ne manquent pas de se rendre les touristes qui visitent la perle des États d'Amérique, la Californie. Là où, sans nul doute, un chemin de fer aurait fonctionné à perte, un simple camion automobile attelé, quand il est besoin, à une remorque, rapporte de jolis bénéfices. Ce camion est muni d'un avant-train à quatre roues pour augmenter la puissance de freinage; les deux roues arrière sont motrices; la remorque est un simple truck à bogies. La ligne serpente autour de la montagne avec une rampe moyenne de 5 % et qui atteint parfois 7 %; à un certain endroit, la voie décrit une courbe à angle droit de vingt-trois mètres seulement de rayon; pour éviter les risques de déraillement aux tournants dangereux, aussi bien que pour diminuer l'usure exagérée des rails due aux efforts exercés latéralement sur ceux-ci, de l'eau est amenée à arroser ces derniers en avant et en arrière des deux roues motrices au moyen de tuyaux reliés à des réservoirs portés par le camion; le liquide agit comme lubrifiant.

ÇA S'ARROSE... — Un cultivateur ingénieur des États-Unis s'est préoccupé contre les périodes de sécheresse sans faire les frais d'une coûteuse installation d'irrigation et d'une manière qu'il a jugée de beaucoup préférable à l'établissement de tuyautages permanents au travers de ses champs. Il a simplement transformé un de ses attelages en chariot-citerne et l'a pourvu à l'arrière d'un tuyau d'arrosage horizontal qui ne mesure pas moins de neuf mètres de longueur. L'eau de la citerne est expulsée au travers de douze pommes d'arrosoir équidistantes sous une pression élevée fournie par une pompe qu'actionne un petit moteur à essence d'une force de trois chevaux environ; ainsi, il s'écoule autant d'eau par les jets d'extrémité que par ceux du milieu, et, en outre, bien davantage par chacun d'eux que si les jets étaient alimentés par la simple action de la pesanteur.

votre femme sera très heureuse de pouvoir vous aider

I.A.B.C. de la peinture chez soi rassemble en 26 pages, sous forme d'un lexique, tous les conseils utiles à la réussite de vos peintures : le matériel indispensable, la préparation des surfaces à peindre, l'emploi de telle ou telle peinture... et toutes les astuces des maris bricoleurs de talent...



BON A DÉCOUPER à retourner à
A.B.C. de la peinture
13, Rue du Docteur Roux - PARIS (15^e)
avec 6 timbres à 0,30 F



M

Adresse

Ville

Département



**embellit et protège
votre maison.**

Délivrez-vous de cette timidité néfaste qui vous empêche de devenir un "crack"

Imaginez à quel point votre situation serait plus enviable et votre réussite plus facile si vous n'étiez pas affligé de cette maladie physique qui paralyse toutes vos facultés !

Aujourd'hui, des moyens scientifiques rigoureusement expérimentés, vous aideront à "sortir de l'ornière" et à gravir rapidement les échelons du succès. C'est ainsi qu'un petit livre, traduit dans toutes les langues, et diffusé gratuitement, vous initie à la méthode la plus efficace du monde : la Méthode Borg. Mais lisez plus avant !

TIMIDES, QUE RESSENTEZ-VOUS ?

Vous vivez repliés sur vous-mêmes et vous craignez de vous extérioriser. Vous restez muets et gauches alors que vous auriez beaucoup de choses intéressantes à dire et à faire. En société, vous manquez de personnalité : vous n'apportez rien à personne et on ne vous fréquente que par politesse ou par intérêt. Chez vous vous renoncez à prendre les décisions opportunes qui sont le fait des vrais chefs de famille. En amour, dans les affaires, vous ne possédez pas cette puissance de persuasion qui force la décision des partenaires les plus entêtés. En un mot, vous vous laissez porter par les événements au lieu de les dominer et votre vie stagne comme un lac d'eau dormante où il ne se passe jamais rien.

QU'ATTENDEZ-VOUS DE LA VIE ?

Du bonheur, un équilibre sentimental, de la richesse matérielle, de la considération, une solide harmonie dans votre foyer, une vie sociale exaltante. Vous entendez vivre intensément et ressentir des joies fortes. Borg vous apporte ce merveilleux secret de vie grâce à une technique inédite et éprouvée, adaptée à votre cas particulier.

PROFITEZ LARGEMENT DES BIENS DE CETTE TERRE

Acquérez la maîtrise, l'assurance, le goût de l'entreprise, cette forme d'esprit particulière qui vous aide à gagner de l'argent. Devenez celui qui s'élève au-dessus du com-



Le docteur Louis Long, professeur agrégé de mathématiques, docteur ès sciences mathématiques, témoigne de la supériorité de la méthode Borg : "L'idée GENIALE de M. Borg, en composant ses VINGT LEÇONS DE CULTURE PSYCHIQUE, est de développer la personnalité mentale en partant de l'état PHYSIQUE et de la confiance en soi. Par là, il galvanise l'imagination créatrice, mère de la DECOUVERTE, la mémoire, la volonté, balaie les névroses, dont la plus néfaste est la timidité".

mun des mortels. Précisément, Borg fera de vous ce nouvel homme, comme il en existe cependant beaucoup et que, dans votre for intérieur vous ne cessez d'admirer. Réussir c'est plus facile que vous ne le pensez ! Il suffit de vous éduquer à tirer le parti optimum des facultés qui sont en vous... De tout cela Borg se charge à

coup sûr. Il tient à votre disposition des milliers de témoignages.

POURQUOI CETTE NOTORIÉTÉ DE LA MÉTHODE BORG ?

C'est assurément la plus ancienne, diffusée depuis plus d'un demi siècle par Aubanel, l'"éditeur de la Culture Humaine". C'est encore celle qui fut le mieux expérimentée sur le plus grand nombre d'individus. C'est enfin la plus rapidement efficace car elle a le mérite de traiter individuellement chaque cas de timidité.

UN LIVRE GRATUIT

Borg sait qu'il est en mesure de résoudre votre problème personnel. 350.000 personnes (avocats, médecins, dignitaires du clergé, commerçants, industriels, fonctionnaires, ouvriers, employés) ont pu apprécier les bienfaits qu'il n'a jamais cessé de prodiguer. Borg vous offre gratuitement son livre initiation, qui vous permettra de devenir un "crack". Saisissez au vol cette chance qui vous est offerte et découpez le bon ci-dessous pour recevoir gratuitement "Les lois éternelles du succès", un livre éternel qui déterminera votre réussite.

MÉTHODE BORG	
A DÉCOUPER OU A RECOPIER	
BON GRATUIT	
AUBANEL, Dépt xD 6, place Saint-Pierre, AVIGNON	
pour recevoir gratuitement "Les lois éternelles du succès."	
Nom	
Adresse	

SITUATIONS EXALTANTES ! CARRIÈRES BRILLANTES GAINS SUPÉRIEURS

Minimum 1.000 F.
par mois
maximum... illimité



Secrétaire, chef de service, attachée de presse étrangère, correspondante-export, traductrice O.N.U., Hôtesse de l'Air, Steward, Hôtesse de tourisme, voyages, vendeuse en magasin de luxe, etc...

Minimum 2.500 F.
par mois
maximum... illimité



Agent commercial, Agent export, Courtier, chef de service. Transports, transits, assurances internationales. Représentant itinérant de Cie aérienne ou maritime, etc...

dans
***l'INDUSTRIE, le TOURISME et les TRANSPORTS
le COMMERCE EXTÉRIEUR, les ORGANISMES
OFFICIELS INTERNATIONAUX, etc... etc...***

Pour vous rendre exactement compte des nombreux débouchés, que vous ne soupçonnez peut-être même pas pour vous dans ces 4 secteurs-clés de l'économie mondiale, **demandez la DOCUMENTATION I. L. C.** inédite que nous mettons à votre disposition **GRATUITEMENT** et sans engagement (sur simple retour du BON ci-dessous).

VOUS SEREZ ÉTONNÉ (E) de la variété des Situations qui s'offrent à vous, **homme ou femme**, bachelier ou non, autodidacte, technicien(ne) de quelque spécialité que ce soit, **de tout âge** (à partir de 17 ans), à la seule condition d'avoir les **quelques connaissances** - même sommaires - **de l'une de ces langues** (en plus du français) ; allemand - anglais - qui vous permettent de suivre facilement **les cours par correspondance** de l'**Institut Linguistique & Commercial** (en abrégé : I.L.C.).

SEULE LA PRÉPARATION SÉRIEUSE DE L'I.L.C. GARANTIT VOTRE PLEIN SUCCÈS. Depuis plus de 13 ans, les élèves de l'I.L.C. remportent les plus hauts pourcentages de succès aux examens officiels en vue de l'attribution des Diplômes "les plus cotés" sur le Marché International des Situations Supérieures :

Diplôme de la Chambre de Commerce britannique (British Chamber of Commerce) - section anglais commercial ou section touristique et hôtelière.

Diplôme de la Chambre Officielle de Commerce franco-allemande - le Diplôme "qui rapporte le plus" dans le cadre du Marché Commun,

et bien entendu par le **Certificat I.L.C.** de compétence en Commerce Extérieur ou en Tourisme (option Anglais ou Allemand).

Nouveau !
Cours de
rattrapage
Anglais
ou
Allemand
pour
débutants

CES DIPLOMES QUI VOUS OUVRONT L'ACCÈS AUX SITUATIONS INTERNATIONALES, vous les préparerez en **SIX MOIS** maximum, par correspondance avec l'I.L.C. aux moindres frais, sans contrainte d'horaires fixes d'études, tout en continuant vos occupations actuelles. Quelles facilités pour vous avec l'I.L.C. !

LA CERTITUDE D'OBtenir LA SITUATION EN RAPPORT AVEC VOS APTITUDES. Seul l'I. L. C. peut vous la donner dès maintenant, en raison de sa longue expérience comme trait d'union entre les centaines de Firmes qui lui communiquent leurs offres de Situations et ses anciens Elèves disponibles. Il y a actuellement cinq fois plus d'offres de postes divers que de candidats pour les occuper... **CES OFFRES VOUS ATTENDENT.**

ET SI VOUS PRÉFÉREZ VOUS ÉTABLIR A VOTRE COMPTE, sans capitaux, l'I.L.C. vous apportera le précieux concours de sa formation et de ses conseils éclairés pour vous lancer à n'importe quel échelon de l'**EXPORTATION**.

**NE PERDEZ
PAS DE TEMPS !**

retournez après l'avoir soigneusement rempli (en lettres d'imprimerie) ou recopiez le BON ci-contre

à **L'INSTITUT LINGUISTIQUE
& COMMERCIAL**

45, rue Boissy d'Anglas - Paris-8^e

L'ancienne adresse : 6, rue Léon-Cogniet, Paris 17^e n'étant plus valable et l'I.L.C. n'ayant aucune filiale ni succursale.

HALL d'INFORMATION

présentation des cours, disques, épreuves d'examens, etc... tous les jours 10 h. à 19 h., samedi : 10 h. à 12 h., 45, rue Boissy d'Anglas (Rez-de-ch.).

I. L. C.
BON N° 653 45, rue Boissy d'Anglas
PARIS 8^e - ANJ. 47-58

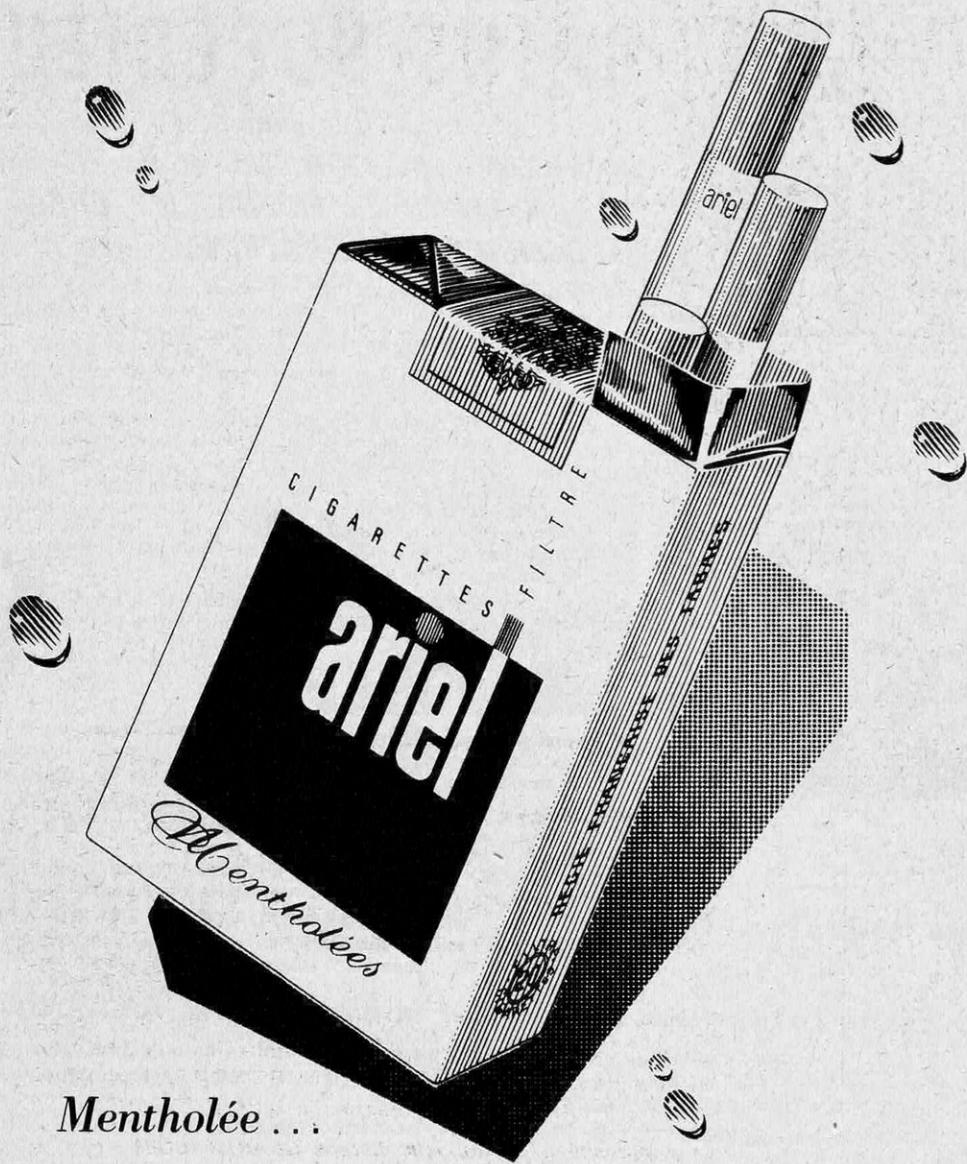
Veuillez m'adresser GRATUITEMENT la plus complète documentation existante sur les **Situations supérieures** et leur préparation par correspondance (Méthode exclusive I. L. C.) avec langue : anglaise - allemande (rayer la mention inutile).

Nom, prénom

profession ou niveau études (facultatif)

N° rue

à département



taay
Mentholée . . .

fraîche détente

Discrettement mentholée, ARIEL ajoute
à la satisfaction de savourer
une cigarette de goût américain
le raffinement d'une fraîche détente

ARIEL "double plaisir"

le paquet de 20, king size, bout filtre 2.30 F

RÉGIE FRANÇAISE DES TABACS

"BLOC" IMAGES | SON au-to-ma-ti-que



groupe sous un volume réduit l'ensemble des dispositifs lumineux et sonores qu'exige l'amateur le plus difficile. Véritable **BLOC DE PROJECTION SONORE**, homogène, robuste, il offre, sous la garantie de qualité **EUMIG**,

- *Luminosité exceptionnelle (lampe QUARTZ IODE)*
- *Objectif Eupronar ZOOM F. 1,3 - 13/25 mm*
- *Son magnétique*
- *Modulation équilibrée par tubes électroniques*
- *Mixage automatique*
- *Mise en place automatique du film*
- *Poids et encombrement réduits*
- *Grande facilité d'emploi*

CHEZ TOUS LES CONCESSIONNAIRES AGRÉÉS

Je n'ai qu'un regret

c'est de n'avoir pas connu plus tôt l'École Universelle !

nous écrivent des centaines d'élèves enthousiastes. Ainsi rendent-ils hommage au **prestigieux enseignement par correspondance** de la plus importante école du monde, qui vous permet de faire chez vous, en toutes résidences, à tout âge, aux moindres frais, des études complètes dans toutes les branches, de vaincre avec une aisance surprenante les difficultés qui vous ont jusqu'à présent arrêté, de conquérir en un temps record le diplôme ou la situation dont vous rêvez. L'enseignement étant individuel, vous avez intérêt à commencer vos études dès maintenant.

- C.E. 19 330 : **Les premières classes** : 1^{er} degré; 1^{er} cycle du cours préparatoire à l'admission en 6^e.
T.C. 19 335 : **Toutes les classes, tous les examens** : 1^{er} degré, 2^e cycle; C.E.G., Brevets, 2^e degré : B.E.P.C., Baccalauréats, Classes des lycées techniques, B.E.I., B.E.C.
E.D. 19 332 : **Les Etudes de Droit** : Capacité, Licences, Carrières juridiques. Admission faculté.
E.S. 19 344 : **Les Etudes supérieures de Sciences** : M.G.P., M.P.C., S.P.C.N., etc., C.A.P.E.S., Agrégation de math. Médecine, C.P.E.M. Admission faculté.
E.L. 19 353 : **Les Etudes supérieures de Lettres** : Propédeutique, C.A.P.E.S.; Agrégation. Admission faculté.
G.E. 19 357 : **Grandes Ecoles et Ecoles Spéciales** : E.N.S.I., Militaires, Agriculture, Commerce, Beaux-Arts; Administration, Lycées techniques.
A.G. 19 340 : **Carrières de l'Agriculture** (France et Rép. africaines) : Industries agricoles, Génie Rural, Radiesthésie, Topographie.
C.T. 19 333 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux publics** : Toutes spécialités, tous examens; C.A.P., B.P., Brevet technique; Admission aux stages payés (F.P.A.).
D.I. 19 346 : **Carrières du Dessin Industriel**.
M.V. 19 337 : **Carrières du Métré** : Métreur, Métreur vérificateur.
L.E. 19 347 : **Carrières de l'Électronique**.
C.C. 19 336 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, de banque, Sténodactylo, Publicitaire, Secrétaire de direction, C.A.P., B.P.; Publicité, Assurances, Hôtellerie.
F.P. 19 334 : **Pour devenir Fonctionnaire** : Toutes les fonctions publiques; E.N.A.
E.R. 19 345 : **Tous les Emplois réservés**.
O.R. 19 354 : **Orthographe** : Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Ecriture. **Graphologie - Conversation**.
C.M. 19 348 : **Calcul extra-rapide** et mental.
M.M. 19 338 : **Carrières de la Marine Marchande** : Ecoles nat. de la Marine marchande, Elève-chef de quart, Capitaine. Officier mécanicien, Pêche, Certificat internat. de radio (P.T.T.), Navigation de Plaisance.
M.N. 19 356 : **Carrières de la Marine Nationale** : Ecoles : Navale, Elèves-officiers, Elèves-ingénieurs mécaniciens, Service de santé, Maistrance, Apprentis marins, Pupilles, Techniques de la marine; Génie maritime, Commissariat et administration.
C.A. 19 350 : **Carrières de l'Aviation** : Ecoles et carrières militaires, Aéronautique, Carrières admin., Industrie aéron., Hôtesse de l'air.
R.T. 19 355 : **Radio** : Construction, Dépannage. **Télévision**.
Langues Vivantes : voir notre annonce spéciale page 29.
E.M. 19 351 : **Etudes Musicales** : Solfège, Harmonie, Composition, Orchestre, Piano, Violon, Guitare, Flûte, Clarinette, Accordéon; Jazz; Chants; Professors publics et privés.
D.P. 19 341 : **Arts du Dessin** : Cours universel, Anatomie artistique, Illustration, Mode, Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain, Professortat.
C.O. 19 358 : **Carrières de la Couture et de la Mode** : Coupe (h. et d.), Couture, C.A.P., B.P., Profess.; Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse-retoucheuse, Modiste, Chemisier, etc. Enseignement ménager, Monariat et professortat.
C.S. 19 342 : **Secrétariat** : Secrétaire de direction, de médecin, d'avocat, d'homme de lettres, Secrétaire technique, Journalisme; Art d'écrire et art de parler en public.
C.I. 19 339 : **Cinéma** : Technique générale; Décoration, Prise de vues, Prise de son. Institut des Hautes Etudes Cinématographiques. **Photographie**.
C.B. 19 352 : **Coiffure et Soins de Beauté**.
C.F. 19 343 : **Toutes les Carrières Féminines**.
P.C. 19 359 : **Cultura** : Cours de perfectionnement culturel : Lettres, Sciences, Arts, Actualité.
Universa : Enseignement préparatoire aux études supérieures.

La liste ci-dessus ne comprend qu'une partie de nos enseignements. N'hésitez pas à nous écrire. Nous vous donnerons gratuitement tous les renseignements et conseils qu'il vous plaira de nous demander.

DES MILLIERS D'INÉGALABLES SUCCÈS

remportés chaque année par nos élèves
dans les examens et concours officiels
prouvent l'efficacité de notre enseignement
par correspondance.

ENVOI GRATUIT **ÉCOLE UNIVERSELLE**

59, Bd Exelmans - PARIS 16^e

Veuillez me faire parvenir gratuitement

Votre brochure N°

Nom

Adresse

Demandez ce volume

GRATUIT

de la célèbre collection scientifique

Diagrammes

Pourquoi cette offre vous est faite

Les ouvrages de la collection scientifique "Diagrammes" ne sont pas vendus en librairie. Seuls les souscripteurs de 12 ouvrages les reçoivent directement par la poste, à raison d'un volume par mois. Ce spécimen vous est offert gratuitement pour vous faire connaître la collection "Diagrammes", afin de vous permettre ensuite de souscrire si vous le désirez - mais en connaissance de cause.

Cette offre est sincère et sans surprise ; elle ne comporte pour vous ni obligation ni engagement d'aucune sorte.

Ce qu'est la collection "Diagrammes"

C'est une collection scientifique. Chaque ouvrage est consacré à un grand problème d'actualité. Tous les domaines de la science sont explorés l'un après l'autre. Les sujets traités sont variés et inépuisables : l'énergie H, l'hypnotisme, la sexualité, le Sahara, la réanimation, l'automobile, etc... Chacun d'eux est spécialement écrit pour "Diagrammes", en cent pages, par un grand spécialiste. Le texte illustré de nombreux documents, est clair, vivant, facile à lire, passionnant comme un roman. Ainsi, de mois en mois, vous vous tenez au courant de l'actualité scientifique ; vous élargissez, et vous enrichissez votre savoir, et vous finissez par réunir dans les rayons de votre bibliothèque les éléments d'une véritable encyclopédie de la science moderne qui vous sera plus qu'utile en maintes circonstances.

En plus de votre spécimen gratuit vous recevrez une documentation complète sur la collection.

recevez une documentation complète sur la collection "Diagrammes", les ouvrages parus et à paraître. Un bulletin vous permettra de souscrire les 12 prochains volumes dans des conditions particulièrement avantageuses.

Envoyez ce bon d'urgence

Un important tirage supplémentaire a été prévu pour ce volume-spécimen de "Diagrammes". Mais le stock n'est pas inépuisable : vous avez intérêt à demander aujourd'hui même votre exemplaire gratuit aux Éditions du Cap, 1, Avenue de la Scala, MONTE-CARLO.



Diagrammes

68

L'océanographie, science naissante

par Claude Arnaud

Les eaux marines recouvrent plus des deux tiers de la surface du globe. La vie y a pris naissance. Pendant des millénaires s'y sont formés et transformés les premiers êtres, tandis que les terres émergées n'étaient encore que rocs nus. Longtemps considérés comme une immensité impénétrable et hostile, les Océans commencent aujourd'hui à livrer leurs prodigieux secrets. Et les explorateurs de la mer nous promettent plus de sujets d'étonnement encore que n'en ont connu nos pères à l'époque des grandes découvertes des navigateurs. Les profondeurs océanes constituent un réservoir presque inépuisable d'énergie, de minéraux, de substances alimentaires. Les formidables masses d'eau mues par les marées nous fourniront demain l'électricité gratuite, les fonds vierges nous céderont leurs trésors les plus précieux en quantités énormes ; les végétaux et les animaux innombrables nous éviteront la grande disette qui menace l'humanité dont les besoins ne cessent de croître.

La connaissance des mers est l'un des objectifs capitaux de la science moderne, plus important sans doute que la connaissance de l'atome et des galaxies. L'océanographie physique et l'océanographie biologique ne font que commencer leur étonnante carrière.

BON



Veuillez m'envoyer gratuitement, sans engagement ni obligation, l'ouvrage "L'océanographie, science naissante". Inclus 0.25 F en timbres pour frais d'envoi.

Nom _____ Prénom _____

Nº _____ Rue _____

Localité _____ Dpt _____

Exceptionnel!

DU SAMEDI 30 JANVIER AU SAMEDI 27 FÉVRIER

CMC PHOTO - CINÉ

SOLDE

appareils photo français et étrangers ★
lanternes de projection ★ posemètres ★
accessoires divers
caméras 8 - 9,5 - 16 ★ projecteurs
muets et sonores ★ objectifs etc...

HATEZ-VOUS...

... de profiter de cet événement pour compléter votre équipement à bon compte. Facilités de paiement. Crédit sans formalités et,

DES PRIX! incroyables

Magasin ouvert tous les jours de 9 h. à 12 h. 30 et de 14 h. à 19 h. sauf le Dimanche.

CMC
PHOTO-CINÉ
3. RUE DE METZ
PARIS (10^e).TEL.TAI.54-61
MÉTRO: STRASBOURG - ST DENIS

pourquoi toujours lui ?

parce que, lui...

IL APPREND EN DORMANT

*Vite, sans effort,
sans fatigue, avec un*

MEMOMATIC

Le rêve des jeunes, la sécurité des parents, le MÉMOMATIC est le cadeau idéal qui joint l'utile à l'agréable - conçu par des pédagogues - assure aux élèves et étudiants un maximum de facilités, les fait accéder aux premières places et s'y maintenir.

Le jour il permet un travail avec le maximum de profit, la nuit pendant le sommeil d'apprendre cours et leçons.

Aux heures de détente le MÉMOMATIC devient le magnétophone de grande classe qui apporte la joie et ses mille possibilités : musique - enregistrements classiques ou de fantaisie, etc.

Tout MÉMOMATIC POLY'SON LUXE retourné dans les 8 jours pour non satisfaction sera remboursé immédiatement.

Création Laisney



Le Mémomatic POLY'SON LUXE est vendu comptant, avec micro, bobines, bandes magnétiques **499 F + T.L.**

Longues facilités de paiement sur demande :

215 F et 5 versements de 66 F.

Sur demande programmateur pour application de la mémoire dans le sommeil (bas-parleur et montre coupures modèle A..100 + T.L.)

CENTRALE du MAGNETOPHONE

35, rue Brunel Paris 17^e Tél. ETO. 36-41 (M^o Pte Maillot)
distributeur de GRUNDIG. PHILIPS. ELECTRONIC. TELEFUNKEN.

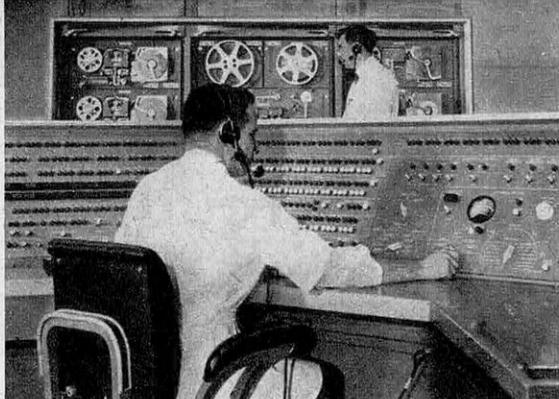
BON GRATUIT

Veuillez m'adresser sans engagement et sans frais une documentation complète sur la gamme des appareils MÉMOMATIC.

NOM

ADRESSE

SV 2



publi-RM

Techniques modernes....

.... carrières d'avenir

L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL, répondant aux besoins de l'Industrie, a créé des cours par correspondance spécialisés en Electronique Industrielle et en Energie Atomique. L'adoption de ces cours par les grandes entreprises nationales et les industries privées en a confirmé la valeur et l'efficacité.

ÉLECTRONIQUE

INGÉNIEUR. — Cours supérieur très approfondi, accessible avec le niveau baccalauréat mathématiques, comportant les compléments indispensables jusqu'aux mathématiques supérieures. Deux ans et demi à trois ans d'études sont nécessaires. Ce cours a été, entre autres, choisi par l'E.D.F. pour la spécialisation en électronique de ses ingénieurs des centrales thermiques. **Programme n° IEN.O.**

AGENT TECHNIQUE. — Nécessitant une formation mathématique nettement moins élevée que le cours précédent (brevet élémentaire ou même C.A.P. d'électricien). Cet enseignement permet néanmoins d'obtenir en une année d'études environ une excellente qualification professionnelle. En outre il constitue une très bonne préparation au cours d'ingénieur.

De nombreuses firmes industrielles, parmi lesquelles : les Aciéries d'Imphy (Nièvre); la S.N.E.C.M.A. (Société Nationale d'Études et de Construction de Moteurs d'Aviation), les Ciments Lafarge, etc. ont confié à l'**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL** le soin de dispenser ce cours d'agent technique à leur personnel électricien. **Programme n° ELN.O.**

COURS ÉLÉMENTAIRE. — L'**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL** a également créé un cours élémentaire d'électronique qui permet de former des électroniciens « valables » qui ne possèdent, au départ, que le certificat d'études primaires. Faisant plus appel au bon sens qu'aux mathématiques, il permet néanmoins à l'élève d'acquérir les principes techniques fondamentaux et d'aborder effectivement en professionnel l'admirable carrière qu'il a choisie.

C'est ainsi que la Société internationale des machines électroniques **BURROUGHS** a choisi ce cours pour la formation de base du personnel de toutes ses succursales des pays de langue française. **Programme n° EBO.**

ÉNERGIE ATOMIQUE

INGÉNIEUR. — Ce cours de formation d'ingénieur en énergie atomique, traite sur le plan technique tous les phénomènes se rapportant à cette science et à toutes les formes de son utilisation.

De nombreux officiers de la Marine Nationale suivent cet enseignement qui a également été adopté par l'E.D.F. pour ses ingénieurs du département « production thermique nucléaire », la S.N.E.C.M.A. (Division Atomique), les Forges et Aciéries de Châtillon-Commentry, etc.

Ajoutons que l'**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL** est membre de l'A.T.E.N. (Association Technique pour l'Energie Nucléaire). **Programme n° EA.O.**

SEMI-CONDUCTEURS

TRANSISTORS ET APPLICATIONS

Leur utilisation efficace (et qui s'étend de plus en plus) exige que l'on ne se limite pas à les étudier « de l'extérieur », c'est-à-dire superficiellement, en se basant sur leurs caractéristiques d'emploi, mais en partant des principes de base de la Physique, de la constitution même de la matière.

Connaissant alors la genèse de ces dispositifs, on en comprend mieux toutes les possibilités d'utilisation actuelle et future.

Comme pour nos autres cours, les formules mathématiques ne sont utilisées que pour compléter nos exposés, et encore sont-elles, chaque fois, minutieusement détaillées, pour en rendre l'assimilation facile.

Ce cours comprend l'étude successive des :

- Dispositifs semi-conducteurs,
- Circuits amplificateurs à transistors,
- Circuits industriels à transistors et semi-conducteurs.

Programme n° SCT.O.

AUTRES COURS

Froid n° 00 - Dessin Industriel n° 01 - Electricité n° 03
- Automobile n° 04 - Diesel n° 05 - Constructions métalliques n° 06 - Chauffage, Ventil. n° 07 - Béton Armé n° 08
- Formation d'Ingénieurs dans toutes les spécialités ci-dessus (bien préciser la spécialité choisie) n° 09.

Demandez sans engagement le programme qui vous intéresse en précisant le numéro et en joignant 2 timbres pour frais d'envoi.

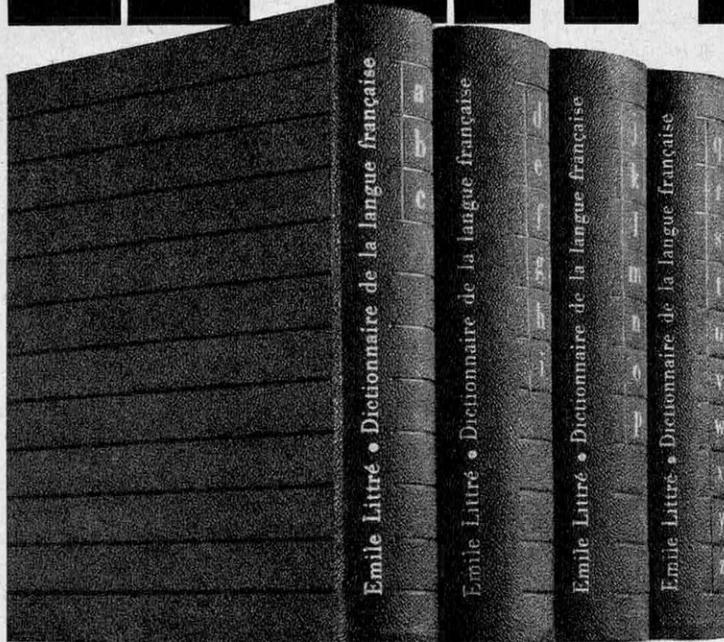
INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL

École des Cadres de l'Industrie
Bâtiment A

69, rue de Chabrol - PARIS (X^e)
PRO 81-14 et 71-05

POUR LA BELGIQUE : I.T.P. Centre administratif
5, Bellevue, WEPION

LE LITTRÉ



EN 4 VOLUMES
LUXUEUSEMENT
RELIÉS;
LETTRES GRAVÉES
A L'OR FIN
6.800 PAGES

POUR
FR.
29
seulement
par mois,

Profitez sans tarder de ces conditions avantageuses :



ANDRÉ MAUROIS :
**"je ne peux vivre
sans un Littré"**

et le grand Académicien
qualifie d'entreprise
d'utilité publique
notre réédition du Littré

Tout homme cultivé, étudiant, médecin, ingénieur, avocat, professeur, journaliste, tout homme qui a des rapports avec ses semblables, leur parle et leur écrit, tout homme qui désire prendre plus d'intérêt à ce qu'il lit, a besoin d'un Littré. L'irremplaçable mais introuvable "Littré" est maintenant réédité; vous y trouverez ce qui ne figure dans aucun autre dictionnaire: non seulement les mots et leur définition, mais leurs divers sens illustrés d'exemples empruntés aux auteurs an-

ciens et modernes. Le "Littré" vous donne "l'état-civil" des mots, leur évolution de l'archaïsme au néologisme en passant par le sens contemporain. Si vous ne deviez avoir qu'un livre dans votre bibliothèque, ce serait celui-là. Le "Littré" est beaucoup plus qu'un dictionnaire: un ouvrage de lecture courante, inépuisable; vous prendrez plaisir à le lire page par page, car le "Littré" est passionnant: c'est le roman de la Langue Française.

DOCUMENTATION GRATUITE

Écrivez pour recevoir une documentation complète illustrée sur le "Littré" réédité et les conditions de règlements échelonnés. Envoyez ce bon aujourd'hui-même : EDITIONS DU CAP, 1, avenue de la Scala, MONTE-CARLO.

BON L. 155

pour une documentation
complète illustrée
sur la nouvelle
édition du Littré.

Nom _____ Prénom _____

No _____ Rue _____

Localité _____ Dépt _____

EDITIONS DU CAP - 1, AVENUE DE LA SCALA - MONTE-CARLO



le plat défendu
ça n'existe plus!

pour mieux digérer...
pastilles
Magnésie Bismurée!

Aussi agréable qu'un bonbon et si facile à prendre, la pastille Magnésie Bismurée ! Pas besoin de verre d'eau, elle se suce discrètement à la fin des repas. Si, après un excès de table, vos digestions sont pénibles, essayez les pastilles Magnésie Bismurée. Magnésie Bismurée en agissant sur l'excès d'acidité gastrique facilite votre digestion.

Magnésie Bismurée en vente dans toutes les Pharmacies, en pastilles (boîte normale ou boîte familiale encore plus économique) ou en poudre.

**PASTILLES
MAGNÉSIE
BISMURÉE**

Visa 1463 - GP - 1098



SYNTHÈSE 170-10

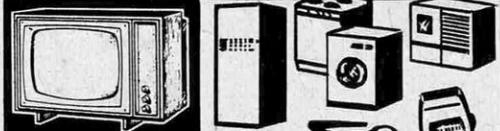
Tout le monde le sait chez **RADIO J. S.** c'est
TOUJOURS MIEUX et MOINS CHER



Tous les **PIUX** indiqués sont
NET toutes taxes comprises



REMINGTON monarch 395 F
OLIVETTI lettera 32 395 F



DOCUMENTATION GRATUITE sur demande

RADIO J. S.

Maison de confiance fondée en 1933
107-109, rue des HAIES
PARIS XX^e tél : PYR. 27-10
(4 lignes groupées)

Métro : Maraîchers - Autobus 26 : arrêt Orteaux
MAGASINS OUVERTS du LUNDI au SAMEDI inclus
de 9 h à 12 h et de 14 h à 19 h

SERVICE après-vente
FOURNISSEUR Officiel des Administrations et Coopératives

UNE RÉPUTATION
mondiale

Contrôleurs **MEIRIX 460**
10.000Ω/V

• Intensités : de 0 à 1.5 A continu et alternatif
• Tensions : de 0 à 750 V continu et alternatif
• Résistances : de 0 à 2 MΩ
Et il tient dans la poche !

QUALITÉ
MEIRIX
PRÉCISION - SÉCURITÉ
ROBUSTESSE

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE MÉTROLOGIE
B.P. 30 - ANNECY - FRANCE - TEL 45-46-00

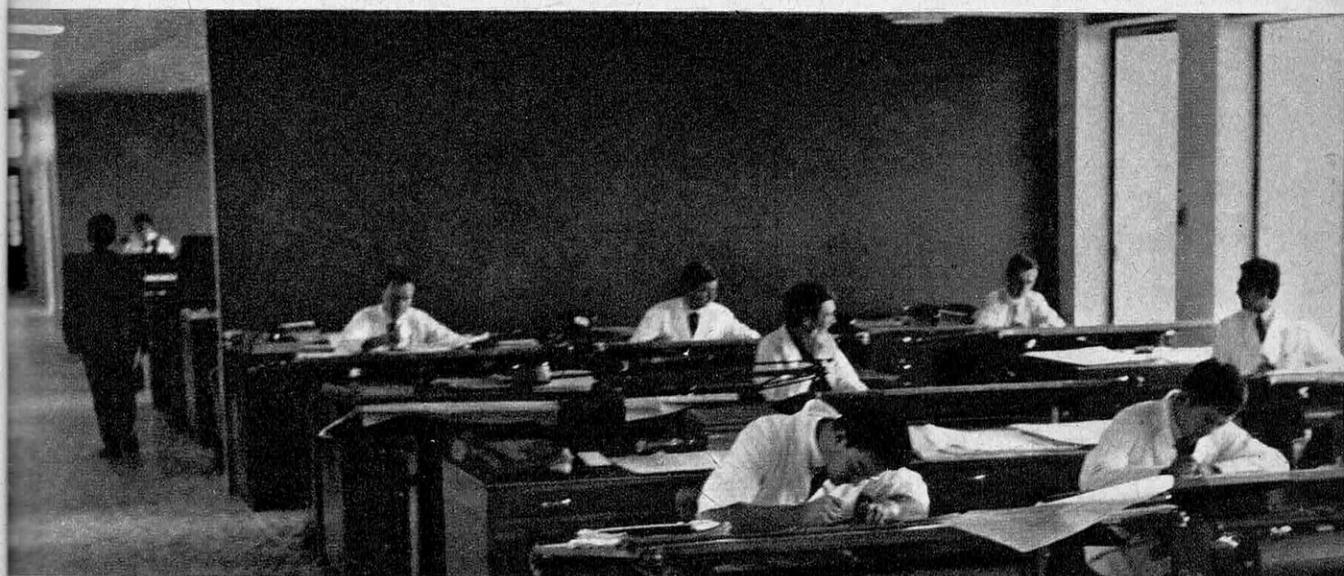
LA PLUS FORTE PRODUCTION ET EXPORTATION FRANÇAISE
BUREAUX DE PARIS : 58 AVENUE ÉMILE-ZOLA - XV^e BLD 63-26

AUTRES FABRICATIONS MÉTRIX

- Contrôleurs Universels
- Voltmètres Electroniques
- Ponts d'impédances
- Lampemètres
- Transistormètres
- Générateurs BF - HF - VHF
- Wobulateurs TV - Mires
- Oscilloscopes
- Méghommètres
- Electropinces

Les dessinateurs
et projeteurs
de

IBM
FRANCE



... travaillent
sur des PAPIERS "marqués"

CANSON

car :

- Calque supérieur CANSON, blanc
- Calque CANSON millimétré
- Dessin CANSON millimétré
- Lavis technique CANSON, blanc

IBM
FRANCE

ne se sert, comme toute
grande industrie que
de matières premières
de HAUTE QUALITÉ,
tels que des supports fabriqués par



MARQUE INTERNATIONALE DÉPOSÉE

Sur simple demande, colis documentaire "CANSON INDUSTRIEL", gratuit et franco
« LES PAPIERS CANSON » — VIDALON-LES-ANNONAY (Ardèche)

Tous les Membres d'un Orchestre Symphonique seront
chez vous ce soir...

TELÉ - HAUSSMANN

renier Natkin

vous offrent à partir de

1 600 Francs

une Chaîne Haute Fidélité de grand standing sélectionnée parmi les plus grandes marques mondiales que vous écoutez dans l'auditorium le plus merveilleux de PARIS.

•

UN NOM :

**TELÉ HAUSSMANN
GRENIER NATKIN**

UNE ADRESSE :

7, Bld Haussmann - PARIS
TÉL. : TAI 73-45

VOUS AUREZ VOTRE

situation assurée

QUELLE QUE SOIT
VOTRE INSTRUCTION
préparez un

DIPLOME D'ETAT

C.A.P. B.E.I. - B.P. - B.T.
INGENIEUR

avec l'aide du
PLUS IMPORTANT
CENTRE EUROPEEN
DE FORMATION
TECHNIQUE

PAR CORRESPONDANCE

Méthode
révolutionnaire (brevetée)
Facilités : Alloc. familiales,
Stages pratiques gratuits
dans des Laboratoires
ultra-modernes, etc...

NOMBREUSES REFERENCES
d'anciens élèves et des
plus importantes entrep-
ises nationales et privées

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE

A. 1 à :

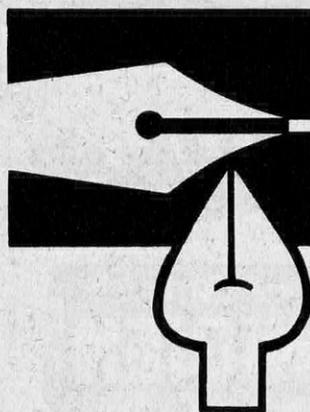


**ECOLE TECHNIQUE
MOYENNE ET SUPERIEURE**

36, rue Etienne-Marcel - Paris 2^e

Pour nos élèves belges :

BRUXELLES : 22, Av. Huart-Hamoir - CHARLEROI : 64, Bd. Joseph II



APPRENEZ LA GRAPHOLOGIE

Pour votre plaisir ou pour gagner de l'argent

De nombreuses personnes ont trouvé dans la graphologie une activité tout à fait excitante et très rémunératrice. C'est d'abord un amusement : qu'y a-t-il de plus attrayant que de connaître à fond ses amis, ses parents, ses associés ? Ce peut être enfin un métier passionnant, riche en débouchés, qu'on peut exercer chez soi à moments perdus.

La graphologie n'est pas un mythe C'EST UNE SCIENCE

Etre graphologue ne signifie pas "dire la bonne aventure". La graphologie repose sur des bases scientifiques sérieuses ; c'est ainsi que les chefs d'entreprises y ont recours pour choisir leur personnel ; les mères de famille pour tester leurs enfants ; les médecins pour mieux diagnostiquer les faiblesses de leurs malades ; les policiers pour faciliter leurs enquêtes ; les éducateurs, psychologues, ecclésiastiques pour orienter leurs élèves.



La graphologie... un métier QUI PAYE

Seul dans votre living-room et sans contrainte, vous pouvez analyser les écritures pour des industriels, des collectivités, des administrations. Les clients ne sont pas rares et acceptent de payer de 20 à 50 NF par analyse sérieusement réalisée et nous vous aiderons à trouver des débouchés. La graphologie peut être votre gagne-pain principal ou une activité annexe exercée en dehors de votre travail habituel. Principale ou secondaire, elle vous apportera plus d'argent que vous ne pensez et par dessus le marché la considération de votre entourage.

NOUS VOUS OFFRONS GRATUITEMENT LA PREMIÈRE LEÇON

Grâce aux enseignements de l'International Psycho Service, 277, rue St-Honoré, Paris, apprenez la graphologie, soit pour votre plaisir, soit pour en tirer profit. C'est simple, à la portée de tous et vous n'aurez à y consacrer que quelques heures par semaine. Nous vous proposons de vous adresser absolument gratuitement la première leçon d'essai ; si vous sentez que vous mordez à la graphologie, nous savons que vous persévererez comme 98% des personnes qui nous ont déjà fait confiance.

Hâtez-vous de remplir le bon ci-dessous. C'est gratuit !



De Melle Rouvier à
Marseille : "Merci de
m'avoir aidée, je suis
fonctionnaire et je
gagne 60.000 frs par
mois en dehors de mes
heures de travail, grâce
à la graphologie."

BON GRATUIT SC 2

Je désire recevoir gratuitement et sans engagement de
ma part la 1^e leçon de votre cours. Ci-joint 4 timbres
pour frais d'envoi.

Nom : _____

Adresse : _____

Comme 121 500 personnes avant vous...

APPRENEZ L'ANGLAIS OU L'ALLEMAND EN LISANT 3 ROMANS

Une nouvelle méthode révolutionne l'étude des langues : l'anglais, l'allemand s'apprennent sans grammaire ni dictionnaire, rien qu'en lisant des récits captivants.

Pour tous ceux qui ont passé l'âge de l'école et qui n'ont ni le temps ni l'argent pour suivre des cours ou aller dans le pays, voici la nouvelle et attrayante façon d'apprendre l'anglais ou l'allemand. Vous lisez 3 passionnantes romans d'aventures. Ils sont écrits dans la langue, mais vous comprenez dès la première ligne parce que chaque mot est traduit en marge, chaque difficulté expliquée. Empoigné par le récit, vous ne lâchez plus votre lecture et vous avancez irrésistiblement, rapidement et sans fatigue dans la connaissance de l'anglais (ou de l'allemand). Les mots sont judicieusement répétés jusqu'à ce qu'ils se gravent définitivement dans votre mémoire. Les difficultés sont graduées au fil du récit si bien que vous les assimilez progressivement sans même vous en rendre compte. Après le 3^e roman, vous parvenez à la maîtrise absolue de la langue dans toutes ses subtilités et vous possédez un vocabulaire complet de 8 000 mots.

Approuvé par les membres les plus éminents du Corps Enseignant, la Méthode des Romans a déjà appris les langues à plus de 100 000 personnes, comme en témoignent leurs lettres enthousiastes. Vous aussi, apprenez l'anglais ou l'allemand par plaisir et sans même vous en apercevoir en lisant les 3 Romans « Mentor ». Pour les recevoir à un prix spécialement avantageux, retournez aujourd'hui le bon ci-dessous aux Éditions « Mentor » (Bureau SC 19), 6, avenue Odette, Nogent-

sur-Marne (Seine), qui vous garantissent pleine satisfaction ou remboursement.

**Ils n'y croyaient pas.
Aujourd'hui,
voici ce qu'ils écrivent.**

« Je n'ai jamais trouvé un livre pareil pour apprendre l'anglais. » M. R. T..., Bordeaux.

« Je ne connais point d'ouvrages plus attrayants. Tout captive dans ces livres : gravures et textes. » Mlle S. M..., Bourges.

« Mes fils prétendent n'avoir jamais rien vu de mieux au sujet de la prononciation. » Mme G. Petit Vargas, Montauban.

« En l'espace de 8 jours, j'ai fait plus de progrès qu'en 2 mois avec la méthode X... » M. R. B..., Caen.

« J'avais essayé par tous les moyens d'apprendre l'anglais sans résultat depuis des années et voilà qu'avec vos « Mentor » je serai bientôt apte à parler. Cela tient du prodige. » Mlle C. H..., Nancy.

(Copies complètes de ces lettres à votre disposition sur simple demande.)

BON A DÉCOUPER

Je désire recevoir par retour du courrier :
△ Les 3 romans Mentor d'anglais : 59 F seulement;
△ Les 3 romans Mentor d'allemand : 45 F seulement;
△ Des extraits gratuits de
(ci-joint 4 timbres à 0,25 pour frais).

Nom _____

Rue N°

Ville Dép.

△ Envoi contre remboursement. (France seulement.)

△ Règlement aujourd'hui, par mandat, chèque bancaire ou virement postal au C.C.P. Paris 5474-35 (faire une croix dans la case choisie).

EDITIONS « MENTOR », Bureau SC 19
6, avenue Odette, Nogent-sur-Marne (Seine)

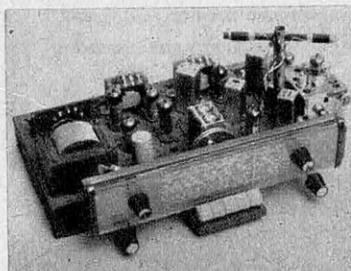
VOUS POUVEZ GAGNER
BEAUCOUP PLUS
EN APPRENANT
L'ÉLECTRONIQUE



**Nous vous offrons
un véritable laboratoire**

1 200 pièces et composants électroniques formant un magnifique ensemble expérimental sur châssis fonctionnels brevetés, spécialement conçus pour l'étude.

Tous les appareils construits par vous restent votre propriété : récepteurs AM-FM et stéréophonique, contrôleur universel, générateurs HF et BF, oscilloscope, etc.



MÉTHODE PROGRESSIVE

Votre valeur technique dépendra du cours que vous aurez suivi, or, depuis plus de 20 ans, l'Institut Electroradio a formé de nombreux spécialistes dans le monde entier. Faites comme eux : choisissez la **Méthode Progressive**, elle a fait ses preuves.

Vous recevrez une série d'envois de composants électroniques accompagnés de manuels clairs sur les expériences à réaliser et, de plus, 80 leçons (1 200 pages) envoyés à la cadence que vous choisirez.

Notre service technique est toujours à votre disposition gratuitement

ÉLECTRONICIEN N° 1

L'électronique est la clef du futur. Elle prend la première place dans toutes les activités humaines et de plus en plus le travail du technicien compétent est recherché.

Sans vous engager, nous vous offrons un cours facile et attrayant que vous suivrez chez vous.

Découpez (ou recopiez) et postez le bon ci-dessous pour recevoir GRATUITEMENT notre manuel de 32 pages en couleur sur la **MÉTHODE PROGRESSIVE**.



Veuillez m'envoyer votre manuel sur la **Méthode Progressive** pour apprendre l'électronique.

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Département _____

V

INSTITUT ELECTRORADIO

- 26, RUE BOILEAU, PARIS (XVI)

Un livre magistral

du docteur Hermann Paull

LA FEMME

un guide discret qui explique pour tous

- La physiologie intime
 - Le comportement féminin
 - Anatomie, organes et mécanisme de la reproduction
 - Lois de l'hérédité
 - Hymen, fécondation, grossesse, accouchement
 - Périodes de la fécondation, préventions
 - Bases de l'union, le désir, le mariage et l'amour libre
 - Le nouveau-né, l'enfant, la puberté, l'éducation
 - L'hygiène de la ménopause, etc., etc.
- 308 pages — 120 illustrations — 10 planches en couleurs — 2 modèles transparents en couleurs, plastiques, superposables montrent en profondeur les détails des organes du corps féminin.

Sans choquer et sans fausse pudeur, tout y est dit clairement, sans rien laisser dans l'ombre.



COMMANDÉZ-LE DÈS MAINTENANT

Cet ouvrage est essentiel

- Pour la femme, comme épouse et comme mère.
- Pour la jeune fille pour connaître la nature de son corps, ses joies et ses dangers.
- Pour l'homme pour savoir tout sur le corps féminin.
- Pour les couples en leur enseignant l'harmonie partagée.

ASSOCIATION EUROPÉENNE D'ÉDITION

71 bis, rue de Vaugirard, PARIS 6^e

SER 65

Je commande exemplaire, livrable tout de suite : **LA FEMME**, au prix de 36 francs payable dix jours après livraison, port en plus (2,50 F)

Date Signature

M., Mme, Mlle

Adresse exacte

intégralement télécommandé

autoMALIK

304

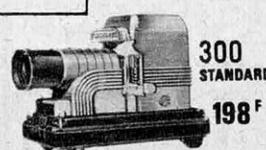
- Ambisecteur 110x220 V
- Objectif VARIMALIK 85/135
- Ventilation par turbine jusqu'à lampe 500 W
- Prise de synchronisation magnétique
- Editor pour repositionnement d'une vue en cours de projection
- Utilise plusieurs types de paniers-classeurs

480 F + lampe



PUBLICITÉ-PHOT

MALIK



CONSTRUIT PAR L'USINE **MALIK** DE LIBOURNE (LA PLUS FORTE PRODUCTION DANS LA SPÉCIALITÉ) L'**AUTOMALIK 304** BÉNÉFICIE DE L'**EXPÉRIENCE TOTALE MALIK**. IL EST, EN TOUS POINTS, DIGNE DE SES AÎNÉS QUI POURSUVENT LEUR TRIOMPHALE CARRIÈRE.

CHEZ TOUS LES CONCESSIONNAIRES AGRÉÉS

Apprenez la comptabilité

grâce aux préparations
par CORRESPONDANCE de
L'ÉCOLE UNIVERSELLE

DIPLOMES D'ÉTAT

- Certificat d'aptitude professionnelle
- Brevet professionnel
- Brevet de technicien supérieur de la comptabilité et gestion d'entreprise

tous les Diplômes supérieurs de la comptabilité et l'EXPERTISE. Les fonctions de comptable agréé et d'expert comptable vous assurent l'indépendance et une situation libérale.

L'ÉCOLE UNIVERSELLE vous offre aussi ses
PRÉPARATIONS LIBRES

POUR DEVENIR sans aucun diplôme :

- | | |
|--------------------|------------------|
| Dactylo comptable, | Chef magasinier, |
| Teneur de livres, | Comptable, |
| Caissier, | Chef comptable. |

Techniciens éminents, méthodes entièrement nouvelles, exercices pratiques, corrections très développées, corrigés clairs et détaillés expliquent les

ILLIERS DE SUCCÈS aux C.A.P. et B.P.
avec
LES PLUS BRILLANTES MENTIONS

ENVOI
GRATUIT

ÉCOLE UNIVERSELLE
59, bd Exelmans, Paris (16^e)

E.C. : 966

NOM
ADRESSE



Th. A. Ribot, professeur de psychologie expérimentale à la Sorbonne, membre de l'Académie des sciences morales et politiques, auteur de nombreux livres sur la psychologie, est un précurseur dans tous les domaines qui touchent à la Mémoire. Les pratiques très nouvelles contenues dans la méthode du C.E.P. sont également inspirées du célèbre ouvrage de Ribot sur les Maladies de la Mémoire.



**Vous aussi...
pouvez acquérir
une mémoire
rayonnante**

Car la mémoire est incontestablement la plus spectaculaire des facultés... et aussi la plus payante, celle qui a présidé à la réussite de tous les grands personnages et de tous les hommes riches que vous ne pouvez vous empêcher d'admirer. Une méthode unique en son genre, inspirée de principes traditionnels (théories de Ribot) et d'éléments scientifiques récents, en réduisant l'émotivité, en remédiant aux troubles de la mémoire, en développant à bon escient certaines facultés innées, permet aujourd'hui à qui en éprouve le désir, de se créer une mémoire étonnante et remarquable par sa souplesse et son étendue.

Rapide et simple, cette méthode conçue par le Centre d'Etudes Psychologiques est à la portée d'un enfant de 14 ans. Beaucoup d'étudiants d'ailleurs lui doivent leur réussite aux examens.

Une passionnante documentation vous sera envoyée sur demande par le C.E.P. (serv. K.M. 14) 29, avenue St-Laurent, à Nice.

LES MATH SANS PEINE



Les mathématiques sont la clef du succès pour tous ceux qui préparent ou exercent une profession moderne.

Initiez-vous, chez vous, par une méthode absolument neuve et attrayante d'assimilation facile, recommandée aux réfractaires des mathématiques.

**Résultats rapides
garantis**

**COURS SPÉCIAL DE MATHÉMATIQUES
APPLIQUÉES A L'ÉLECTRONIQUE**

AUTRES PRÉPARATIONS

Cours spéciaux accélérés de 4^e, 3^e et 2^e
Mathématique des Ensembles (seconde)

ÉCOLE DES TECHNIQUES NOUVELLES
20, RUE DE L'ESPÉRANCE, PARIS (13^e)

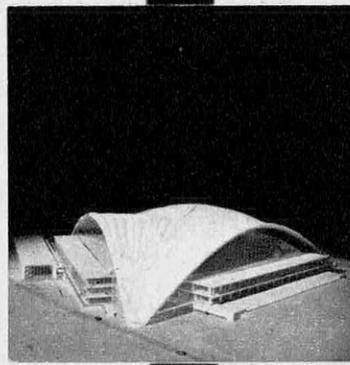
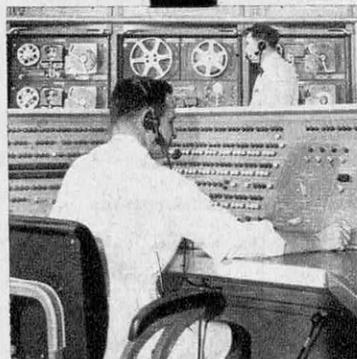
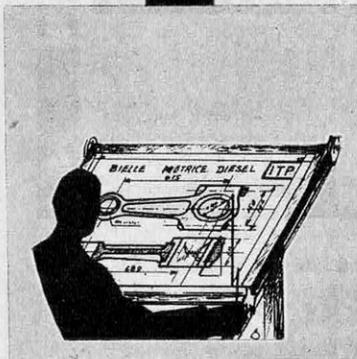
Dès AUJOURD'HUI, envoyez-nous ce coupon ou recopiez-le
Veuillez m'envoyer sans frais et sans engagement
pour moi, votre notice explicative n° 106 concernant
les mathématiques.

COUPON
Nom : Ville :
Rue : N° : Dépt :

jeunes gens

TECHNICIENS

PUBLICITE



NOS RÉFÉRENCES :

- Électricité de France
- Ministère des Forces Armées
- Cie Thomson-Houston
- Commissariat à l'Energie Atomique
- Alsthom
- La Radiotéchnique
- Lorraine-Escaut
- Burroughs
- B.N.C.I.
- S.N.C.F.

etc...

« l'Ecole des Cadres de l'Industrie, Institut Technique Professionnel, est l'une des plus sérieuses des Écoles par Correspondance. C'est pourquoi je lui ai apporté mon entière collaboration, sûr de servir ainsi tous les Jeunes et les Techniciens qui veulent « faire leur chemin » par le Savoir et le Vouloir. »

Maurice DENIS-PAPIN

Ingénieur-expert I.E.G. Officier de l'Instruction Publique;
Directeur des Études de l'Institut Technique Professionnel.

Vous qui voulez gravir plus vite les échelons et accéder aux emplois supérieurs de maîtrise et de direction, demandez, sans engagement, l'un des programmes ci-dessous en précisant le numéro. Joindre deux timbres pour frais.

N° 00 **TECHNICIEN FRIGORISTE**

Étude théorique et pratique de tous les appareils ménagers et industriels (systèmes à compresseur et à absorption), électriques, à gaz et dérivés.

N° 01 **DESSIN INDUSTRIEL**

Préparation à tous les C.A.P. et au Brevet Professionnel des Industries Mécaniques. Cours de tous degrés de Dessinateur-Calqueur à Chef d'Études. Préparation au Baccalauréat Technique.

N° 0EA **ÉNERGIE ATOMIQUE**

Cours d'Ingénieur en Énergie atomique.

N° 0ELN **ÉLECTRONIQUE**

Cours d'Agent Technique et d'Ingénieur spécialisé.

N° 02 **SEMI-CONDUCTEURS ET TRANSISTORS**

Détection, Amplification et Applications industrielles.

N° 03 **ÉLECTRICITÉ**

Préparation au C.A.P. de Monteure-Électricien. Formation de Chef Monteure-Électricien et d'Agent Technique Électricien.

N° 04 **AUTOMOBILE**

Cours de Chef Electro-Mécanicien et d'Agent Technique, Préparation à toutes les carrières de l'Automobile (S.N.C.F.-P.T.T.-Armée).

N° 05 **DIESEL**

Cours de Technicien et d'Agent Technique spécialisé en moteurs Diesel. Étude des particularités techniques et de fonctionnement des moteurs Diesel de tous types (Stationnaires-Traction-Marine-Utilisation aux Colonies).

N° 06 **CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES**

Étude de la Statique Graphique et de la Résistance des Matériaux appliquée aux constructions métalliques. Calculs et tracés des fermes, charpentes, ponts, pylônes, etc. Préparation de Dessinateur spécialisé en Constructions Métalliques.

N° 07 **CHAUFFAGE ET VENTILATION**

Cours de Technicien spécialisé et Dessinateur d'Études. Cours s'adressant aussi aux Industriels et Artisans désirant mener eux-mêmes à bien les études des installations qui leur sont confiées.

N° 08 **BÉTON ARMÉ**

Préparation technique de Dessinateur et Calculateur en Béton Armé. — Formation de Dessinateur d'Étude (Brevet Professionnel de dessinateur en Béton Armé). — Formation d'Ingénieurs en B.A.

N° 09 **INGÉNIEURS SPÉCIALISÉS** (Enseignement supérieur)

a) Mécanique Générale — b) Constructions Métalliques — c) Automobile — d) Moteurs Diesel — e) Chauffage Ventilation — f) Électricité — g) Froid — h) Béton Armé — i) Énergie Atomique — j) Électronique. **Préciser la spécialité choisie.**

Vous trouverez page 16 de cette revue les programmes détaillés des cours « d'ÉLECTRONIQUE et d'ÉNERGIE ATOMIQUE ».

INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL

Ecole des Cadres de l'Industrie

69, rue de Chabrol, Bâtiment A - PARIS X^e

pour la Belgique: I.T.P. Centre Administratif, 5, Bellevue, WEPION

Puisque l'électronique vous intéresse...

Rien d'aussi complet, d'aussi clair
et précis n'avait été fait jusqu'à ce jour

Connaissez-vous ce NOUVEAU COURS
SEMI-CONDUCTEURS
et TRANSISTORS

La documentation sur cette étude par correspondance est adressée sur demande, sans engagement.
INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL
Service A 1 , 69, Rue de Chabrol, PARIS (10^e)
PRO. 81.14
Joindre 2 timbres

RB

VOICI LA VÉRITÉ... TOUTE LA VÉRITÉ
LE MIRACLE EST-IL POSSIBLE EN MATIÈRE DE CALVITIE?

Au stade des connaissances actuelles, il est difficile de recouvrir un crâne complètement chauve d'une chevelure abondante. Cependant, de nouvelles compositions à base de protéine sont en mesure de faire repousser, dans certains cas, des duvets, puis des cheveux sur des plaques dénudées, (en particulier lorsque la disparition des cheveux a été provoquée par une maladie infectieuse) et de résoudre avec succès la plupart des affections capillaires.

POURQUOI LA PROTÉINE ?

L'effet bénéfique de la protéine a été découvert il y a trois ans à la suite d'une constatation : certaines populations d'Orient, nourries au soja, riche en protéines, ignorent et ont toujours ignoré la calvitie. De là est né, après quelques mois de recherches en laboratoire, le Protéovit, composition à base de protéine germinative qui remédié, de façon souvent très spectaculaire, à la majorité des déficiences capillaires.

COMMENT AGIT LE PROTÉOVIT ?

Son efficacité est approximativement identique pour les cas masculins et féminins :

- ★ arrêt rapide de la chute.
- ★ épaisseissement chez les femmes des cheveux clairsemés.
- ★ suppression des démangeaisons.
- ★ formation de nouveaux cheveux en particulier dans les cas de séborrhée en plaques.
- ★ disparition des pellicules.
- ★ apparition de duvets qui se fortifient au fur et à mesure des applications.
- ★ amélioration très nette du cheveu qui devient soyeux et souple.

VOUS POUVEZ EXPÉRIMENTER PROTÉOVIT SANS LE MOINDRE RISQUE...

car les Laboratoires de Cosmétologie Scientifique s'engagent formellement à vous rembourser, au bout de 20 jours, si vous n'avez pas obtenu les résultats promis.

Protéovit ne peut pas accomplir de miracle, mais a la prétention d'être un traitement sérieux, puissant, scientifique, expérimenté depuis deux ans sur des milliers de sujets et pouvant prouver un fort pourcentage de succès. Découpez ce coupon, ce qui ne vous engage à rien.

BON D'ESSAI SANS RISQUE

Veuillez m'adresser votre documentation ainsi que votre bon d'essai avec garantie de remboursement.

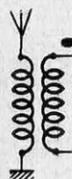
NOM

ADRESSE

A envoyer aux Laboratoires de Cosmétologie Scientifique
(Dpt. 1 E), 20, avenue de Circourt, LA CELLE-SAINT-CLOUD
Joindre 3 timbres — Etranger 3 coupons-réponse.

LA RADIO?

par E. AISBERG



... mais c'est très simple !

... c'est le titre d'un livre extraordinaire ! Le plus grand succès de l'édition technique française : plus de 360 000 exemplaires déjà vendus en France; 27 éditions successives; traduit en 10 langues dont le russe (tiré à 200 000 exemplaires).

Ce livre, écrit par un technicien réputé, E. Aisberg, s'adresse aux débutants de tout âge qui désirent apprendre la technique radio. Sa lecture ne nécessite aucune connaissance préalable. — Un volume de 184 pages avec de très nombreuses illustrations. Prix : 7,50 F (+ t. 1.); franco : 8,30 F.

Du même auteur :

★ **LA TELEVISION ? ... Mais c'est très simple !** — 168 pages; prix : 7,50 F (+ t. 1.); franco : 8,30 F.

★ **LE TRANSISTOR ? ... Mais c'est très simple !** — 148 pages; prix : 12 F (+ t. 1.); franco : 13,50 F.

En vente dans les principales librairies

Envoi contre remboursement (supplément 2 F) ■ **EDITIONS RADIO**, 9, rue Jacob, Paris 6^e - C.C.P. 1164-34

APPRENEZ L'ANGLAIS

L'ALLEMAND - L'ITALIEN
L'ESPAGNOL - Le RUSSE
L'ARABE - L'ESPÉRANTO

L'ÉCOLE UNIVERSELLE vous propose une méthode simple et facile que vous pourrez suivre chez vous

PAR CORRESPONDANCE

et grâce à laquelle vous possédez rapidement un vocabulaire usuel. En peu de mois vous serez capable de soutenir une conversation courante, de lire des journaux, d'écrire des lettres simples.

LA CONNAISSANCE DES LANGUES ÉTRANGÈRES CHANGERÀ VOTRE VIE.

- Utiles dans votre travail
- Indispensables pour vos voyages à l'étranger
- Agréables dans vos relations.

Notre méthode de prononciation figurée, originale et simple est la seule grâce à laquelle, dès le début de vos études, vous pourrez parler avec la certitude d'être compris.

57 ANS DE SUCCÈS DANS LE MONDE ENTIER

ENVOI
GRATUIT

A découper ou à recopier
ÉCOLE UNIVERSELLE

59, bd Exelmans, Paris (16^e)

Veuillez me faire parvenir votre brochure gratuite

LV. 521

NOM

ADRESSE

Une découverte qui doit révolutionner les méthodes d'enseignement traditionnelles

calculez plus vite qu'une machine sans poser les opérations

N'importe qui, à condition de savoir additionner et multiplier deux nombres d'un seul chiffre ($1 + 2 = 3$, $7 + 9 = 16$, $3 \times 2 = 6$, $8 \times 9 = 72$) est en mesure d'effectuer en un temps record n'importe quelle addition ou multiplication. C'est ainsi qu'en 20 secondes exactement, plus vite que la machine à calculer la plus perfectionnée, vous pourrez multiplier 2 793 325 par 798, sans poser la multiplication et sans aucun risque d'erreur.

Ce nouveau système vous confère une véritable supériorité

Si, pour certains, le système reste un jeu révolutionnaire pour épater les amis, il se relève d'une utilité remarquable pour tous ceux qui, de par leur activité, sont habitués à manier les chiffres (comptables, chef d'entreprises, savants, statisticiens, étudiants, etc., etc.) et aussi pour les enfants qui, très vite, deviendront à l'école les plus forts en arithmétique.

Simplicité... Commodité

Aucune connaissance spéciale n'est requise. Répétons-le, il s'agit de savoir additionner et multiplier deux nombres d'un chiffre ; c'est à la portée d'un enfant de 6 ans. La méthode complète est adressée par retour, au prix de 19,50 F franco.

Garantie

L'inventeur est tellement sûr de la simplicité et de l'efficacité de sa méthode qu'il s'engage à vous rembourser votre argent, sans discussion, dans les 10 jours après réception, si elle se révèle pour vous compliquée ou inapplicable.

BON D'ESSAI GARANTI N° 3

à envoyer à M. V. BOESE
à CLAZAY par BRESSUIRE (Deux-Sèvres)
Veuillez m'adresser votre méthode au prix de 19,50 F que je vous envoie :
par chèque
par mandat-lettre
en espèces, par lettre recommandée
ou contre remboursement (21 F)

Nom

Adresse

RÉGICO CONSEILS

personnalisez
votre confort



Bibliothèques, bar, secrétaires, vitrines, discothèques, éléments à tiroirs, seront disposés à votre gré suivant vos besoins de luxe et de confort.

MD

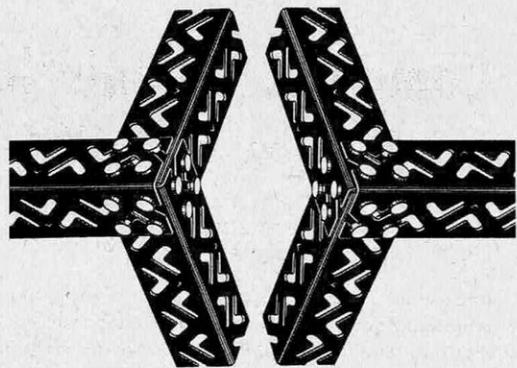
Seul MD, mobilier de luxe par éléments, vous assure un confort à vos mesures, qui s'allie harmonieusement à la beauté de l'ensemble que vous aurez vous-même composé. MD, meuble par éléments, est intégralement extensible, divisible, transformable.



PRIMOTECHNIC

Bon pour une documentation complète
Veuillez m'adresser gratuitement
votre plaquette de luxe. SV15
Nom : _____
Adresse : _____

MD Paris - 254, Bd St-Germain (7^e) Tél. 222 18-40
MD Lille - 75, Bd de la Liberté Tél. 54-73-28
MD Bruxelles - 1^{er} étage, rue d'Arenberg Tél. 11-87-56



Construire avec « CHEVRON »

Construisez vous-mêmes à l'aide des cornières perforées « CHEVRON » suivant vos besoins: Rayonnages, établis, chariots, tables, échelles, casiers, transporteurs à rouleaux, etc.

LA CORNIERE CHEVRON

30, rue Galilée, Paris 16^e, Téléphone : 704.27.00
C 20.64

CONSTRUISEZ
VOTRE
TRANSISTOR
EN
“ KIT ”



124, Bd MAGENTA - PARIS 10^e
TEL. : 878-53-11

EUROKIT BELGIQUE :
M. IVENS - 27, RUE DU VAL BENOIT -
LIÈGE

RÉGLEMENT A VOTRE CHOIX : A LA COMMANDE,
MANDAT, CHEQUE, C.C.P. PARIS 19.800-82 OU
CONTRE REMBOURSEMENT.

Comment obtenir la mémoire parfaite

dont vous avez besoin

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 questions de 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 des résultats stupéfiants. 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.

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 le nom des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), la place où vous rangez les choses, les chiffres, les tarifs, etc.

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 d'assimiler, de façon définitive et dans un temps record, des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de sciences, 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 « Comment acquérir une mémoire prodigieuse ». Il vous suffit d'envoyer votre nom et votre adresse à : Service 4 M, Centre d'Études, 3, rue Ruhmkorff, Paris (17^e). Il sera envoyé gratuitement à tous ceux de nos lecteurs qui ressentent la nécessité d'avoir une mémoire précise et fidèle.

J. PETERS



L'ORIENTATION NUPTIALE

est la seule méthode au monde qui permette à l'homme moderne de découvrir scientifiquement la femme de ses rêves, de se marier dans une indépendance et une liberté absolues, de bénéficier d'une sécurité totale en évitant les risques habituels d'incompatibilité d'humeur.

75 articles de Presse en France et à l'Étranger, 12 émissions de Radio dans le monde, 2 de Télévision, 1 Film, 1 Roman ont déjà informé le public depuis 15 ans de cette remarquable application des travaux de C.G. JUNG, qui constitue sans doute le progrès le plus extraordinaire de tous les temps dans le domaine du mariage.

1^{er} ENVOI GRATUIT

A découper ou recopier



Veuillez me faire parvenir gratuitement, discrètement et sans engagement, votre premier envoi sur L'Orientation Nuptiale.

M. Mme Mlle _____

Prénom : _____ Age : _____

Adresse : _____

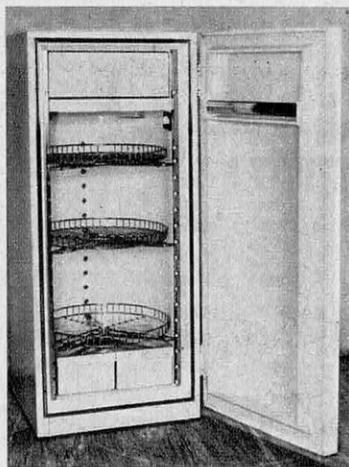
Joindre trois timbres pour l'envoi.

L'Institut d'Orientation Nuptiale (SV. 58)
94, rue St-Lazare - PARIS

COURRIER DES ANNONCEURS

Un réfrigérateur à clayettes tournantes

La Société Adam-Helvétia présentait aux Arts Ménagers 1964 son nouveau modèle « Frigira » 400 litres. Cette année, un « Frigira » 270 litres



sera présenté. Comme le 400 litres, il est équipé de clayettes tournantes pouvant être placées à n'importe quelle hauteur grâce à un jeu de crémaillères, sans axe central, permettant l'accès direct à la denrée choisie.

En haut : grand freezer. En bas : deux bacs à légumes. Production : S.C.M. à Châtelerault.

Distribution : Sté Adam-Helvétia, 2, bd St-Martin, Paris (10^e). BOL. 71-79.

Des collections bibliovisuelles

Les Éditions Rencontre, dont le siège central est à Lausanne (adresse parisienne : 4, rue Madame), ont lancé récemment une collection bibliovisuelle d'une grande originalité et d'une présentation extrêmement soignée. Il s'agit d'ouvrages, tous rédigés par des spécialistes connus, et comprenant, en plus d'une introduction générale au sujet traité,

té, un commentaire sur chacune des 36 diapositives qui accompagnent le volume. Le texte et les diapositives sont présentés dans une belle reliure qui contient neuf bandes passées de quatre photos couleurs chacune. Pour la projection, l'éditeur offre un appareil ingénieux et aux propriétés optiques excellentes. Les titres dès à présent offerts au public comprennent des albums sur les Grandes Civilisations (Égypte, Judée, Iran, Chine, Japon, Grèce, Rome, etc.), les livres « Images du Monde » et les « Grandes Époques de la Peinture », ainsi qu'une série scientifique : Aéronautique, Astronautique, Astronomie, etc. Cette collection doit se poursuivre avec d'autres ouvrages d'un grand intérêt.

Prix du Centenaire du Crédit Lyonnais

Le Crédit Lyonnais a créé, à l'occasion de son Centenaire, un Prix annuel, qui sera décerné pendant dix ans, destiné à encourager la recherche scientifique et technique dont le rôle est déterminant pour l'essor industriel français.

En conséquence, il a mis, en 1964, la somme de 150 000 F à la disposition de l'Académie des Sciences afin qu'elle décerne ce Prix à l'auteur, dans le domaine des mathématiques, de la physique, de la chimie ou des sciences naturelles, soit d'une découverte offrant des perspectives concrètes d'applications industrielles, soit de travaux qui, prolongeant une découverte scientifique antérieure, rendent possible son exploitation dans l'industrie.

Le prix est indivisible, mais il peut toutefois être attribué à un groupe de personnes ayant poursuivi en commun les recherches et pouvant, de ce fait, en être considérées comme les co-auteurs.

Dans cet esprit, l'Académie des Sciences a décerné cette année, et pour la première fois, le Prix du Centenaire du Crédit Lyonnais à l'équipe qui a conçu et dirigé la construction de « Caravelle » :

M. Pierre Satre, directeur technique de Sud-Aviation : 70 000 F.

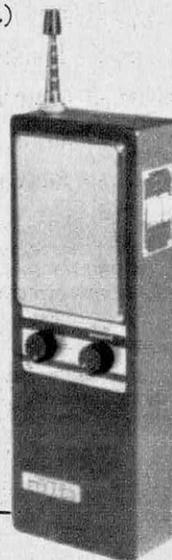
M. Louis Giusta, directeur général de Sud-Aviation : 30 000 F.

M. Pierre Nadot, ancien chef des services d'essais en vol de Sud-Aviation : 30 000 F.

Et les héritiers de M. André Vautier, ancien directeur technique de Sud-Aviation : 20 000 F.

Un émetteur-récepteur FM

Les émetteurs-récepteurs FMC 6 M sont des matériaux portatifs autonomes. Ils sont destinés à assurer dans de bonnes conditions des liaisons bilatérales de plusieurs kilomètres. Ils comportent 18 transistors et 5 diodes au silicium, présentent une puissance d'émission de 50 mW, émettent sur la bande des 27 mc/s et sont alimentés par une batterie 12 V. Dimensions : 23,5 × 8,5 × 4,5 cm. Poids : 1 kg environ. (Création M.T.B., 60, rue de l'Est, Boulogne-sur-Seine.)



TECHNICIEN D'ELITE... BRILLANT AVENIR...

... par les cours progressifs par correspondance
ADAPTÉS A TOUS NIVEAUX D'INSTRUCTION :
ÉLÉMENTAIRE, MOYEN, SUPÉRIEUR.

Formation - Perfectionnement - Spécialisation

Préparation aux diplômes d'Etat : **CAP-BP-BT**, etc. Orientation professionnelle - Placement.

AVIATION

- ★ Pilote (tous degrés) - Professionnel - Vol aux instruments
- ★ Instructeur-Pilote ★ Brevet Élémentaire des Sports Aériens
- ★ Concours Armée de l'Air ★ Mécanicien et Technicien
- ★ Agent technique - Sous-Ingénieur ★ Ingénieur

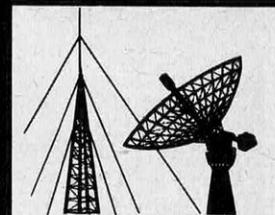
Pratique au sol et en vol au sein des aéro-clubs régionaux



RADIO-TV-ELECTRONIQUE

- ★ Radio Technicien (Monteur, Chef-Monteur, dépanneur-aligneur, metteur au point)
- ★ Agent technique et Sous-Ingénieur
- ★ Ingénieur Radio-Electronicien

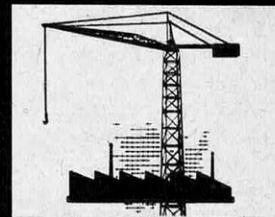
TRAVAUX PRATIQUES. Matériel d'études. Stages



DESSIN INDUSTRIEL (avec nouvelles normes)

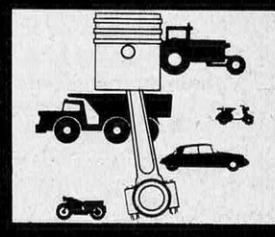
- ★ Calqueur-Détaillant ★ Exécution
- ★ Études et projeteur - Chef d'études
- ★ Technicien de bureaux d'études

Tous nos cours sont conformes aux nouvelles conventions normalisées. (AFNOR)



AUTOMOBILE

- ★ Mécanicien - Électricien
- ★ Dieseliste et Motoriste
- ★ Agent technique et Sous-Ingénieur
- ★ Ingénieur en Automobile



*sans engagement, demandez la documentation gratuite AB 31
en spécifiant la section choisie (joindre 3 timbres pour frais)
à INFRA, 24, rue Jean-Mermoz - Paris 8^e*

INFRA

L'ÉCOLE PRATIQUE POLYTECHNIQUE
DES TECHNICIENS ET CADRES

24, RUE JEAN-MERMOZ • PARIS 8^e • BAL 74-65

Métro Saint-Philippe du Roule et F.D. Roosevelt

BON (à découper ou à recopier)

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite AB 31 (ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi).

Section choisie

NOM

ADRESSE





**Si vous ne pensez pas avoir besoin de lunettes de soleil Polaroid,
vous avez peut-être tort. Bien tort !**

La réverbération sur les pentes peut vous jouer des tours. Vous fatiguer les yeux. Cacher les creux. Diminuer votre agilité. Les lunettes de soleil Polaroid mettent en œuvre un principe d'optique original qui **efface vraiment la réverbération**.

Les lentilles polarisantes contiennent une grille verticale invisible. La lumière réfléchie par la neige vibre horizontalement et ne peut passer. La réverbération disparue, vos yeux ne reçoivent que la lumière utile.

Votre vue se repose, votre **perception visuelle devient plus sûre** parce qu'elle est vraiment **bien plus étendue**.

En vérifiant vos skis, vos bottes, vos bâtons, vérifiez aussi vos lunettes de soleil. Demandez à votre opticien, les lunettes de soleil Polaroid, légères ... si légères que vous pouvez fort bien oublier leur présence.



Aucune paire de lunettes de soleil ordinaires n'élimine les réverbérations comme les **lunettes de soleil Polaroid**.

science **flash**

par Georges Dupont

De l'usage des télécommunications

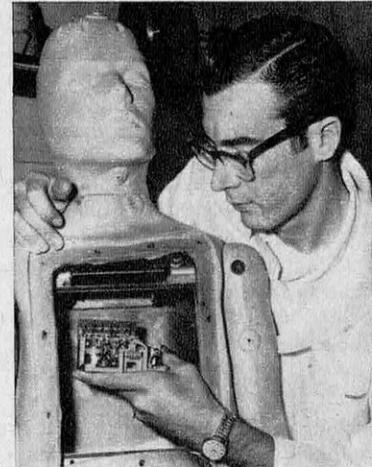
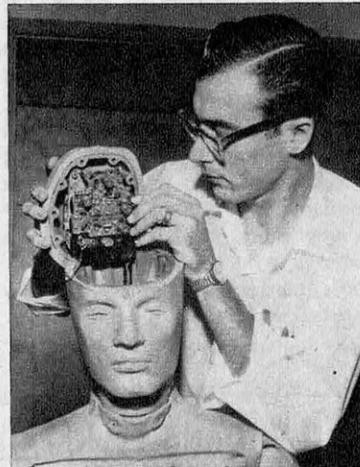
Le soldat danois Jens Hansen, opérateur-radio, a comparu devant un tribunal militaire pour avoir, lors de manœuvres de l'O.T.A.N., transmis en code, à partir du puissant émetteur dont il avait la charge, des extraits du livre d'Henry Miller, « Tropique du Cancer ». Cette littérature pornographique fut captée par les récepteurs de l'O.T.A.N. dans toute l'Europe occidentale (et sans doute par les postes d'écoute soviétiques).

Par ailleurs, le fameux téléphone « chaud » (en fait un télécrypteur imprimant en deux langues) qui relie la Maison Blanche au Kremlin, n'a pas, jusqu'ici, enregistré de conversations d'une haute portée diplomatique. Le bon fonctionnement de la ligne est testé quotidiennement. De son côté, l'opérateur russe envoie des descriptions lyriques de couchers de soleil moscovites ou lit des passages de Turgeniev. L'Américain transmet les derniers résultats de baseball.

Les États-Unis et l'U.R.S.S. viennent d'autre part de conclure un accord établissant une ligne de communication spéciale entre Washington et Moscou, pour l'échange de données météorologiques. Encore des conversations en l'air ?

La pilule dentifrice

La compagnie américaine Lever Brothers expérimente actuellement une pilule anti-caries qui remplacerait éventuellement la traditionnelle brosse à dents et faciliterait beaucoup la corvée d'hygiène dentaire que les enfants imposent aux parents (on la fabrique aussi sous forme de sucette dentifrice).



CE ROBOT ENCAISSE LES FORCES G.

Andy a un cerveau et des entrailles électroniques. Ses organes constituent un système de censeurs et d'enregistreurs qui permettent aux spécialistes de médecine aéronautique de la NASA de mesurer les forces d'accélération et de décélération en vol auxquelles sont soumises les différentes parties du corps.

Le mur (humain) de la chaleur

Pour le physicien anglais John F. Fremlin, les dangers de la surpopulation du monde ne sont pas ceux que l'on cite couramment. Le problème de la nourriture, sur une Terre encombrée d'hommes, sera résolu par des mesures draconiennes : d'abord par l'extermination de tous les animaux sauvages terrestres, l'exploitation des terres vierges, la conversion de l'humanité au végétarisme et la récolte des nourritures végétales de la mer. En éliminant la faune marine au profit du plancton, on pourrait nourrir 3 000 milliards d'hommes, chiffre qui, selon le doublement actuel de la population tous les 37 ans, nous amène à l'année 2334. Ensuite, il faudra

mettre en œuvre d'énormes miroirs satellites, qui réfléchiront la lumière solaire vers les régions polaires, les réchaufferont et les rendront cultivables. L'humanité continuant à s'accroître, il faudra songer à synthétiser des aliments à partir de l'énergie, de la matière minérale et des produits de déchet. On en arrivera sans doute à « réutiliser » les cadavres humains. Mais le point de rupture (dans mille ans) viendra du fait de la redoutable chaleur créée par la foule humaine et ses machines. Soixante milliards de milliards d'hommes, vivant dans des gratte-ciel climatisés de 2 000 étages, chaufferont la surface terrestre au rouge. Avec une densité humaine de 120 au m², la démographie atteindra le mur de la chaleur.

Lysenko sur la sellette

Trofim Denisovitch Lysenko, le biologiste russe dont le nom est attaché aux théories génétiques sur la transmission des caractères acquis (rejetées par la génétique « occidentale » traditionnelle, celle de l'école Mendel et Morgan, qui veut que seules les mutations au niveau des cellules germinales soient transmissibles), avait été érigé par Staline en théoricien officiel de la biologie marxiste-léniniste. Son rôle scientifique fut moins éclatant sous Krouchtchev, mais ses théories, comme celles de Mitchourine, continuèrent de faire la loi en génétiques et inspirèrent les notions agricoles de Monsieur K (les conditions du milieu opéreraient des transformations du patrimoine héréditaire). Encore en 1963, un décret gouvernemental ordonnait aux savants de respecter la ligne lysenkiste dans leurs recherches. Mais les critiques commençaient à trouver du courage. Pour un certain nombre de savants (tels les Académiciens Sakharov, Efroimson et Shchepotyev), Krouchtchev limogé aurait dû entraîner Lysenko dans le sillage de sa disgrâce. La campagne contre Lysenko se fait virulente dans les milieux scientifiques, où l'on considère que les thèses officielles ont nui au progrès de la science soviétique. Si bien que M. Olshansky, président de l'Académie d'Agriculture, est intervenu pour essayer d'étouffer l'offensive anti-lysenkiste.

Les avions supersoniques brûleront du charbon

Un avion à réaction a volé, expérimentalement, avec un nouveau carburant à haute énergie, le « carbojet », dérivé de la houille et mis au point par les laboratoires des Charbonnages de France. Le « carbojet » pourrait, malgré son prix de revient plus élevé que le kérósène, détrôner le pétrole dans l'aviation, dont les performances

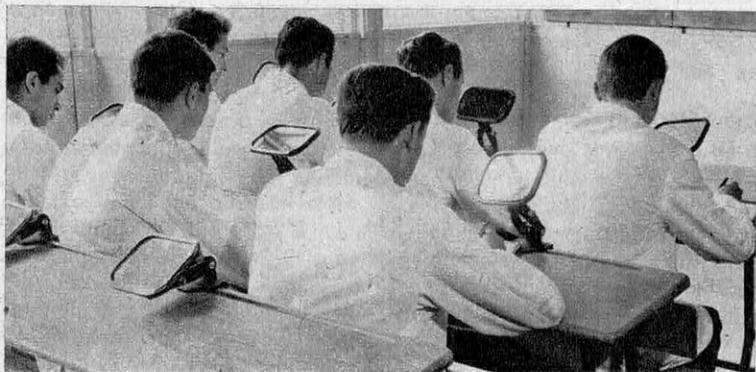
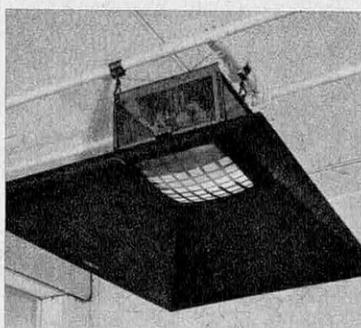
exigent des carburants de plus en plus riches en énergie et résistants à la décomposition thermique. Les avions très rapides demandent des carburants aux qualités physiques et chimiques contradictoires : la plus grande densité possible (pour réduire le volume de stockage) et la plus grande richesse possible en hydrogène (pour le pouvoir énergétique). L'hydrogène sous sa forme la plus comprimée (liquide), tel qu'on l'utilise dans les fusées, occupe encore un volume énorme. Il s'agit donc, dans l'aviation, de trouver le meilleur compromis densité-énergie. Or l'élément carbone est un bon porteur d'hydrogène et les chaînes polynaphéniques, par

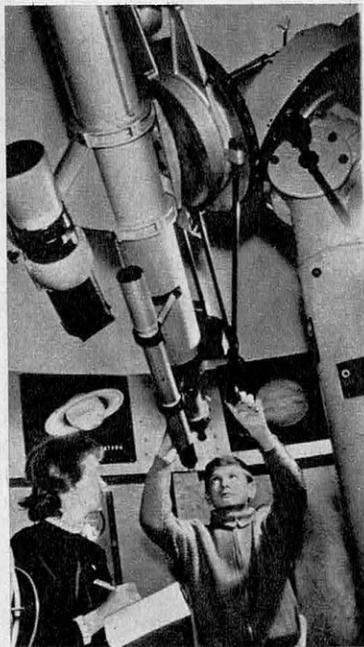
leur architecture moléculaire, sont très denses et gagnent donc de la place. On les obtient par hydrogénéation catalytique du goudron de houille, qui constitue alors une excellente matière première pour le carburant d'aviation. Le « carbojet » est de 10 % plus dense que le kérósène, ce qui permet d'en stocker davantage dans les réservoirs et d'accroître le rayon d'action des appareils. Sans doute, cet avantage se paie, pour un même volume, par une augmentation de poids. Ceci dit, le pétrole n'a pas dit son dernier mot et la « guerre des carburants » se présente très différemment selon qu'on écoute les chimistes du charbon ou ceux du pétrole.

LA T.V. DANS LE RÉTRO

le poste récepteur ordinaire est mal adapté aux conditions de travail d'une classe. La Compagnie française Thomson vient d'inaugurer la Polyvision, un système qui utilise des visières qui éliminent tous les reflets parasites. L'image télévisée est observée par chaque élève à l'aide d'un miroir orientable placé sur sa table. La distance de vision optimale est respectée pour chaque élève, qui peut suivre le cours télévisé et prendre des notes, même à la lumière naturelle.

La télévision devient de plus en plus un outil d'enseignement, mais mal adapté aux conditions de travail d'une classe. La Compagnie française Thomson vient d'inaugurer des récepteurs spéciaux suspen-





Ils font de l'astronomie comme des grands

Le Club des Astronomes, qui siège au Palais des Pionniers de Moscou et réunit 500 membres, est à la disposition des écoliers russes, qui peuvent venir utiliser l'excellent équipement du centre et suivre des classes d'astronomie et d'astronautique. Tanya Bolotina et Sasha Pozdnyakov, deux jeunes Moscovites, s'initient à l'observation du ciel sur un « vrai » télescope.

Gaz d'échappement et facultés mentales

Le tissu nerveux des souris et des rats est très sensible à l'oxy-carbonisme, c'est-à-dire à la présence d'oxyde de carbone (CO) dans le sang. Ces animaux, placés dans une atmosphère polluée semblable à celle que respirent les conducteurs d'automobiles parisiens aux heures de pointe (150°/mille de CO), perdent beaucoup de leurs capacités intellectuelles : diminution de 2/3 de leurs performances à différents tests et perte du bénéfice de l'apprentissage.

C'est un chercheur de l'Institut de Pharmacie de Hambourg, le Dr Guenther Malerny, qui a fait ces expériences, lesquelles font craindre que le cerveau des automobilistes (et d'ailleurs aussi celui des piétons) est aussi sensible que celui des rats. L'obscurcissement de leurs facultés intellectuelles à mesure que les heures passent, la perte de leur aptitude au pilotage et de leur jugement pourraient expliquer les accrochages et la lenteur de la circulation, d'autant que les agents soumis eux aussi à l'oxyde de carbone, seraient de moins en moins aptes à désembouteiller les points encombrés.

Un œil qui se visse

Des ophtalmologues américains, après 15 ans d'expérimentation, vont faire les premiers essais sur l'homme d'une nouvelle prothèse de cornée en plastique : sa partie centrale se visse et se dévisse, ce qui permet de la retirer provisoirement en cas d'opération de l'œil, ou au besoin de faire un « échange standard ». La partie périphérique, sorte d'écrou, est insérée dans la cornée, qui est clivée pour permettre à l'implant de se placer entre les deux couches de cornée. On visse ensuite le « boulon » dans l'« écrou ». Cette prothèse représenterait « le traitement le plus efficace de la cécité qu'on ait trouvé depuis un siècle ». Plus de 90 000 personnes sont, aux États-Unis, partiellement ou totalement aveugles du fait d'une cicatrice cornéenne. Et en Orient, 15 % de la population souffrent de telles lésions, dues au trachome ou à la variole.

Les médecins deviennent rares

Le nombre de diplômes de médecine délivrés en France ces dernières années (2 195 en 1954, 2 672 en 1962), accuse une augmentation insignifiante par rapport à la forte expansion démo-

graphique de cette période. C'est là un signe alarmant, qui témoigne d'une désaffection des jeunes à l'égard des études médicales et menace de faire de la France un pays nettement « sous-médecinisé ». Une des conséquences probables : l'invasion des diplômes étrangers grâce au Marché commun.

Les bobbies sur les ondes

Les gardiens de la paix londoniens viennent d'être dotés de petits postes émetteurs-récepteurs qui les mettent en contact perma-



ment avec leur commissariat. Très légers, ces appareils s'accrochent à la veste. Un haut-parleur minuscule est fixé à l'oreille.

Chocolatomanie

Un allergologue américain (J. H. Fries), chef du service d'allergologie de l'hôpital méthodiste de Brooklynn, a fait état, à la 33^e réunion annuelle de la Société américaine de pédiatrie, d'un problème peu connu : la grande fréquence de la sensibilisation allergique au chocolat et les difficultés fréquemment rencontrées lorsqu'on veut supprimer à l'enfant son « toxique » : en effet, on observe des réactions au sevrage comparables à celles qui apparaissent lorsqu'on supprime l'opium, l'alcool ou le tabac à un intoxiqué !

science flash

Le prêtre à l'haleine combustible

Le British Medical Journal rapporte le cas étrange d'un prêtre anglais dont l'haleine s'enflammait chaque fois qu'il essayait de souffler un cierge. Un médecin, le Dr Stephen Power, découvrit la cause du mal: un ulcère qui produisait un gaz inflammable dans l'organisme du prêtre.

Pour le combat de nègres dans un tunnel

L'armée américaine a mis au point un dispositif qui permettra à ses soldats de voir dans la nuit. L'« image intensifiée » est en fait l'application d'une réalisation française, celle de M. André Lallemand, directeur du laboratoire de physique astronomique de l'observa-



toire de Paris, et créateur d'une cellule photo-électrique pour l'amplification de rayonnements faibles et pour la photométrie de haute précision. La cellule comprend un étage photosensible, qui émet des électrons sous le choc des grains de lumière (photons). Les autres étages sont des « multiplicateurs d'électrons », dont le pouvoir amplificateur peut atteindre cent millions. L'énergie électronique ainsi débitée est transformée en une image optique, pareille à l'image initiale, mais

d'une intensité lumineuse considérablement plus grande. Ainsi, les quelques rares photons émis par les objets pendant la nuit, grâce au faible éclairage des astres, sont amplifiés pour donner une image visible.

Remodelage de la cornée

Un médecin américain a mis au point une nouvelle méthode de correction de vices de réfraction de l'œil, qui consiste à retirer au malade sa cornée, à la réparer et à la lui remettre en place. Cette technique est la première qui modifie, en dehors du corps, un tissu différencié pour le replacer ensuite. Elle serait destinée aux cas de myopie sévère unilatérale. L'opération, qui dure environ 20 minutes, consiste à extraire la couche superficielle de la cornée, à la plonger dans un mélange d'eau et de glycérol, puis à la refroidir et à la « mouler » pour lui donner la forme désirée, un peu comme on fait des verres de contact. On la remet ensuite en place. 35 patients atteints de troubles de la vision rapprochée ont déjà été opérés de cette manière. Les 12 premiers malades opérés l'ont été il y a 10 mois. Et durant cette période, ils ont tous présenté une amélioration de leur vision, qui persiste à l'heure actuelle.

Une machine à écrire électrique parlante enseigne l'orthographe

Une machine à écrire électrique qui parle et force les enfants à épeler correctement, a été mise au point par les laboratoires de recherche Westinghouse à Pittsburgh (Pennsylvanie). Lorsqu'on appuie sur une touche, la lettre, le chiffre ou le symbole correspondant s'imprime sur une feuille de papier, comme avec les machines ordinaires. Mais, en même temps, une voix enregistrée prononce la lettre ou nomme le symbole. La machine peut être pro-

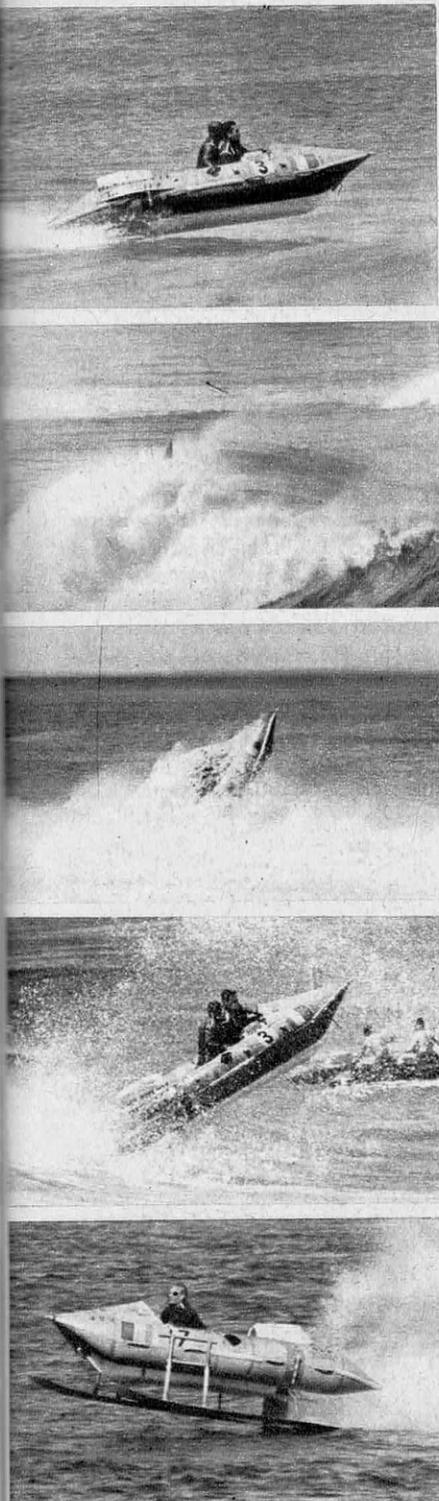
grammée par le professeur. Seules peuvent alors être utilisées les touches correspondant aux mots choisis, toutes les autres étant bloquées. D'autre part, quand l'élève appuie sur une touche, la lettre correspondante ne s'imprime que si elle est à sa place dans le mot. Lorsque le mot est terminé, la voix qui a nommé chaque lettre à mesure qu'elle s'inscrivait sur une feuille de papier, prononce ce mot tout entier. La machine, destinée aux enfants de 3 à 12 ans, aide ceux qui étudient l'alphabet, la construction de la phrase, et, plus tard, les langues étrangères. Elle peut être programmée en plusieurs langues. Cet appareil, qui pourrait aussi être utilisé par les aveugles qui apprennent à taper à la machine, fait actuellement l'objet d'essais dans les laboratoires de lecture de l'université de Pittsburgh, où elle a donné des résultats plus rapides que les méthodes classiques.

Docteur, le malade endormi vous écoute !

Alors que les malades « éveillés » font souvent la sourde oreille aux conseils du médecin, un chirurgien américain estime que les patients anesthésiés entendent ce qui se dit autour d'eux. Dans leur état d'« inconscience », ils enregistrent les paroles souvent peu réconfortantes des médecins, ce qui peut avoir des conséquences psychologiques et même physiologiques profondes.

L'uranium des mers

L'Atomic Energy Authority du Royaume-Uni a mis au point un procédé qui lui permettra d'extraire l'uranium de l'eau de mer. On estime à plus de 4 milliards de tonnes la quantité d'uranium contenue dans les divers océans du monde. Les savants britanniques songent à exploiter cette mine par l'énergie marémotrice.



L'ambulance des mers

Les Établissements Georges Hennebutte, de Biarritz, ont mis au point un canot de sauvetage, l'Espadon 422, qui a reçu récemment l'homologation de la Protection civile. On le voit manœuvrant à travers une grande lame déferlante. En vitesse, seul le fond rigide et les patins touchent l'eau. A la sortie de la vague, il retombe sur ses pointes pneumatiques arrière, qui amortissent le contact. En bas: comme hydroplaneur, avec skis, il atteint plus de 80 km/h, croise à 60 km/h en mer avec clapots, ce qui est unique pour un canot de sauvetage sur plus de 5 km.

Auto-verrouillage de sécurité

La General Motors a fait breveter un système de verrouillage automatique des portes de voitures, qui se déclenche au moment d'un accident et prévient une des principales causes de mortalité: l'éjection des passagers. Une boule de mercure enregistre les accélérations et les décélérations et lorsque celles-ci dépassent un certain seuil, elle actionne un commutateur électrique qui bloque les serrures. Le système est sensible au capotage, si bien que les portes sont automatiquement déverrouillées lorsque la voiture se retourne, pour permettre aux passagers de s'extraire d'un véhicule sinistré. Le système, en outre, cale le moteur et réduit le danger d'incendie.

La maladie de la sarbacane

Un médecin français vient de consacrer sa thèse de doctorat à une maladie qui, pour être rare, n'en est pas moins stupide: l'inhalation par un enfant d'un projectile de sarbacane. Les jouets en plastique sont de plus en plus communs et les projectiles de plastique inhalés sont difficilement repérables, puisqu'ils ne sont pas opaques aux rayons X. L'auteur rapporte 10 accidents de ce genre:

les corps étrangers ont séjourné dans les bronches entre quelques jours et 10 mois. L'extraction a pu se faire par bronchoscopie: on introduit par la bouche un tube qui comporte un système optique permettant de voir ce qui se trouve à son extrémité, et c'est également par le tube qu'on extrait l'objet. Le séjour prolongé du corps étranger dans les bronches entraîne des suppurations bronchopulmonaires. La prévention de ces accidents consisterait à modifier le jouet de telle sorte que l'inhalation soit impossible. L'inclusion dans le projectile d'un repère métallique opaque aux rayons X permettrait un diagnostic plus facile. Avis aux fabricants de jouets.

Un nouveau revêtement

Un produit intéressant pour les constructeurs, le Tex-Cote, utilisé depuis plusieurs années avec beaucoup de succès à l'étranger, a fait son apparition en France (importé par Promica S.A.). C'est un revêtement pour façades qui allie pour la première fois les propriétés de plusieurs matériaux modernes: fibre de verre, amiante, perlite, mica enrobés dans une résine polyester, avec des pigments extrêmement résistants. En plus de donner ainsi une excellente adhérence, il est insonorisant, isolant, fongicide, inflammable et hydrofuge.

Gare à la sieste

Des médecins allemands ont constaté que la sieste après les repas est dangereuse: non seulement on prend du poids et on voit son pronostic assombri sur le plan cardiaque, mais on risque, en se levant, de déclencher une « attaque » (infarctus). La sieste favorise l'accumulation des graisses alimentaires dans le canal thoracique, en grosses particules, d'où elles peuvent ensuite être chassées violemment vers les coronaires par une contraction abdominale, créant des micro-embolies multiples du myocarde.

science flash

Dis-moi qui est la plus belle

Un ingénieur d'une importante firme aéronautique britannique effectuait un jour un vol d'essai sur un quadrimoteur de ligne. Alors qu'il était aux toilettes, un trou d'air se produisit qui projeta le technicien contre le miroir des lavabos. Arcade sourcilière ouverte, glace brisée. Et une inspiration. Le miroir en plastique. Sa réalisation posa quelques problèmes: on y réussit finalement par un procédé de vaporisation d'aluminium sous



vide sur un film de polyester. Le résultat pourrait bien révolutionner l'industrie de la miroiterie, car le produit est incassable, ne retient pas la buée, et ses qualités optiques sont excellentes. Le matériau ne présente pas de diffraction. Il est très pratique et une simple pression en fait un miroir concave ou convexe. Il peut être fabriqué à très grande dimension et à bas prix.

Haro sur la saccharine

Les médecins américains s'inquiètent de l'utilisation de plus en plus répandue de sucrants artificiels, genre saccharine et cyclamate. Pour réduire le nombre de calories dans leurs produits, dans un pays obsédé par les régimes amaigrissants, les fabricants de boissons (Coca-Cola, Pepsi-Cola),

de fruits en conserves, de pâtisseries conditionnées, ont remplacé le sucre par des sucrants synthétiques, qui sont aussi utilisés par beaucoup d'Américains pour sucer leur café. Les biochimistes s'avisent que ces substances, prises à haute dose, ne sont peut-être pas inoffensives, en particulier pour les femmes enceintes. Ils mettent même en doute leur efficacité dans les traitements amaigrissants.

Contrebande sous-marine

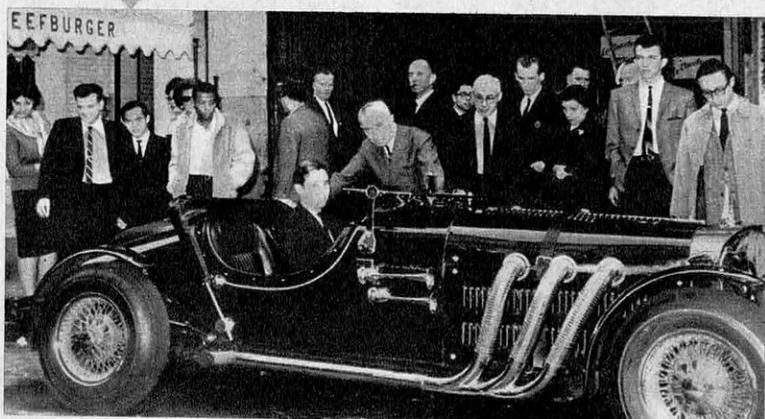
Les douaniers suisses ont découvert un réseau d'hommes-grenouilles qui se livraient à la contrebande des cigarettes sous les eaux du lac de Lugano, entre la Suisse et l'Italie.

Du vieux garanti neuf

Cette Mercedes SSK, modèle 1929, est une «fausse antiquité». Il s'agit en réalité d'une Excalibur SS, construite en petite série par la SS Automobile Inc. de Milwaukee (Wisconsin), sur un châssis Studebaker, avec un moteur Corvette. Cette voiture de style coûte 6 800 dollars (3 400 000 AF), ce qui économise à l'amateur 10 000 000 AF sur le prix d'une SSK d'origine, en plus de lui permettre une vitesse de pointe de 200 km/h et de le garantir contre les pannes d'un vieux bolide restauré.

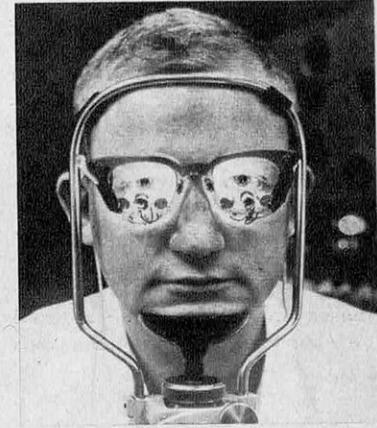
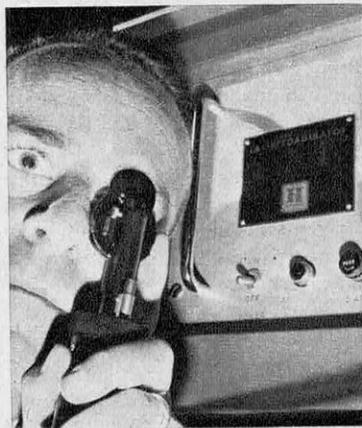
Police radarisée

Les automobilistes trop pressés, traqués par radar et poursuivis pour infraction au code de la route sur la foi de l'écran luminescent, ne sont vraiment pas bons joueurs. Ils trouvent que la méthode n'est pas fair-play: elle ne permet pas la «constatation contradictoire». Monsieur de Broglie, secrétaire d'État, a répondu à ce sujet au Sénat : «Deux types d'appareils, dits cinémomètres, sont utilisés dans la région parisienne. Le plus ancien fonctionne depuis 1962 : installé à la sortie de l'autoroute du Sud, il comporte un dispositif d'alerte déclenché quand le véhicule dépasse 70 kilomètres à l'heure : la couleur du véhicule, sa marque et son numéro sont notés par trois agents; contravention est dressée quand ces constatations concordent. Un autre type d'appareil est utilisé, sur véhicule, par des équipes de cinq gardiens de la paix, deux en civil et trois en tenue. L'équipe d'interpellation en tenue est avisée lorsque les deux gardiens en civil sont d'accord sur l'identité du véhicule qui a commis l'infraction. Une marge de 20 kilomètres est tolérée au-dessus du plafond de 60 kilomètres autorisé, ce qui couvre toute possibilité d'erreur. Les conditions dans lesquelles les vérifications sont opérées excluent toute confusion entre véhicules. Ce type



LE LASER ET L'ÉLECTRONIQUE SE METTENT AU SERVICE DES YEUX

L'ophtalmologue (à gauche) ne tient pas un instrument ordinaire d'examen de la vue, mais un canon à rayons laser qui tire, pendant 500 microsecondes, une salve de lumière concentrée dans l'œil du patient, pour « souder » par la chaleur une rétine déchirée. A droite : un appareil pour l'étude de la motilité oculaire. Des cellules photo-électriques fixées sur les lunettes enregistrent les déplacements de la sclérotique, et envoient automatiquement les informations par téléphone à un ordinateur.



de constatation paraît beaucoup plus sûr que la constatation purement visuelle et les contrevenants n'ont jamais contesté devant les tribunaux la réalité de l'excès de vitesses.

Vache magnétique

Les Américains ont imaginé d'introduire un aimant, petit mais puissant, dans la panse des vaches pour empêcher que les objets métalliques ingurgités pendant qu'elles paissent n'entrent dans le système digestif.

Des bulles alimentaires

Des océanographes américains ont fait une découverte de première importance, en décelant le chainon manquant dans la chaîne alimentaire qui entretient la vie dans les profondeurs océaniques. Depuis longtemps, les biologistes se demandent de quoi se nourrissent les zooplanctons, les plus petits animaux marins, aux profondeurs où la végétation microscopique des mers ne peut exister, et où, par ailleurs, la concentration de substances organiques dissoutes dans l'eau est trop faible pour fournir

une subsistance à ces organismes. Il s'avère que la matière organique dissoute s'agglutine (sans doute pour des raisons de charge électrique) autour de bulles d'air, pour former des « portions comestibles » constituées par des amas d'acides gras, de protéines, d'hydrates de carbone, de polypeptides. Leur mécanisme de formation est le suivant : lorsque des vagues écumantes déferlent à la surface, elles font pénétrer de l'écume à une profondeur qui égale deux fois la hauteur de la vague. Les bulles d'air, brassées par l'écume profonde, offrent un support aux substances organiques dissoutes. Quand les bulles d'air remontent à la surface, le vent les transforme en longs filaments d'écume, dont il fait un véritable tissu moléculaire. Cette mince pellicule de matière organique est ballottée par les vagues et le vent, chiffonnée, malaxée, et forme finalement une masse brûnâtre qui, en sombrant dans les profondeurs, s'offre à l'appétit du zooplancton. C'est la fameuse « neige marine » observée par les bathyscaphes et pour laquelle on n'avait jamais jusqu'ici trouvé d'explication. Cette découverte expli-

que comment le zooplancton, dont on pensait qu'il se nourrissait seulement de plantes microscopiques, peut vivre l'hiver et aux profondeurs obscures où le manque de lumière solaire ne favorise pas le phytoplancton. Elle jette aussi une lumière nouvelle sur l'origine de la vie : la théorie des « bulles » explique la manière dont les produits organiques (porteurs de carbone) se sont synthétisés dans les mers au début du Monde et, après des millions d'années, ont donné naissance à des substances capables de se reproduire, donc douées de vie.

Statistiques à froid

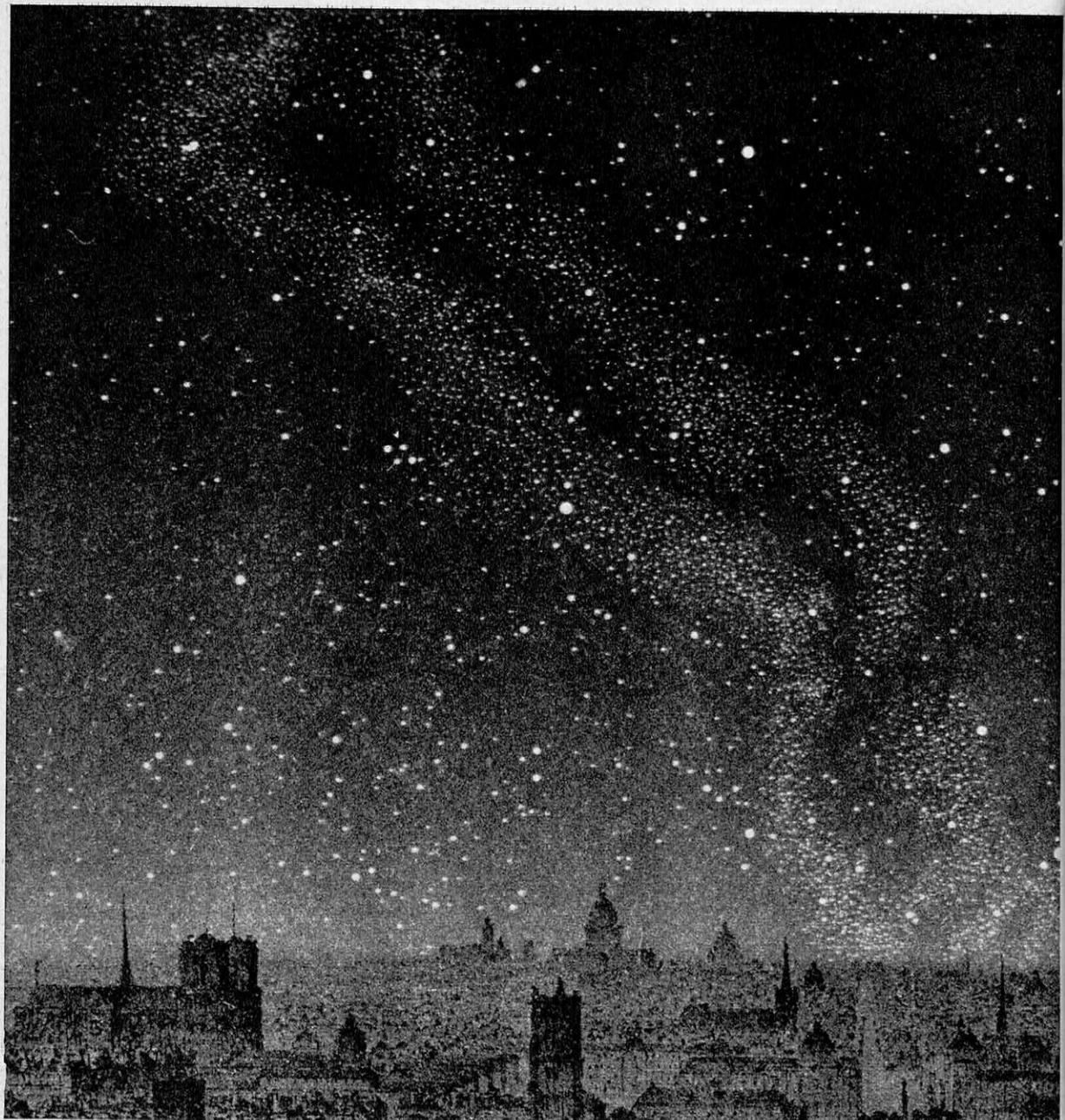
Des mesures soviétiques ont situé la superficie totale du continent antarctique à 13 996 000 km², son volume de glace à 23 920 000 m³, l'épaisseur moyenne de la banquise à 1 710 mètres.

Certains l'aiment irradié

Des chercheurs d'Euratom, en étudiant la conservation des fruits et des légumes par radiations nucléaires, ont constaté que les champignons ont meilleur goût lorsqu'ils ont été irradiés.

*Et si, demain, vous quittiez
la Terre pour un voyage au bout du Monde...*

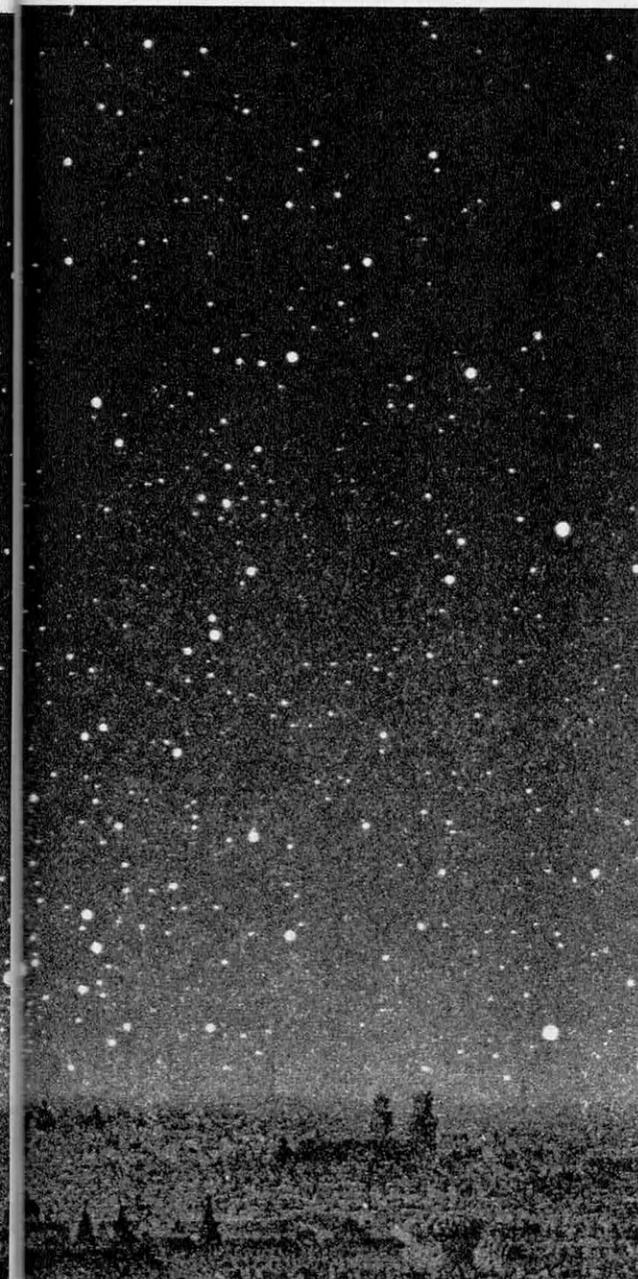
UNIVERS / DERNIÈRE



Roger Viollet

Une image insolite du ciel de l'horizon, à Paris. Sur cette vue prise à minuit, le 21 juin, au solstice

ÉDITION)



d'été, une grande trainée blanche : la Voie lactée.

Cent mille années-lumière, ou en kilomètres, un nombre défini par dix-huit chiffres, voilà qui donne une idée approximative des limites de notre galaxie. Or, notre continent galactique ne constitue qu'une part infime de l'Univers. C'est à une promenade dans l'infini que vous convie cet article.

Partir vers les frontières du ciel — si de telles limites existent — sera encore pour longtemps et sans doute à jamais un voyage sans retour. Seules nos intelligences et nos imaginations peuvent l'aborder. Sur les routes où brûlent les étoiles et tournent et chantent les galaxies, jusqu'aux confins les plus lointains, les plus noirs de l'espace, il arrive que l'astronome abdique et prenne peur. Tout est là-bas hors de proportion avec ce qui est terrestre et se prépare de plus terrifiant dans nos laboratoires. Ce que nous savions du ciel il y a vingt ans à peine est encore dépassé. La science va vite, tout change là-haut sous les regards ou à l'écoute de nos télescopes.

Et cependant nous rêvions déjà sans mesure quand sur les bancs de la petite école ou ceux des facultés, des maîtres nous parlaient de la toile de fond des étoiles et des paysages qu'on arpente en années-lumière (1). Quelle émotion n'éprouvions-nous pas de connaître des secrets d'univers, des lois qui ne courrent pas les rues et des variétés de mondes fascinants par leurs chiffres de vitesses, de températures, de masses et de distances...

Aujourd'hui, la vision et l'audition des messages des terminus cosmiques, la mesure des énergies qui s'y déplient, l'analyse des rayonnements hertziens, thermiques et lumineux

(1) Une année-lumière représente 9 500 milliards de kilomètres.

● **MERCURE**

● **VENUS**

● **TERRE**

● **MARS**

JUPITER

SATURNE

URANUS

NEPTUNE

● **PLUTON**

qu'ils nous diffusent, les batailles de galaxies qui s'y déroulent, leurs agonies, leurs fuites éperdues sont autant d'images singulières, insoupçonnables. Si les pouvoirs optiques de nos lunettes et les sensibilités des antennes en corolles de nos radiotélescopes agrandissent sans cesse l'univers, ils sèment en même temps le trouble dans notre savoir, comme il est de règle en toute découverte. Et ce savoir qui si souvent nous émerveille, donne en astronomie, plus peut être qu'en aucune autre science, la mesure de l'homme.

Un fait divers

L'effroi nous saisit donc dès que l'on connaît ce qui existe. Le moindre des faits divers du ciel dont ne parlent jamais les journaux nous déconcerte. Ainsi, sans que beaucoup d'entre nous le sachent, une explosion a ravagé la nébuleuse du Crabe, à 3 300 années-lumière de notre Terre. C'est l'astronome australien John Dalton qui s'en est aperçu. La même nébuleuse avait déjà produit un étincelant feu d'artifice, visible en Chine en 1054, et reproduit sur des estampes de l'époque. Vestige d'une explosion d'étoile dite *Supernova*, résultant elle-même d'une autre explosion d'étoile dite *Supergéante*, brisée subitement « comme par étouffement » — un manque d'hydrogène — un astre monstrueux s'effondrait dans une sorte d'Apocalypse. Il atteignait une température de 12 milliards de degrés tandis que sa vie touchait à son terme. Pour évaluer les dégâts et déterminer l'ampleur de cette catastrophe, intervinrent alors les mesures et les calculs les plus rigoureux. Le résultat nous affole ! Sept millions de bombes à hydrogène ayant explosé à chaque seconde depuis que le monde existe n'auraient pas produit plus d'énergie que l'explosion de cette *Supernova* dont Dalton photographia le nouvel éclatement et les lambeaux de matière nébulaire toujours en expansion depuis la première alerte du 11^e siècle.

Guerre de galaxies

Cela n'est rien, tout juste un incident banal, un petit accrochage dans un carrefour du ciel. Mais il existe des cataclysmes balayant des cités d'étoiles, des provinces entières de l'univers. Deux galaxies taillées en forme de spirale, deux géants aplatis et contenant des milliards de soleils se pénètrent actuellement. Ils se précipitent l'un vers l'autre comme une paire de cymbales : la vitesse de rencontre est de 1 million de kilomètres à l'heure. La collision a commencé. La forte émission radio qui la

décèle dans nos radiotélescopes sera terminée dans des centaines de milliers d'années. Est-ce là de l'imaginaire, une approche poétique d'une tragédie dans des familles de soleils ? Non, ce n'est que réalité astronomique, un petit chapitre qui, du commencement à la fin des temps, marquera, la phase de l'homme.

C'est à ces événements entre tant d'autres que songent sans doute les initiés qui franchissent la porte de nos observatoires, en plein Paris, à Montparnasse, sur la colline de Meudon ou les chemins rocailleux de Saint-Michel de Provence. En Californie, à Taschkent en U.R.S.S., à Jodrell Bank en Angleterre, il existe aussi d'autres hommes émerveillés qui ont choisi de vivre dans l'éternité des choses et qui suivent parmi les équations, les logarithmes, les enregistrements et les clichés, l'affaire du corps-à-corps des galaxies. Témoins permanents de l'immensité, ils sont devenus frères et se communiquent au-dessus de la hampe des drapeaux les résultats de leurs recherches, regrettant toujours de ne pas mieux savoir. Leur commandement quotidien sera toujours la parole de Galilée : « Quand ces-
serai-je de m'émerveiller pour commencer à connaître ? »

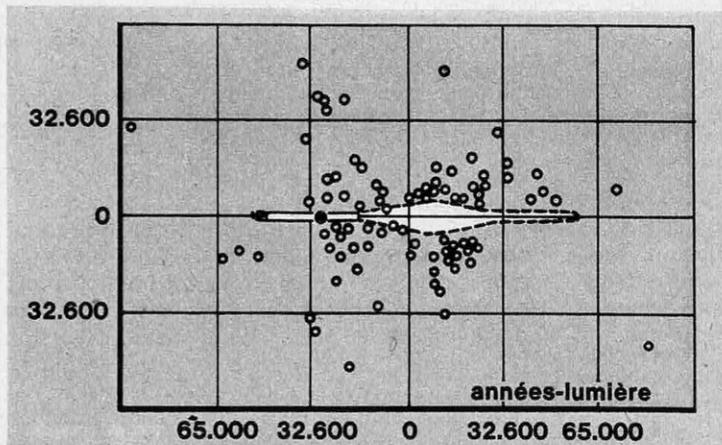
Pour nous rendre compte de l'étendue de la guerre des deux galaxies, il suffit d'interroger ces astronomes. Encore une fois, leur réponse n'est plus à notre mesure. Prisonniers de l'une de ces deux nébuleuses, nous verrions le ciel en feu. Baignés dans de puissantes émissions, nous serions calcinés comme dans un four à induction. Ici encore parlent les chiffres. Le nombre de kilowatts émis par ce suicide galactique se représente par un dix suivi de trente-trois zéros et cela durant trois mille siècles au moins. Pour apprécier, souvenons-nous qu'une de

nos grandes stations de radio ne rayonne que cinquante kilowatts, une très puissante 600 kilowatts, tout au plus 1 200.

De la loupe électrique au chant des galaxies

S'il y a du feu dans le ciel, si des astres « brûlent » en transmutant leurs atomes, on imagine aisément que nous parviennent de la lumière, des grenailles de photons. Dirigeant ces faisceaux d'ondes corpusculaires sur des cellules photoélectriques, on engendre des électrons dont on sait faire la multiplication. On arrive ainsi à étendre le pouvoir de nos lunettes et mieux découvrir les confins de l'univers. C'est le grand astronome français Lallemand qui a imaginé cette méthode électronique révolutionnaire de l'astronomie. Un seul grain de lumière... une cellule photosensible... des électrons qui surgissent... un multiplicateur... et ainsi se fixent aussitôt sur plaque photographique des visages du monde qu'une lunette comme Palomar n'aurait jamais vus. Soit ! Mais il s'agit toujours là de lumière qu'on manipule par optique de verre ou d'électronique, cette dernière rappelant les sortilèges qui dessinent les images sur nos tubes de télévision.

Tout cela constituait déjà en astronomie classique un formidable pas en avant. Mais le jour où l'on s'aperçut qu'on recevait du ciel des messages hertziens, il fallut bien admettre que quelque chose de transcendant s'ajoutait aux panoramas des mondes. On découvrit alors des étoiles, des soleils et même des astres morts qui restaient radiogènes. Et puisqu'il fallait convenir que le ciel nous parlait par signaux nasillant dans des haut-parleurs ou faisait



Page de gauche : le soleil et ses « banlieues », planètes représentées en grandeur relative par rapport au soleil qui apparaît grisé. Ci-contre : un schéma de notre continent galactique (le système solaire y est représenté par un point noir) : Rappelons qu'une année-lumière vaut environ 9 500 milliards de kilomètres.

grelotter des aiguilles sur feuilles enregistreuses, il importait d'utiliser cette révélation pour mieux dépister et découvrir. Ainsi s'installèrent de nouvelles hiérarchies. Des radio-étoiles, des bruits de fond et des bafouillages électromagnétiques surgirent là où n'existaient que des formes. Des astres géants sont réduits à leur taille hertzienne et parfois deviennent des gnomes. Des étoiles quelconques perdues au fin fond du cosmos grondent plus fort que notre soleil et l'image électrique de notre galaxie se réfléchit sur Terre comme le contour d'une simple colline à la surface d'un lac. On vit alors s'installer partout dans le monde, sur des terres placées à l'abri des parasites, des floraisons d'antennes réceptrices qui relevèrent des catastres aberrants contredisant les catalogues et les géométries du ciel.

Comment de pareilles émissions peuvent-elles naître ? L'astronomie, par la lumière et la mathématique, vieille de vingt siècles, voyait ainsi une débutante âgée de vingt ans à peine lui prêter main-forte et parfois la dépasser. Pour comprendre, il faut savoir tout d'abord que le vide céleste est un mythe. L'intérieur des galaxies et les boulevards de matière lumineuse qui s'étirent sur des millions d'années-lumière de distance sont parsemés de particules d'hydrogène et souvent même des étoiles y circulent dans les deux sens, s'échappant parfois vers les bordures. Cette matière invisible qui « bourre le vide » nous parle aussi en radio.

L'émetteur fondamental est justement cet atome d'hydrogène céleste. De temps en temps, tous les 233 ans, un coup de tête lui fait brusquement changer de manière. Son unique électron périphérique qui tourne sur lui-même autour d'un axe perpendiculaire à son orbite (1) se met brusquement à changer de sens de rotation. Ce phénomène est accompagné d'émission d'un photon de très faible énergie caractérisé par une fréquence de 1 420 mégacycles par seconde et une longueur d'onde de 21 centimètres. Cette longueur d'onde, prévue mathématiquement en 1944, mesurée pour la première fois en 1951, traverse sans encombre la poussière stellaire.

Prévoir, souvent à des années de distance, à coups d'équations la loi ou la raison d'un phénomène avant que l'instrument permette de le constater est l'une des plus bouleversantes victoires de la pensée physique contemporaine. En ce domaine de la recherche fondamentale, l'atomiste est passé roi. Et pour la belle histoire

(1) Cette rotation est le phénomène du « spin » de l'électron, propriété de toute particule élémentaire et des noyaux ne pouvant être étudiée que dans le cadre de la mécanique quantique. Les spins sont des multiples entiers ou demi-entiers de la constante de Plank.

de la longueur d'onde de 21 cm de l'hydrogène, la palme revient à deux savants hollandais, Van der Hulst et Oork. Ainsi le soupir radio-phonique du plus léger des atomes est devenu l'un de nos plus prometteurs instruments de recherche. Par sa voix, tout l'univers parle, dans l'immensité des galaxies comme dans les déserts cosmiques, depuis le plus modeste atome perdu en plein ciel. Parfois un cataclysme stellaire donne la voix d'un ténor, mais en permanence l'antenne de nos télescopes recueille la petite plainte des atomes : c'est le bruissement du monde.

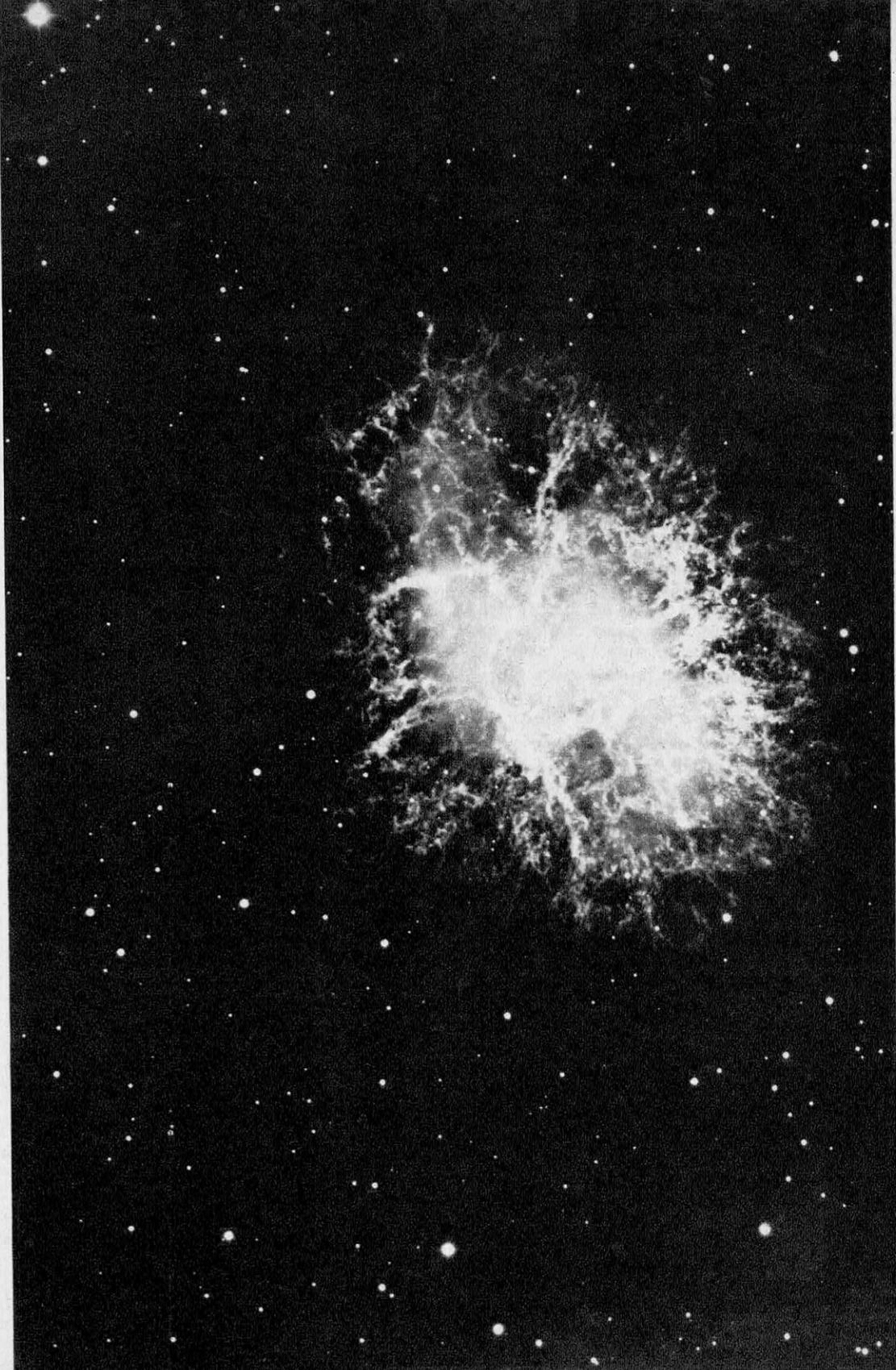
Départ pour l'infini

Armé désormais de télescopes et d'antennes, connaissant à peu près certains spectacles grandioses et terrifiants qui nous attendent, nous pouvons partir vers la grande aventure en dévisageant et en écoutant jour et nuit les colosses et les corpuscules du ciel. La route sera longue.

Si l'on ajoute à la moisson des antennes des radiotélescopes les clichés des lunettes munies de multiplicateurs de Lallemand, on finit par évaluer la perspective du monde. *Palomar* voit à un demi-milliard d'années-lumière. *Associé au télescope de Haute-Provence, le multiplicateur électronique décèle des grains de lumière venus de quatre fois plus loin encore. Mais tous deux sont dépassés par les antennes astronomiques de Nancey, en Sologne, qui recueillent des messages partis de points dix fois plus éloignés que tout astre visible.*

Les champs d'antennes de Nancey ou de Jodrell-Bank fouillent non seulement la Voie lactée — où les ondes sont plus à l'aise que la lumière qui se heurte souvent aux particules flottant dans l'espace ; mais en explorant le ciel extra-galactique, ils perçoivent des signaux d'astres connus ou inconnus. A 50 années-lumière, la nébuleuse du Cygne nous envoie des radiomessages 20 000 fois plus intenses que certaines sources mystérieuses plus éloignées encore. Qui sont-elles ? Des étoiles noires ou des étoiles électriques, immatérielles ? Existe-t-il de tels prodiges célestes ou de telles monstruosités ?

Ainsi les radiotélescopes permettront d'attaquer les plus grandes énigmes de l'univers. Les signaux que nous recevons aujourd'hui révèlent des événements qui se sont souvent déroulés avant l'aube de l'histoire. Ceux qui proviennent du Soleil datent de 8 minutes. Par la radio et la lumière on ne voit jamais à quoi ressemble l'univers de l'instant que l'on vit, mais à quoi il a ressemblé jadis. L'âge du



Un astre monstrueux explode dans une sorte d'Apocalypse...

monde étant de 50 à 60 millions de siècles, des ondes radiocélestes que nous recevons ont été émises il y a plus longtemps encore. Depuis lors elles ont parcouru l'espace à 300 000 km à la seconde. On pourra donc fouiller le passé jusqu'à l'aube des temps, scruter théoriquement ce qui fut le ciel avant la naissance des choses, en admettant que cette idée ait encore un sens à notre échelle humaine, et que toutes les lois physiques demeurent inchangées jusqu'à ces distances, ces limites et ces heures. La métrique de l'univers descend à portée d'intelligence mais notre savoir chancelle pour l'interpréter.

L'heure du départ pour le voyage sans retour a maintenant sonné. A mesure que nous approcherons de l'infini les décors changeront. Nous avons vu que l'humble bagage scientifique dont dispose notre temps peut déjà nous révéler d'étonnantes tableaux, des levers de rideaux sur des univers et des fins de carrières d'étoiles et des finales de galaxies. Mais les calamités cosmiques sont rares dans nos banlieues de Terre. Blottis autour de notre Soleil, animés par lui, nous vivons encore tranquilles. Les zones dangereuses sont plus lointaines. Catastrophes et féeries se situent sur les lieux où, pour les hommes de février 1965, finissent encore toutes les choses et où il arrive, comme nous le verrons plus loin, à la raison de chanceler.

Système solaire

Première étape : le système solaire. Parlons-en pour mémoire. Deux groupes de planètes gravitent autour d'un Soleil situé à 150 millions de kilomètres de notre Terre ; les petites, très denses, véritables boules de fer ou de pierre qui ont pour nom Mercure, Vénus, Terre, Mars ; les géantes, plus éloignées du Soleil et baptisées Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Construites autour d'un noyau très condensé, ayant à peine la densité de l'eau, elles sont enrobées dans des océans de méthane ou d'ammoniaque. Ce canton du monde est fort connu. Devenant partiellement l'une des audacieuses spécialités de l'astronautique, il finira par tout dire de ce qu'il cache encore à toute la gamme des instruments d'observations et de mesures que nous lui destinons.

Quelques nombres fixent l'étendue de notre petit monde solaire. A 300 000 kilomètres à la seconde, 8 minutes suffisent à la lumière du jour pour atteindre la Terre, 4 heures pour Neptune et 5 heures pour Pluton placé sur l'extrême pourtour du domaine planétaire qui gravite autour de l'astre roi.

Après cette première escale engageons-nous plus avant. Le plus proche des soleils est situé à 4 années-lumière du nôtre. C'est *Alpha* de la constellation du Centaure qui n'est visible que du pôle Sud. Cet isolement fantastique, cet abîme qui sépare le soleil du Centaure de celui des Terriens est de règle. Deux étoiles mitoyennes peuvent être représentées symboliquement par deux grains de plomb d'un millimètre de diamètre séparés par une quarantaine de kilomètres de vide. Cinq années-lumière est l'écart moyen des étoiles dans ces parages de la Voie lactée qui n'est en réalité qu'une vision de la galaxie spirale dont nous occupons pour une portion infime l'une des branches. L'observant par la tranche elle nous paraît être un long ruban, une traînée blanchâtre contenant des myriades d'étoiles.

Pour apprécier la distance qui nous sépare de la plus proche des étoiles il suffit de la comparer à la vitesse de nos avions les plus rapides. Si le « Concorde » volant à mach 2,4 pouvait transporter ses passagers sur *Alpha* du Centaure, il atteindrait cet astre au bout de 15 000 siècles. Songeons que l'ère chrétienne n'a pas 20 siècles !

Les étoiles qui se comptent par une centaine de milliards dans notre galaxie n'existent pas cependant en nombre infini. Cette agglomération sidérale donne parfois l'impression d'une forêt stellaire dont le cœur situé à 2 700 années-lumière de notre Soleil se trouve proche de la constellation du Sagittaire. Mais déjà à 1 300 années-lumière de notre Terre, nous entrevoyons la lisière car nous vivons sur le pourtour galactique. Plus loin, à 10 000 années-lumière s'éparpillent des *amas d'étoiles*, dits amas globulaires dont certains s'égarent jusqu'à 500 000 années-lumière, telles des sentinelles avancées montant la garde autour de notre immense cité stellaire (1). *Un disque gonflé en son centre et qui s'étend dans son plan principal sur un diamètre de 100 000 années-lumière environ*, telle est l'image de notre galaxie. Si l'on rappelle que l'année-lumière représente 9 500 milliards de kilomètres on voit que notre galaxie a 950 000 000 000 000 kilomètres de largeur.

Le centre de notre galaxie contient de nombreuses variétés de soleils ; certains, appelés étoiles supergéantes bleues, sont 50 000 fois plus lumineux que le nôtre. Il contient aussi des gaz et des poussières. Si l'on songe alors que le grand Aristote considérait la Voie lactée

(1) Ces amas sont parfois des groupements de quelques centaines d'étoiles étagées sur des distances de 10 à 100 années-lumière. D'autres contiennent des centaines de milliers d'étoiles. Ils sont 1 000 et même 300 000 fois plus lumineux que notre Soleil.

comme un simple phénomène atmosphérique on mesure l'immensité du chemin parcouru depuis 24 siècles par la science.

Mais notre immense continent galactique est lui aussi animé par une rotation à grande échelle comparable à celle des planètes autour de notre Soleil. Avec son cortège de planètes, ce Soleil décrit dans le plan de notre galaxie une orbite circulaire à la vitesse de 200 kilomètres à la seconde. Il lui faudra environ 200 millions d'années-lumière pour accomplir une rotation complète.

Quittons cependant notre galaxie qui longtemps fut considérée comme totalisant l'univers. Partons pour une aventure plus lointaine encore. Car d'autres galaxies existent. Elles ont tendance à se grouper par deux et trois et même cinq. Il existe de récentes cartes du ciel où on les voit se grouper par centaines et par milliers. Des noms magiques, des noms à faire rêver baptisent ces continents stellaires : Andromède (1), Messier, Magellan, Sagittaire... situées à des millions d'années-lumière.

Des galaxies mutilées

Dès que l'on s'engage dans les mondes extra-galactiques, tout devient plus complexe et la mathématique et la physique fréquentent parfois la métaphysique, les problèmes posés devenant si grands à chaque pas qu'ils dominent l'entendement humain. On compte déjà des milliards de galaxies ! Si chacune d'entre elles contient des milliards d'étoiles, il existe donc, de par l'univers, des populations cosmiques où des milliards d'astres sont groupés en milliards de soleils et en milliards de planètes.

Dans ces multitudes, on distingue deux formes de galaxies : les spirales identiques à la nôtre, possédant deux bras tournant autour d'un noyau d'astres ; l'autre espèce, les sphéroïdales, est mutilée. Elles n'ont pas de bras. Disques, sphères aplatis, elles contiennent des étoiles géantes rouges 1 000 fois plus lumineuses que notre Soleil.

A mesure que les télescopes deviennent plus puissants et nos plaques photographiques plus sensibles, on trouve toujours davantage de galaxies. Sont-elles jetées dans l'infinité cosmique au hasard d'une semaille ? Proviennent-elles de l'explosion d'une sorte de Bikini géant situé à l'origine des choses ? Naissent-elles à chaque heure, à mesure que d'autres s'épuisent ? L'instinct gréginaire des galaxies

(1) Andromède, deux fois plus vaste que notre galaxie, est située à 1 500 000 années-lumière. Elle est la plus proche de nous.

semble encore plus développé que celui des étoiles. On ne connaît pas une galaxie qui vive en isolée. Si l'on a dénombré jusqu'à ce jour mille millions de galaxies réparties dans une sphère imaginaire d'environ mille millions d'années-lumière, la distance moyenne séparant ces cités stellaires est de 2 millions années-lumière. Le tour de taille moyen d'une galaxie est de 20 000 années-lumière. Chacun de ces chiffres de vertige est une leçon d'humilité. Mais aussi une méditation d'orgueil. Depuis le temps des pâtres de Chaldée qui observaient le ciel jusqu'à l'apparition des Kepler, Newton, Galilée, Laplace, Le Verrier et Einstein, il y eut à peine 5 000 hommes d'application, de talent et de génie qui se sont relayés au cours d'une vingtaine de siècles pour mensurer l'univers, découvrir ses lois, ses limites, ses transcendances.

En cheminant à travers ces paysages on fréquente tantôt l'imaginaire tantôt l'inimaginable, les guerres de galaxies, les naissances et les morts d'étoiles. Mais à l'échelle de l'homme, les plus grandes féeries du ciel ne se traduisent plus que par de minuscules clichés qui ne peuvent être étudiés qu'au microscope. La grande lunette de Palomar dirigée sur une nébuleuse extra-galactique située aux limites de ce qui est connu donne un cliché qui n'a guère plus de quelques millimètres de longueur. Au delà de 50 millions d'années-lumière, ces images ne sont plus que des lueurs blanchâtres, souvent très floues. Leur distance se mesure par leur intensité lumineuse sur la plaque photographique. Une tache quatre fois plus faible qu'une autre se situant à une distance deux fois plus grande.

Il n'y aura sans doute jamais de terme au voyage. Il en faudra des clichés et des courbes, des millions d'instruments et des fortunes pour parler plus loin encore en années-lumière. Des fortunes ! Certes, si l'on sait qu'une heure de recherche de Palomar dépasse cent millions ! Et à ce prix nous n'allons qu'à deux milliards d'années-lumière. Pour aller plus loin et en savoir davantage il faudra utiliser d'autres moyens que l'optique et la lumière qui arrivent au terme de leurs pouvoirs.

Sur sa planète tournante qui dérive en bordure de sa galaxie, dans la nuit des observatoires, au bout des télescopes, ou devant l'aiguille qui traduit la petite musique de l'hydrogène, l'homme demeure seul, très seul, malgré son génie, surtout même à cause de son génie. Malgré tous les artifices de sa science, il ne pourra que côtoyer la raison des choses. Son espèce se sera peut-être éteinte avant même qu'il ait achevé d'écrire en équations le mot *infini*.

André LABARTE

Au "labo" des faibles radioactivités

Un caillou tombé du ciel écrit l'histoire du Cosmos

Le 14 août 1962, une météorite de fer tombait à Bogou, en Haute-Volta. Elle pesait 8,800 kg. Elle devait être pour un laboratoire français, le Centre des faibles radioactivités, l'occasion de ses premiers travaux sur les météorites.

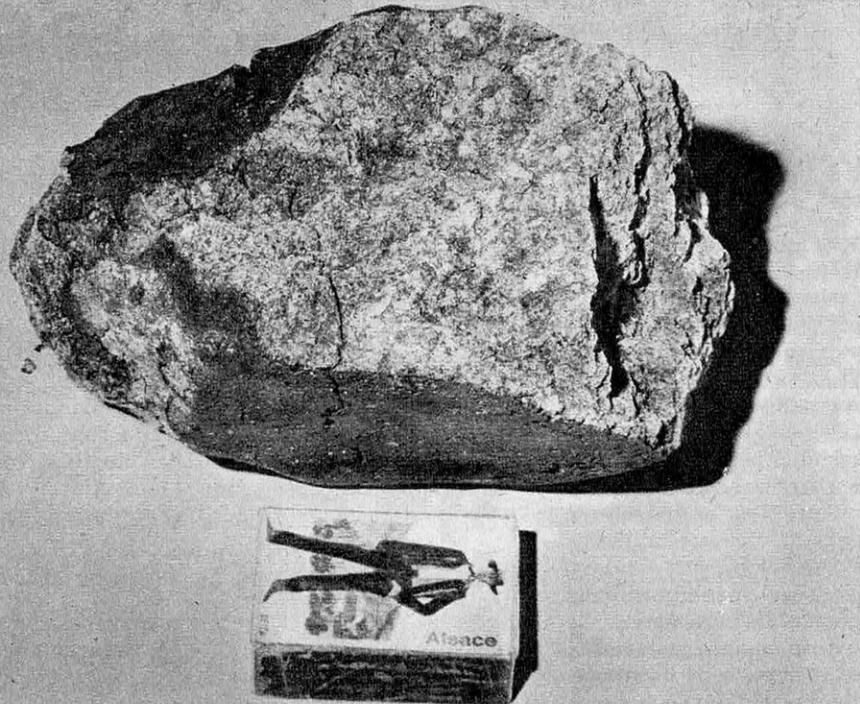
Depuis quelques années, les méthodes classiques d'examen — analyses chimiques, études minéralogiques — se sont enrichies de techniques nouvelles de plus en plus fines, et notamment de celles qui permettent d'étudier la faible radioactivité des météorites. En effet, de même que la Terre, les météorites contiennent des éléments radioactifs, c'est-à-dire des atomes instables sujets à diverses modifications de leur structure, s'accompagnant d'émission de particules et de rayonnements nucléaires. Après la découverte de telles radiations par Becquerel, puis par Pierre et Marie Curie, au début de ce siècle, Lord Rutherford pensait à les utiliser pour mesurer l'âge de la Terre. Il avait, en effet, prouvé avec ses collaborateurs que l'uranium et le thorium radioactifs se décomposaient progressivement en hélium et en plomb, selon un rythme — ou période — caractéristique de chaque élément. Si bien qu'en mesurant dans un minéral riche en uranium et thorium quel était le pourcentage de plomb et d'hélium comparé à celui de l'uranium et du thorium restant, il devenait possible d'établir depuis combien de temps ce minéral avait été formé. En 1913, une roche testée par

la méthode de l'hélium put être datée de 700 millions d'années, tandis que d'autres, soumises à la méthode du plomb, étaient estimées à plus de 1,5 milliard d'années. D'autres méthodes consistent à mesurer la quantité d'argon qui s'accumule dans les roches contenant du potassium, ou le strontium accumulé dans les roches contenant du rubidium. On en vint finalement à pouvoir attribuer à certaines roches d'Afrique du Sud jusqu'à 3,2 milliards d'années, et à d'autres roches, au Canada, jusqu'à 3,5 milliards d'années. Cela signifie qu'il se cristallisait déjà des minéraux à cette époque, dans la croûte terrestre.

Témoins dans l'espace et dans le temps

C'est un savant américain, F.A. Paneth, qui, en 1928, eut le premier l'idée d'appliquer aux météorites la méthode de l'hélium, celui-ci étant considéré comme produit de la désintégration radioactive de l'uranium et du thorium. Poursuivant ses travaux avec Arrol et Jacobi, il parvient, en 1942, à leur attribuer un âge de 7 milliards d'années, si bien que les météorites apparaissent plus anciens que le système solaire.

Mais, en 1947, Bauer suggère que l'hélium des météorites peut avoir une autre origine que la seule désintégration radioactive de l'uranium et du thorium : il pourrait être produit par la spallation des noyaux (c'est-à-dire leur éclatement) sous l'influence des rayons cosmiques. Cette hypothèse a été vérifiée par Paneth. On a même pu évaluer la durée d'exposition des météorites aux bombardements cosmiques.



Si la grande météorite tombée le 30 juin 1908 en Sibérie avait une masse de 40.000 tonnes, la plupart des « pierres tombées du ciel » sont volatilisées sur leur parcours et tombent à l'état de poussières. Ci-contre : un fragment de la météorite d'Orgueil.

A.D.P.

Depuis 10 ans, l'étude de la radioactivité des météorites s'est intensifiée. Aux États-Unis, une demi-douzaine de laboratoires y sont consacrés, on espère ainsi commencer à résoudre certains des problèmes que posent les météorites : d'où viennent-elles, appartiennent-elles au système solaire, depuis combien de temps sont-elles soumises au flux cosmique, celui-ci a-t-il varié dans le temps?... Ces corps tombés du ciel sont en effet doublement témoins : ils portent la trace de ce qui se passe actuellement dans l'espace, au delà de l'atmosphère terrestre, et ils sont également marqués par des milliards d'années d'existence. Ce sont les seuls objets ayant voyagé dans l'espace que l'on connaisse actuellement sur la Terre.

Jusqu'au XVIII^e siècle, les « pierres tombées du ciel » étaient considérées comme une manifestation de la — ou des — puissances divines. Par réaction contre ces « contes de bonne femme », les scientifiques du « siècle des lumières », Lavoisier en tête, se bornèrent à nier leur existence et à en faire de vulgaires matériaux terrestres. Seul un physicien allemand, Chladni, bravant les sarcasmes de ses pairs, eut, en 1794, l'audace de fournir une théorie des météorites ; il en fait les fragments de corps célestes qui auraient été brisés par collision ou par explosion. En 1803, la chute d'une météorite à Laigle, en France, contraint le monde des savants à reconnaître l'origine extra-terrestre des météorites.

Alors, les premiers astéroïdes ayant été découverts entre Mars et Jupiter, Olbers émet l'hypothèse que jadis une planète aurait existé à cet emplacement. Elle aurait explosé, don-

nant naissance à la ceinture d'astéroïdes et aux diverses météorites. Depuis, la théorie de la planète disparue a périodiquement resurgi. Plusieurs modèles en ont été proposés ; le dernier en date étant celui de l'Américain Ringwood, en 1961. Mais ses contradicteurs sont nombreux.

L'horloge des millénaires

La radioactivité va peut-être permettre de sortir du domaine des pures hypothèses. En un premier temps, elle doit donner l'âge de formation du matériau météorique, et donc de voir s'il est cohérent ou non avec celui du système solaire.

La mesure de l'hélium, nous l'avons vu, est sujette à caution dans la mesure où l'hélium des météorites a deux origines. Aussi la méthode la plus appliquée est-elle celle du potassium-argon. Un des isotopes du potassium, le potassium 40, se désintègre dans 11 % des cas en argon 40. Celui-ci est un gaz rare qui demeure enfermé dans une roche solide, mais s'échappe si la roche est fondue ou surchauffée. La mesure du rapport de l'argon 40 au potassium 40 dans une météorite permet donc de déduire la date à laquelle le matériau a été surchauffé pour la dernière fois, c'est-à-dire la date de sa solidification. Par cette méthode, plusieurs chercheurs, notamment Anders et ses collaborateurs, sont parvenus à fixer la formation du matériau météorique à des périodes situées entre 0,5 et 4,5 aeons (c'est-à-dire milliards d'années). En fait, il semblerait que les météorites aient été solidifiées il y a 4,5 milliards

MÉTÉORITES

d'années et que les âges inférieurs de certaines reflètent simplement la perte en argon qui se poursuit, pour des raisons encore inconnues, après la solidification.

D'après ces derniers résultats, il semble donc que les météorites appartiennent au système solaire et qu'elles ont subi un processus de formation similaire à celui des autres éléments de ce système, en particulier la Terre. Les plus vieilles ont un âge comparable à celui du Soleil. On en déduit que la Terre s'est probablement agglomérée, elle aussi, il y a 4,5 milliards d'années.

Les météorites peuvent également fournir aux physiciens d'autres éléments d'information sur notre propre planète : ceux-ci pensent, en effet, que la matière qui forme le cœur de notre planète est bien différente de celle qui se trouve à la surface. Or, s'il est vrai que l'ensemble du système solaire a été composé initialement des mêmes matériaux simples, les météorites pourraient bien représenter, en moyenne, l'équivalent des matériaux situés à l'intérieur de la Terre.

Cela ne résoud pas pour autant le problème de leur origine : une planète ? divers corps

célestes ? Et ont-elles toutes la même origine ?

Leur relation avec les astéroïdes se trouve en tout cas suggérée par les orbites que des savants, notamment soviétiques, ont pu calculer. Le cas le plus exemplaire est celui de la météorite tombée à Pribram, en Tchécoslovaquie, le 7 avril 1959. Par une chance à ce jour unique, sa trajectoire put être photographiée simultanément de deux points différents, ce qui permit de reconstituer son orbite : une ellipse qui passe nettement par la ceinture des astéroïdes.

Que sont les rayons cosmiques ?

Quelle que soit leur origine première, les météorites sont susceptibles de fournir bien des informations sur ce qui s'est passé et sur ce qui se passe encore dans l'espace. Outre leur date de solidification, il en est une autre qui ne manque pas d'intérêt, c'est celle à laquelle les météorites ont commencé de subir l'effet du rayonnement cosmique. L'influence de celui-ci, en effet, ne laisse guère de traces à plus d'un mètre de profondeur dans la météorite. Cette date-là, ce sont les éléments radioactifs produits par spallation qui l'indiqueront.

C'est à l'analyse de cette radioactivité de spallation que se consacrent les chercheurs du Centre des faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette, qui dépend simultanément du C.N.R.S. et du C.E.A.

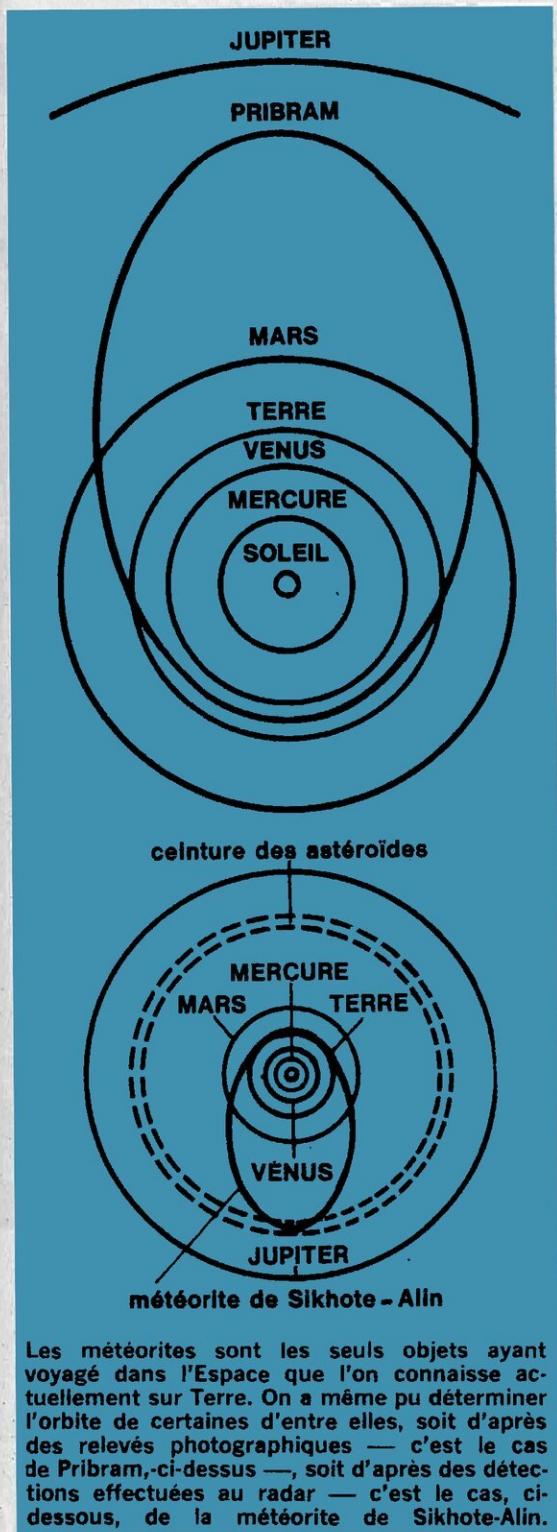
Ils disposent de l'appareillage de mesure le plus sensible, un scintillateur d'iodure de sodium, un photomultiplicateur.

Pour déterminer la présence d'éléments radioactifs à vie courte, il faut évidemment recueillir la météorite rapidement après sa chute. Or, ces éléments à vie courte sont particulièrement intéressants parce qu'ils révèlent quelle est l'intensité du rayonnement cosmique que la météorite a subi juste avant de pénétrer dans l'atmosphère terrestre. La vitesse d'une météorite étant de l'ordre de grandeur d'un million de kilomètres par jour, on a ainsi des informations très précieuses pour les vols futurs dans l'espace avoisinant la Terre. Une partie, en effet, des rayons cosmiques est formée par des protons de haute énergie émis par le Soleil, en rafales jusqu'ici imprévisibles et qui risquent d'être mortelles pour les astronautes. Si une telle rafale a frappé une météorite, elle en porte la trace visible sous forme de produits radioactifs à courte période.

Les éléments radioactifs à longue période permettent, eux, de savoir si l'intensité moyenne du rayonnement cosmique a varié au cours des derniers millions d'années. Pour re-

POURQUOI LES APPELLE-T-ON DES "ÉTOILES FILANTES" ?

Les météorites arrivent dans la haute atmosphère avec des vitesses relatives que l'on détermine par différentes méthodes, en particulier grâce au radar, et qui sont toujours considérables (11 à 76 km/s et même plus). Il en résulte un frottement et une compression adiabatique de l'air suffisants pour les échauffer jusqu'à l'incandescence, ce qui les rend visibles sous forme « d'étoiles filantes » à partir d'une hauteur d'apparition calculable d'après les observations faites simultanément en deux ou plusieurs points, et qui est généralement voisine de 100 km (celle de la fin du passage visible étant plus faible : environ 80 km). Leur éclat est très variable et dépend de leur masse, de leur constitution ainsi que de leur vitesse. Le nombre des seules météorites visibles à l'œil nu est évalué approximativement à plus de 9 milliards par an.



trouver l'intensité de ce rayonnement à partir de la concentration des éléments radioactifs dans les météorites, les chercheurs fabriquent des cibles ayant une composition chimique aussi voisine que possible de celle de la météorite. A l'aide d'accélérateurs de particules, ils bombardent ces cibles avec un rayonnement de composition voisine de celle du rayonnement cosmique actuel. Ils en déduisent les rendements de formation des produits de spallation et, par conséquent, l'abondance qu'ils doivent avoir dans les météorites véritables, sous l'action du rayonnement cosmique, si celui-ci a toujours eu la même intensité et la même énergie que maintenant. En fait, les premières mesures semblent indiquer qu'elle a toujours été sensiblement constante depuis un million d'années.

Si vous trouvez une météorite ...

Il va sans dire que l'étude d'une seule météorite ne permet pas de répondre aux questions fondamentales que posent encore ces étranges messagers de l'espace.

Mais à peine l'étude de la météorite de Bongou était-elle terminée que le laboratoire de Gif recevait un nouvel échantillon. En effet, le 13 novembre 1964, une nouvelle météorite — de pierre celle-ci — tombait à Granes, dans l'Aude, près de Quillan. Le professeur Rémy, de l'Université de Montpellier, informé de l'événement, s'est rapidement procuré cette météorite qu'il soumet actuellement à des examens minéralogiques approfondis. Fort obligeamment, il en a fait parvenir un morceau au laboratoire de Gif, juste huit jours après sa chute. C'est là un délai assez exceptionnellement court, qui permet de mesurer les radioactivités les plus brèves, donc de déduire l'intensité des rayonnements qui ont frappé la météorite dans les derniers jours avant sa chute.

Pour le moment, l'échantillon est enfermé dans la carapace de plomb et de fer qui abrite le scintillateur. Il faudra encore quelques mois pour que les chercheurs de Gif dépouillent les kilomètres de bandes numériques par lesquelles se traduisent l'intensité des radiations gamma et diverses énergies.

Grâce à ce nouveau laboratoire, unique en France, notre pays participe maintenant aux analyses les plus avancées concernant les météorites. Aussi, si vous trouvez un jour une météorite, sachez que c'est à Gif-sur-Yvette qu'il convient de la faire parvenir de toute urgence.

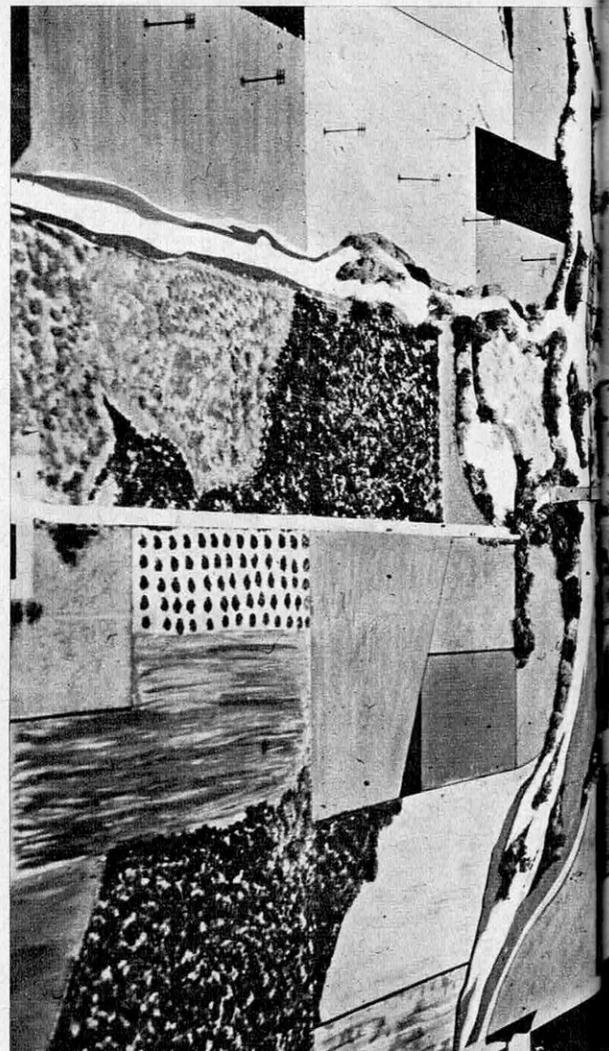
Jacqueline GIRAUD

Sur la piste de Kansas City

"J'ai atterri avec deux

**mais ce n'était
qu'un simple exercice
d'entraînement, absolument
sans danger grâce à
ce robot électronique :
le simulateur de vol.**

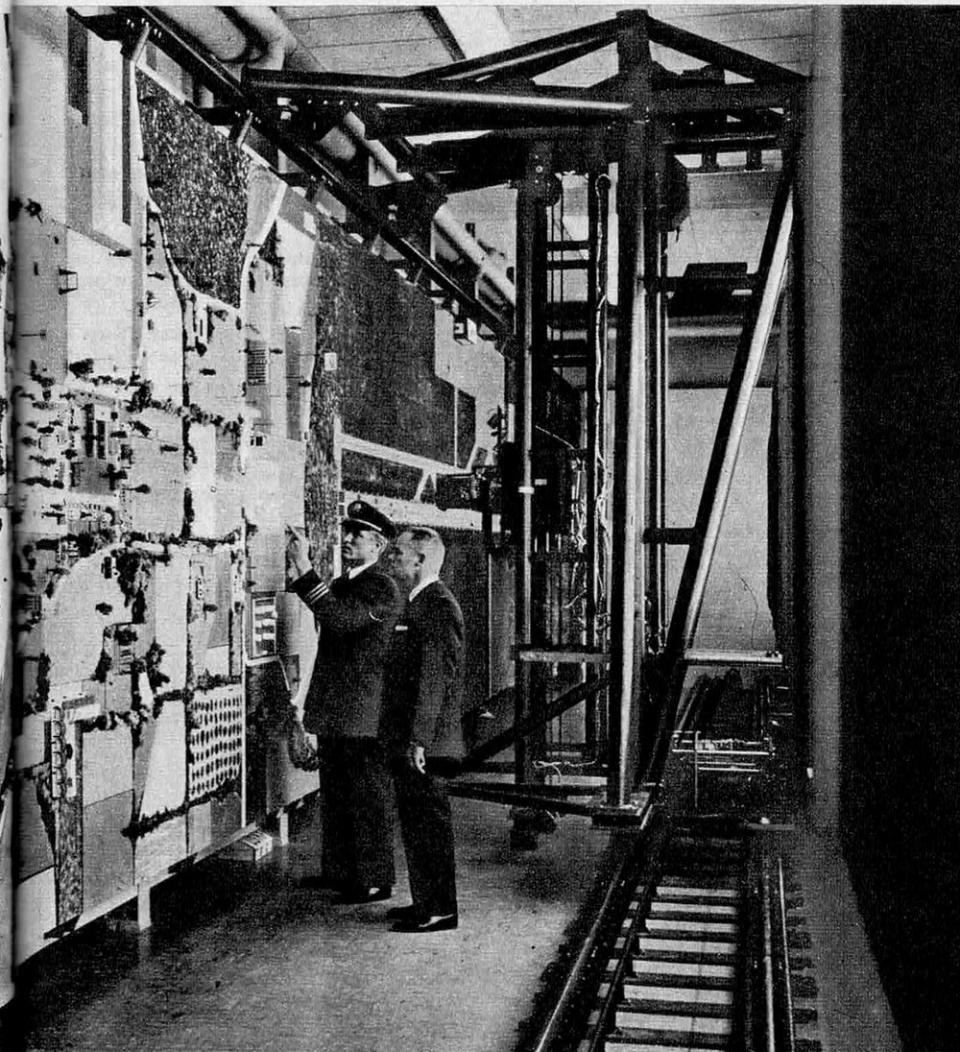
Sur ma droite un rugissement couvre brusquement le ronronnement des réacteurs. Le commandant de bord du Boeing 707 s'affaire auprès de ses manettes, tandis que j'essaie de deviner la cause de ce bruit nouveau. Je jette autour de moi un regard pour voir les réactions des cinq personnes présentes dans la cabine. Le technicien debout derrière moi a compris mon désarroi. Il me chuchote à l'oreille : « deuxième moteur droit en feu ». Le bruit suspect a maintenant complètement cessé. Le commandant a sans doute coupé le réacteur en flammes. Je consulte machinalement ma montre. Encore un quart d'heure avant l'atterrissement. Je surveille la course de la petite aiguille des secondes autour du cadran. Le commandant va sans doute lancer le traditionnel MAYDAY, l'appel international de détresse. Message conventionnel des « gros ennuis ». Il donne la priorité absolue à l'appareil en difficulté. Aucun changement dans l'attitude du commandant et de son pilote. Je remarque leur visage calme, peut-être un peu tendu ; je vois leur regard parcourir les centaines de cadrans et d'interrupteurs qui couvrent tout l'avant de la cabine. Le technicien avance la main en direction du tableau de bord, pour attirer mon attention sur l'indicateur de température. Je lis 590°. Le second moteur gauche chauffe. Le commandant de bord réduit aussitôt les gaz. Dans dix minutes, nous allons atterrir. J'ai bien l'impression maintenant que ce sera avec deux moteurs « en carafe », pour employer un jargon de pilote. A droite, sur le pupitre de commande, derrière une petite rondelle de verre, je vois le nez d'un avion stylisé descendre d'un ou deux centimètres sous une ligne blanche qui représente celle de l'horizon. Le Boeing 707 pique vers le sol tandis qu'une étrange



litanie commence. Dans un anglais technique, le commandant et son pilote échangent une série de questions et réponses :

- Aéofreins.
- Sortis.
- Pression hydraulique.
- Vérifiée.
- Vitesse.
- 300 nœuds.

"moteurs en flamme"



Sur cette maquette murale : l'aérodrome de Kansas-City. Une caméra fixée sur des rails évolue sur un plan horizontal et obéit aux commandes du simulateur. Sur l'écran, le pilote a la vision d'un atterrissage normal ou d'un décollage sur la piste de Kansas-City.

C'est la check list ; les vérifications que les pilotes de ligne répètent inlassablement, à chaque voyage, une demi-douzaine de fois.

Un bruit sourd ; le train d'atterrissage sort. Quelques secondes interminables, la piste de Kansas City apparaît sous nos yeux. A une centaine de mètres plus bas, les maisons, les arbres, défilent, vite, terriblement vite. Plus de 300 km/h. Le ciment de la base de Kansas

City se rue à notre rencontre. Un choc, un second, les crissements de plusieurs coups de frein, les bâtiments en bout de piste se rapprochent... Nous nous immobilisons. Enfin. J'ai les mains moites. Les ultimes vérifications par l'équipage. Les images de l'aéroport de Kansas City s'éteignent. Un long soupir, le commandant se lève, il se tourne vers l'instructeur. Je m'aperçois alors que, comme tout le

monde, je me suis laissé prendre au piège du simulateur de vol. Pendant vingt minutes, j'ai pu croire que j'avais complètement quitté le sol et volais à 10 000 mètres d'altitude à 800 km/h. L'étroite cabine représentant l'avant d'un Boeing, où nous sommes, ne s'est pourtant pas élevée d'un centimètre.

Il faut dire à ma décharge que tout est fait dans un simulateur de vol pour maintenir l'illusion d'un voyage aérien. Et celui de Kansas City, l'un des plus modernes du monde, a été particulièrement étudié à cet effet. Il n'existe pas un pilote qui serait capable de distinguer la différence entre le tableau de bord de notre cabine et celui d'un Boeing 707. Tous les bruits que nous avons entendus sont rigoureusement identiques à ceux que produirait un Boeing en vol. L'appareil, monté sur vérins hydrauliques, adopte toutes les positions ordonnées par les commandes du simulateur. Enfin, les techniciens américains de la T.W.A. ont poussé la minutie jusqu'à installer en face du cockpit, un écran d'une vingtaine de mètres carrés, sur lequel sont projetées par un circuit fermé de télévision en couleur, des images d'une maquette de l'Aéroport de Kansas City. Bien entendu, tous les mouvements de la caméra sont liés aux commandes du simulateur. Décollage, atterrissage, accélération, ralentissement, la caméra suit exactement les ma-

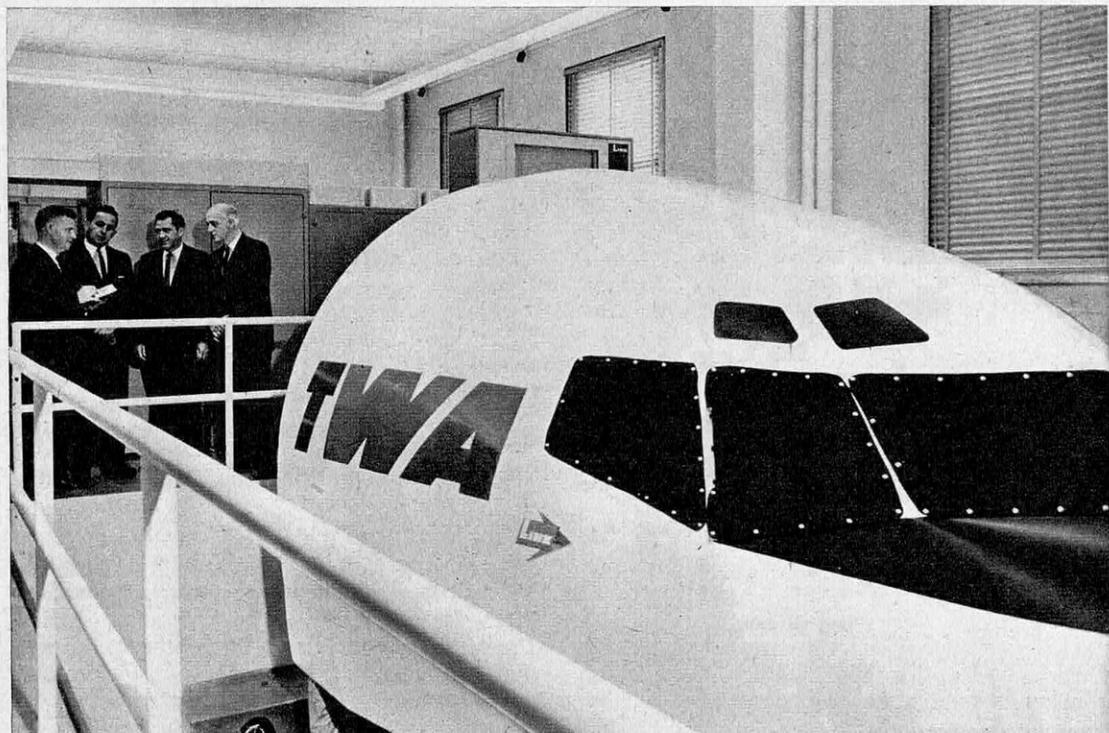
nœuvres de l'appareil pour reproduire scrupuleusement les déplacements du Boeing par rapport à la piste.

Tout le principe du simulateur repose sur son étroite ressemblance avec l'appareil réel — « le manche à balai », les palonniers, les manettes, offrent, sur le simulateur comme sur le Boeing, la même résistance aux manœuvres des pilotes. Les cadrans du tableau de bord réagissent aux commandes comme sur n'importe quel Boeing.

Une volumineuse machine électronique constitue l'élément fondamental du simulateur; relié à la cabine par plus de 250 kilomètres de câbles, le calculateur épie et enregistre les moindres mouvements des appareils situés sur le tableau de bord. Instantanément, il inscrit sur les cadrans du simulateur les ordres exécutés par l'équipage.

M. Richard, directeur technique à la T.W.A., s'installe aux commandes du simulateur pour m'en expliquer le fonctionnement. Il est Français, et les responsables de la compagnie américaine l'ont très aimablement libéré un temps de ses charges pour qu'il puisse me servir de Cicerone :

« Regardez la manette des gaz. Je tire dessus, vous avez un câble accroché après avec, au bout, une résistance qui varie. La machine électrique perçoit une tension électrique qui indi-



Le simulateur présente l'aspect du cockpit avant du Boeing. Des vérins hydrauliques mo-

difient l'attitude de l'appareil suivant les ordres du commandant de bord.

que exactement la position de la manette. Elle correspond sur un Boeing à une poussée des moteurs de 30 tonnes par exemple. A ce moment, le calculateur enregistre cette donnée qu'il renvoie aussitôt sur tous les indicateurs du tableau de bord du simulateur de vol. Bien entendu, vous avez une mémoire sur la machine, qui intègre la position de tout l'appareillage pour voir si les actions ne se contredisent pas. Tenez, je vous mets en route le simulateur. Freins serrés, je donne les gaz. Regardez l'aiguille de la vitesse. Elle ne bouge pas. Les deux manœuvres s'annulent. Si j'étais à 20 000 pieds, la réponse serait différente. Je peux manipuler n'importe lequel des interrupteurs que vous avez sous les yeux, instantanément, la machine électronique ne renverrait que les réactions fidèles d'un Boeing 707. »

Le commandant Richard se tourne vers moi : « Vous voulez essayer un petit décollage ? »

Je jette un regard angoissé sur les centaines de cadrans et d'interrupteurs qui tapissent la cabine. Le commandant Richard m'affirme gentiment :

« Je vous assure que l'on s'y fait très vite. » Je ne suis absolument pas convaincu.

« Si je manque mon décollage ou mon atterrissage, que se passera-t-il ? »

Le commandant Richard a un large sourire :

« Vous casserez du bois ! Vous décapitez un arbre ou une maison sur la maquette de 20 mètres de long qui reproduit l'aéroport de Kansas City. Une caméra suit exactement vos mouvements sur les commandes du simulateur. Les conséquences sont quand même moins catastrophiques que sur un vrai Boeing, c'est l'un des avantages du simulateur. »

Prévoir l'imprévisible

Le commandant se lève et se dirige vers l'arrière du cockpit. Il me désigne d'un geste un grand panneau de 80 cm de large sur 2 mètres de haut, entièrement couvert d'interrupteurs.

« Toute cette partie n'existe pas sur un Boeing. Un technicien se tient devant ce pupitre et selon les ordres de l'instructeur, il vous fait quelques petites blagues. Il vous met le feu à un moteur. Il vous fait passer au milieu d'une zone de grosses turbulences. Il vous oblige à couper les deux moteurs d'un même côté. »

Les yeux du commandant Richard pétillent de malice.

« A ce moment, vous voyez si vous pouvez le tenir, votre coucou ! Généralement, au bout de quelques minutes, vous avez l'impression d'avoir les 140 tonnes de votre Boeing sur le dos. La dernière fois que je me suis amusé à ce petit exercice, j'ai eu des courbatures pendant huit jours. »

« Quand un moteur prend feu, que faites-vous ? »

Je vois aussitôt la main droite du commandant Richard se tendre vers une manette invisible, tandis que sa main gauche manipule au-dessus de sa tête un interrupteur imaginaire.

« D'abord couper le moteur; couper l'arrivée d'essence; mettre ce réacteur entièrement hors circuit. »

« Cela vous est arrivé souvent d'avoir un moteur de Boeing 707 qui flambe ? »

« Moi, jamais, et je ne touche même pas du bois, il y a vraiment peu de « chance » pour que cela m'arrive. Et même dans ce cas, grâce au simulateur, je connais exactement les manœuvres à exécuter pour atterrir sans « bobo ». Nous faisons sur simulateur toutes les opérations de sauvetage d'urgence que nous n'avons jamais l'occasion de réaliser sur un vol normal. Au fond, 80 % de notre entraînement nous apprend des choses dont nous ne nous servirons jamais. On essaie de prévoir l'imprévisible, c'est ça la sécurité. La part la plus importante de notre apprentissage est d'acquérir des réflexes qui agiront utilement même en cas d'ennuis. »

Trois personnes entrent dans le cockpit. Un commandant, son pilote et un ingénieur viennent suivre un entraînement d'une heure sur simulateur. Très gentiment, ils acceptent que j'assiste à la leçon. Le commandant s'installe, le pilote s'asseoit à sa droite, tandis que l'ingénieur occupe un siège en retrait du fauteuil du pilote. L'instructeur, debout, se tient derrière eux. Il signale au commandant qu'il devra, après avoir atteint la vitesse de 230 km/h, tenter de s'arrêter comme lors d'un décollage manqué.

La check list terminée, j'entends le bruit des quatre réacteurs qui s'emballent. Devant moi, l'écran me laisse apercevoir l'étroite bande de béton de l'aéroport qui défile. Le Boeing 707 exige une longue piste d'envol. Les ingénieurs de l'aéronautique ont calculé que lorsqu'un Boeing dépasse, au moment du décollage, la vitesse de 230 km/h, il ne peut plus sans risque s'arrêter sur les pistes, qui excèdent rarement 3 500 mètres. 230 km/h constituent donc pour les pilotes de Boeing une espèce de Rubicon qu'ils ne franchissent jamais sans être absolument certains que tout est O.K. et qu'ils pourront décoller !

Je regarde l'aiguille du tachymètre tourner lentement : 90 nœuds, cent, cent dix, cent vingt, cent trente, nous roulons à environ 230 kilomètres à l'heure lorsque le commandant déclenche les freins. Une série de crissements de pneus atroces. Nous franchissons près de 1 500 mètres qui me paraissent interminables, nous pouvons enfin nous immobiliser.

Maintenant, déclare l'instructeur, décollage normal.

Un simulateur de vol pour l'espace

Ci-dessus, trois photos d'un simulateur d'une capsule spatiale. Le pilote s'entraîne pour le rendez-vous de deux vaisseaux cosmiques dans l'espace. On imagine assez mal quelles auraient été les réactions de Youri Gagarine et de John Glenn pendant leur vol cosmique sans un entraînement systématique sur simulateur. C'est suivant le comportement des cosmonautes sur les Vostoks et des cabines Mercury, au sol, que les responsables soviétiques et américains ont choisi leur premier homme de l'espace. Aujourd'hui, dans les laboratoires de la « Gumann Aircraft Corporation » à New York, un groupe de cosmonautes répète déjà l'atterrissement de la capsule Lem sur la surface lunaire qui aura lieu aux environs de 1970. On peut affirmer sans hésitation que le simulateur indispensable pour les cosmonautes jouera un rôle fondamental dans la conquête de l'espace.

Nous revenons instantanément, comme par magie, à notre point de départ, et à nouveau le commandant lance ses réacteurs.

« Vous voyez, me chuchote le commandant Richard, à bord d'un simulateur, vous pouvez sans inconvénient refaire dix fois, vingt fois si vous le désirez les mêmes manœuvres. Ici, en un tour de main, vous vous retrouvez selon la volonté de l'instructeur à 10 000 mètres d'altitude, ou à 2 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le simulateur est pour cette raison un extraordinaire outil de perfectionnement. »

Le plus doucement possible, je demande :

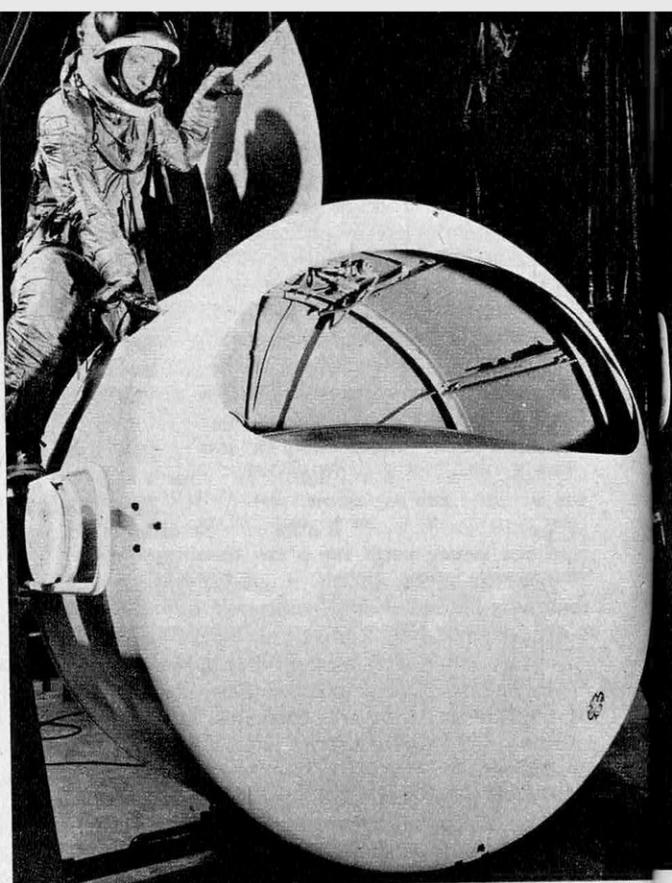
« Les personnes qui tiennent les commandes sont des élèves-pilotes ? »

Le commandant Richard réprime un éclat de rire :

« Vous avez, à votre gauche, l'un de nos vétérans de la ligne Atlantique-Nord, ce qui ne l'empêche pas de venir à Kansas City tous les six mois suivre un stage régulier sur simulateur. Le simulateur sert autant, sinon plus aux pilotes confirmés qu'aux débutants. Vous avez :

1^o Les stages de contrôle périodiques; pour vérifier régulièrement les aptitudes du personnel navigant.

2^o Les stages de remise en train. Après un congé de maladie. Ils sont fréquents car un commandant de bord ou un pilote qui n'est pas en



forme à 100 pour 100 est automatiquement mis au repos médical.

3^o L'étude simulée d'une nouvelle ligne aérienne. On organise un vol d'entraînement simulé lorsqu'un pilote est transféré sur une ligne qu'il ne connaît pas.

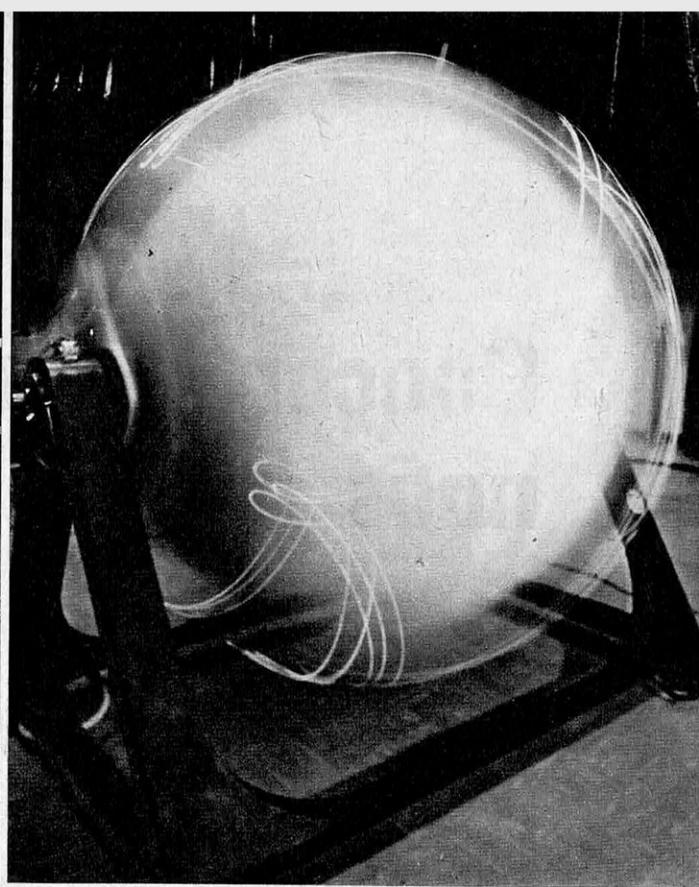
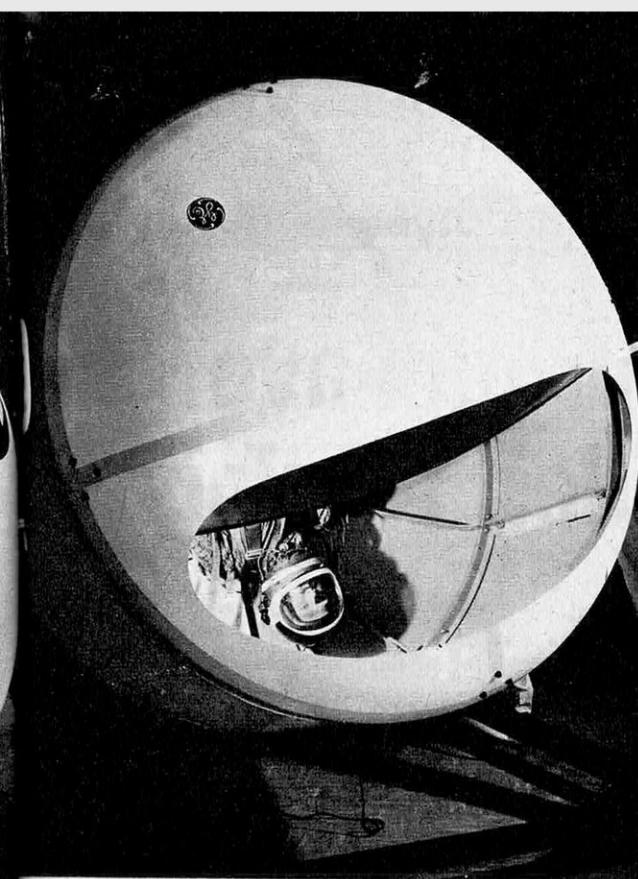
4^o Expérimentation et entraînement lorsqu'un appareillage nouveau est monté sur les Boeing.

L'heure de vol 10 fois moins chère

Bien entendu, tous les nouveaux pilotes font leurs premières armes sur simulateur, mais ne croyez pas que ce sont des apprentis. Avant de venir au simulateur Boeing 707, tous ces pilotes ont au maximum un brevet de pilote de ligne civile; et comme la plupart viennent de l'armée, ils ont l'habitude des vols sur « jets ».

« Mais le simulateur ne remplace pas complètement le vol réel sur Boeing 707 ? »

« Non bien sûr, nous faisons alterner les exercices sur Boeing et sur simulateur. En fait, il y a une telle similitude entre les réactions des deux appareils que la mémoire des pilotes distingue difficilement si une manœuvre a été exécutée réellement ou non. On estime que si un élève avait besoin de 20 heures de vol sur Boeing 707, avec 20 heures sur simulateur et



8 heures de Boeing on obtiendra les mêmes résultats. Cela fait donc une économie de douze heures de vol réel. Vous savez à combien revient une heure de leçon sur un Boeing ?

J'ai un geste d'ignorance.

« 750 000 anciens francs. »

Le commandant Richard a un sourire ironique.

« Le pourboire au moniteur est interdit. Je ne compte pas évidemment le manque à gagner. Car quand vous avez un engin de 6 millions de dollars, si vous voulez l'amortir, vous avez intérêt à mettre des passagers dedans. A la Compagnie, vous avez plus de 1 000 commandants de bord et pilotes et nous dépendons chaque année plusieurs millions de dollars pour leur entraînement sur Boeing. L'heure de simulateur nous revient entre 50 000 et 100 000 anciens francs. L'appareil coûte quand même un million de dollars environ et nos simulateurs Boeing exigent une révision complète chaque année. Mais ce n'est pas uniquement une question d'économie qui nous incite à préférer le simulateur. Il y a l'avantage de n'avoir à tenir aucun compte de l'encombrement des pistes, ou de l'espace aérien, des perturbations atmosphériques, tel que la mauvaise visibilité par exemple. Et surtout, lorsque votre pilote fait une erreur, quelles que soient les conditions, vous le reprenez « à chaud ». Vous lui deman-

dez de refaire immédiatement la même manœuvre; ce qui n'est pas toujours possible en vol réel. »

Rien, dans l'immense centre de formation des pilotes de Kansas City, l'un des plus modernes du monde, ne m'aura davantage impressionné que le simulateur de vol, dernier cri de la technique aéronautique. Il est évident aujourd'hui que ce système d'entraînement des pilotes connaîtra un prodigieux développement lors de l'apparition sur les lignes internationales des longs-courriers supersoniques; les tâtonnements et les erreurs ne pourront être permis sur de tels mastodontes d'acier. Il est significatif à cet égard que sitôt prise la décision de construire le « Concorde », la British Aircraft Corporation et Sud-Aviation commandaient à une firme américaine le simulateur destiné à entraîner ses équipages.

Dans le Boeing 707 qui me ramenait à Paris, j'ai tiré le bilan de ma visite de 24 heures au Centre de Kansas City. Jusqu'à présent, comme tous les profanes, je déplorais que les avions commerciaux fussent devenus des monstres de complexité. Je suis convaincu aujourd'hui que les efforts des ingénieurs pour accroître la sécurité des voyages aériens suivent le même essor. Assurer la sauvegarde des passagers est devenu un art qui fait appel à l'extrême pointe de la technique humaine.

Jacques OHANESSIAN

Concorde : pourquoi avons-nous besoin des Anglais ?

En passionnant l'opinion, l'Affaire « Concorde » a brusquement révélé au public français l'importance et les dimensions du programme franco-britannique de réalisation d'un avion de transport supersonique : son importance, d'abord, par les polémiques sur le coût des investissements nécessaires ; ses dimensions ensuite, puisque son éventuelle remise en cause a soulevé une vague d'indignation dans les milieux aéronautiques des deux pays.

Mais, de ce côté de la Manche, le réflexe le plus courant fut de s'étonner de notre carence en matière de turbo-réacteurs ; nombreux furent ceux, en effet (et même, dit-on, à l'échelon le plus élevé), qui se posèrent la question : « Pourquoi ne pouvons-nous faire seuls des réacteurs de grande puissance, comme ceux nécessaires à Concorde ? Ce n'est vraiment pas la peine d'avoir une industrie aéronautique puissante si nous devons acheter les moteurs à l'étranger... »

Dans sa brutalité, cette question a, au moins, le mérite de poser le problème ; il est en effet inquiétant de constater que la sortie d'un avion qui, après tout, aurait pu n'être que français, dépendait finalement de la bonne volonté d'un pays tiers. Faisons même abstraction du réflexe nationaliste : une industrie aéronautique de plusieurs dizaines de milliers de personnes (1) peut-elle oui ou non fabriquer ses propres moteurs ? Avant de répondre, examinons le problème tel qu'il se pose actuellement aux industriels et aux techniciens.

5 ans, 500 millions F, 5 000 personnes

Avant même que ne soit envisagée la construction d'un avion de transport supersonique, l'étude, la construction et la mise au point d'une turbine à gaz aéronautique de moyenne (2) importance (c'est-à-dire de 4 à 7 tonnes de poussée) était déjà considérée comme une

« grosse affaire » : selon les experts, il fallait compter cinq ans, et dépenser 50 milliards de francs (légers) en faisant travailler 5 000 techniciens, dont une bonne partie très spécialisés. Ensuite, il faut passer au stade de la fabrication de série, tout en continuant à travailler pour améliorer le moteur d'origine. Si, comme cela est souhaitable pour l'amortissement des investissements et de l'outillage, cette fabrication en série s'étale ensuite sur une bonne dizaine d'années, le cycle complet de vie d'une turbine à gaz d'aviation est donc de quinze ans, et donne effectivement du travail à 5 000 personnes pendant ces quinze ans. Encore faut-il disposer aussi des installations d'essais nécessaires, et qui entraînent d'énormes investissements.

Voyons maintenant ce qui se passe chez le plus gros motoriste mondial, la division « Pratt and Whitney » du groupe (américain) United Aircraft. Sur les 45 000 employés de cette division, les deux tiers environ consacrent leur activité aux turbines à gaz. En tenant compte des chiffres précédents, Pratt and Whitney pourrait donc sortir une nouvelle turbine tous les 2 ou 3 ans. Compte tenu aussi des inévitables imperfections (moteurs n'atteignant jamais le stade de la série, tâtonnements dans le choix d'une formule, erreurs techniques), une périodicité de 3 ou 4 ans serait même normale : c'est effectivement ce qui se passe ; le plus grand fabricant au monde de turbines à gaz offre à la clientèle six types différents de machines et n'en prévoit qu'un seul autre pour les années à venir : le turbo-réacteur dessiné spécialement à l'intention du futur avion de transport U.S. Mach 3.

Mais la puissance industrielle s'appuie obligatoirement sur un marché le plus vaste pos-

(1) L'industrie aérospatiale française emploie 90 000 personnes dont 18 000 pour les moteurs ; l'industrie britannique 260 000 et l'industrie U.S. plus d'un million.

(2) C'est le cas des réacteurs équipant « Caravelle », les Boeing 707, les Douglas DC.8.

sible. Sur ce point, les motoristes U.S. disposent de l'atout formidable que représente la clientèle de l'U.S. Air Force et de l'U.S. Navy : lorsqu'un turbo-réacteur est proposé à un client civil, il est déjà au point depuis plusieurs années, et des centaines ou des milliers de machines sont en service. C'est ainsi que le turbo-réacteur JT-3 qui équipe, sous diverses formes, une bonne partie des quadriréacteurs civils, avait d'abord été mis au point et construit en grande série pour l'équipement des bombardiers stratégiques B-52 et des ravitailleurs

KC-135. A l'heure actuelle, plus de 15 000 turbines de ce type ont été construites par Pratt and Whitney et l'expérience acquise sur ces machines a permis de porter récemment leur durée de vie (entre révision) à plus de 5 000 heures, soit plusieurs années d'utilisation...

Il y a cinq ans, un tel résultat eût été impensable. Une fois encore se confirme la règle qui veut que les plus hautes qualités soient obtenues dans les plus grandes séries de fabrication.

Exclusivement militaire...

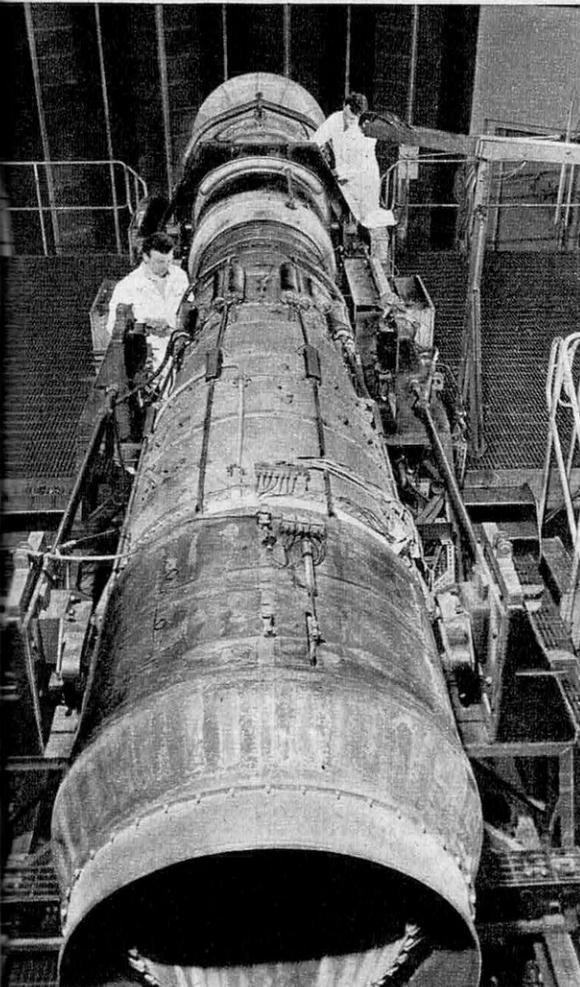
Face aux géants américains (Pratt and Whitney, General Electric) et même aux motoristes britanniques (Rolls-Royce, Bristol-Siddeley), quel rôle a joué, et peut jouer dans l'avenir, la plus grande société française de construction de moteurs, la S.N.E.C.M.A. (12 000 personnes) qui, depuis quinze ans, est progressivement devenue le fournisseur exclusif de nos forces aériennes en turbo-réacteurs de moyenne poussée.

A l'échelle de la S.N.E.C.M.A., il est en principe possible de réaliser une turbine à gaz entièrement nouvelle, de grosse puissance ; c'est un problème technique, que nos ingénieurs et techniciens sont capables de résoudre : ils l'ont même prouvé en mettant au point la longue lignée des « ATAR », turbo-réacteurs simples, de faible surface frontale (1), et qui équipent les « Vautour », les « Super-Mystère », les « Étandard », les « Mirage III » et les « Mirage IV ». En 10 ans, on est passé de 3 500 à 6 800 kg de poussée au décollage, et 2 700 « ATAR » ont été ainsi réalisés à ce jour.

Des séries trop faibles

2 700 machines... c'est là que le bât blesse déjà : car ces turbines ayant appartenu à plusieurs modèles différents, il n'y a en fait pour chacun de ceux-ci que quelques prototypes réalisés et essayés, puis une petite pré-série, enfin une série de quelques centaines de moteurs. Quant à la durée de vie, elle ne dépasse pas quelques centaines d'heures, ce qui n'a pas d'importance sur des avions militaires, qui ne volent quand même pas 8 heures par jour comme les « Caravelle ». Il est à noter qu'il existe une différence fondamentale entre l'utilisation d'un moteur d'aviation chez les civils et chez les militaires, car un avion militaire de combat ne vole en général que quelques dizaines d'heures par mois durant lesquelles il

(1) On appelle surface frontale d'un réacteur la surface du cercle dans lequel s'inscrit le moteur vu de face.



Un turbo-réacteur moderne de grande puissance a des dimensions impressionnantes : ci-dessus l'« Olympus-301 » (5,84 m de longueur, 107 cm de diamètre, 3 tonnes de poids total avec le dispositif de post-combustion) dont Bristol-Siddeley a tiré un frère jumeau : le réacteur de « Concorde ».

peut d'ailleurs être poussé à plein régime. Un avion civil, par contre, vole plus de 200 heures par mois, mais on ne pousse ses moteurs qu'au décollage. Au bout d'une année, l'avion militaire aura quelques centaines d'heures de vol, et l'avion civil quelques milliers. Si l'on tient compte des améliorations qui auraient pu être apportées entre temps sur ces deux machines, il paraît évident qu'à longueur de vie totalement différente et pour des conditions d'emploi très diverses, elles devront être remplacées à peu près en même temps par des modèles « dernier cri ».

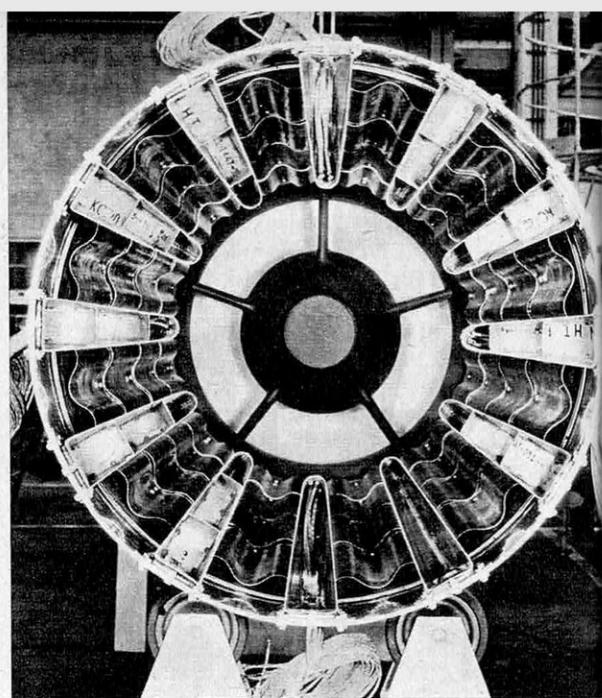
Là où nous fabriquons, en France, quelques dizaines de réacteurs de pré-série, les Américains parlent plutôt de réacteurs « prototypes ». Quant à notre série, ce serait pour eux une pré-série. Ce décalage des ordres de grandeur explique bien des choses, en particulier les raisons pour lesquelles les services officiels n'ont pas demandé à la S.N.E.C.M.A. de réaliser un réacteur pour « Caravelle » : l'« Atar » ne convenait pas, pour diverses raisons, il fallait créer une nouvelle turbine avec pour seul marché 200 avions, soit 600 turbines (1). De plus, les compagnies de transport aiment mieux avoir affaire à des motoristes connus d'elles, et dont elles ont pu apprécier les services d'après vente dans le domaine civil.

Le problème de Concorde

L'absence de grosses turbines à gaz civiles en France ne constitue donc pas un aveu d'impuissance technique, mais découle naturellement de la faiblesse de notre marché civil. Quant à la réalisation, par nos seuls moyens, d'un turbo-réacteur de très grande puissance pour « Concorde », c'eût été une pure folie économique. Personne n'y a d'ailleurs sérieusement pensé : il était infinitéimement plus sage de rechercher une coopération fructueuse avec l'industrie motoriste britannique dont la réputation mondiale est sérieusement établie. Le succès de cette industrie s'explique en partie par le fait que c'est en Grande-Bretagne que naquit la turbine à gaz, grâce à Whittle.

C'est donc sans arrière-pensée que s'ouvrirent à l'échelon des constructeurs, puis des gouvernements, les négociations qui aboutirent il y a plus de deux ans à la signature de l'accord franco-britannique sur le futur « Concorde ». Bristol-Siddeley fut choisi parce que depuis dix ans, ce motoriste développait une turbine à gaz militaire dont les caractéristiques de base permettaient d'en extrapoler un dérivé civil de poussée suffisante : « Concorde », au poids de

(1) On compte, en général, une turbine de recharge pour chaque avion, la turbine étant l'organe qui travaille dans les conditions mécaniques et thermiques les plus difficiles.



Ce silencieux d'échappement est essayé par la SNECMA : il préfigure les dispositifs qui permettront aux moteurs de « Concorde » de ne pas faire plus de bruit que les réacteurs actuels.

110/120 tonnes, exigeait en effet déjà des réacteurs de 11 à 12 tonnes de poussée — et aucune machine de cette catégorie n'existe encore dans le monde occidental.

Aux U.S.A. les plus puissants réacteurs connus étaient le J-58 de Pratt and Whitney, d'une poussée « à sec » de 9,6 t, et le J-93 de General Electric, qui donne 8,8 t de poussée. Le J-58, on le sait, est le réacteur qui équipe le fameux Lockheed A-11 (premier avion au monde à avoir volé en croisière rapide à Mach 3), tandis que le J-93 est monté à six exemplaires sur le North American B-70, autre avion trisonique, mais dont les essais viennent tout juste de commencer. Nous venons de préciser « poussée à sec » : en effet, comme tous les réacteurs modernes, le J-58 et le J-93 sont dotés d'un dispositif de « post-combustion » ; par injection de carburant dans le jet de gaz chaud (après son passage sur la dernière turbine) on provoque une deuxième combustion, car les gaz chauds sont encore riches en oxygène. Cette deuxième combustion, baptisée « réchauffe » ou « post-combustion », entraîne en général un accroissement de poussée de l'ordre de 50 %, mais au prix d'une augmentation de consommation très élevée. Cependant, cette solution est fréquemment utilisée car elle permet d'obtenir un niveau de poussée élevé (14,5 t pour le J-58 ; 13,3 t pour le J-83) sans augmenter le diamètre du moteur. Bien entendu, ce raisonnement ne vaut que si l'utilisation de la réchauffe est limitée à quelques minutes.

Dans le cas d'un avion de transport supersonique, le problème est très différent, puisqu'il s'agit de voler en permanence à Mach 2 ou Mach 3, donc avec une poussée élevée. Obtenir celle-ci avec un dispositif de réchauffe serait, dans l'état actuel de la technique, antiéconomique. De plus, l'utilisation de la réchauffe sur un aérodrome civil au décollage est impensable, étant donné le fonctionnement très bruyant de ce système. Finalement, sur de tels avions, la réchauffe étant donc exclue, les dimensions du moteur devaient donc dépendre directement du niveau de poussée nécessaire soit au décollage soit en croisière.

Mais un examen détaillé des conditions de vol a montré que la poussée maximale nécessaire n'apparaissait dans aucun de ces deux cas, mais à un moment bien précis : celui du passage du mur du son, vers 12 ou 13 km d'altitude. Le franchissement de Mach 1 correspond en effet à un accroissement de traînée d'autant plus notable que le passage transsonique s'effectue à une altitude élevée : la densité de l'air diminuant avec l'altitude, l'appareil vole alors à un coefficient de portance relativement élevé (générateur d'une traînée « induite » importante), tandis que la poussée des réacteurs tend à décroître puisqu'ils absorbent moins d'air (1).

Or pour éviter les effets fâcheux du bruit au sol, on sait que le passage du mur du son doit s'effectuer à l'altitude la plus élevée possible. La poussée exigée des réacteurs dépend donc en dernier ressort de l'altitude minimale à laquelle on peut passer le mur du son.

Cette considération conduit même à surdimensionner les réacteurs par rapport à ce qu'ils devraient être pour assurer le décollage de l'avion sur des pistes de longueur normale. Or ce surdimensionnement est coûteux en poids, en traînée (surface frontale accrue : en vol supersonique la traînée dépend encore plus étroitement de cette surface), et surtout en consommation de carburant, car les turbo-réacteurs voient leur consommation spécifique (rapport entre la consommation horaire et la poussée fournie, exprimée en kg/kg.p-h ou kg de carburant par kg de poussée-heure) s'accroître lorsque le niveau de poussée demandé à un moteur donné diminue : la turbine à gaz s'adapte très mal aux charges partielles, pour des raisons thermodynamiques. En résumé, le passage du mur du son et la croisière demanderaient idéalement des moteurs d'échelle différente.

Les constructeurs de « Concorde » ont donc

prévu, avec l'accord des motoristes, l'adjonction d'une « réchauffe légère », soit 10 % environ de la poussée nominale. Ces 10 % de poussée supplémentaire, utilisés seulement lors du passage transsonique, permettent d'ajuster au mieux les dimensions du réacteur. Mais comme entre temps « Concorde » avait engrangé de plusieurs dizaines de tonnes (en long-courrier, l'appareil pèsera 147 t), il a fallu réviser la conception initiale du moteur, qui s'éloigne de plus en plus de l'« Olympus » d'origine : la version actuellement retenue, l'« Olympus 593 B », délivrera une poussée de 14,15 t au décollage, et 15,7 t avec sa « réchauffe légère » lors du passage transsonique. Plus que jamais, il s'agissait donc de réaliser un turbo-réacteur dont les dimensions et les performances dépassent nettement celles des turbines existantes, étant cependant entendu que l'« Olympus 593 B » ne faisait appel qu'à des connaissances techniques raisonnables. C'est une des conséquences de la limitation à Mach 2,2 de la vitesse de croisière de Concorde, alors que le vol à Mach 3 du futur avion de transport américain reste basé sur une impasse technique assez osée, en particulier pour les réacteurs.

Partage des compétences

Pour la première fois dans l'histoire de l'aviation, on assiste donc à une collaboration poussée de deux grandes firmes pour réaliser un moteur. Bristol-Siddeley (60 % du programme) fournit le réacteur « sec » proprement dit, la S.N.E.C.M.A. (40 % du programme) étudie et réalise la tuyère d'éjection avec le dispositif de réchauffe, les inverseurs de jet, et la tuyère de sortie (à géométrie variable) proprement dite. En fait, la collaboration entre les deux sociétés va plus loin qu'une simple répartition des tâches : la S.N.E.C.M.A., par exemple, apporte des connaissances nouvelles en matière de compresseur (l'Atar 9-K des Mirage IV est le seul réacteur de série au monde à utiliser un compresseur avec plusieurs étages transsoniques), tandis que Bristol-Siddeley, de son côté, a réalisé aussi, sur l'« Olympus » précisément, des dispositifs de réchauffe à grande puissance.

De plus, les essais et la mise au point de l'« Olympus 593 B » s'effectueront dans les deux pays, car les installations au sol indispensables sont gigantesques : il s'agit de reproduire les conditions d'alimentation du réacteur à toutes les altitudes de vol, ce qui revient à lui fournir une énorme masse d'air (jusqu'à 185 kg/s) à une vitesse, une pression, une température et un degré hygrométrique corrects. Le Centre d'Essais des Propulseurs de Saclay en France, et ses homologues britanniques de Patchway et Pyestock doivent pour cela

(1) La traînée induite d'une aile est la partie de la traînée totale due à la création même de la portance. Les autres traînées partielles sont la traînée de frottement, la traînée de forme (qui dépend du profil) et, en vol supersonique, la traînée d'onde due à l'apparition des ondes de choc.

développer considérablement les installations existantes, d'où des investissements supplémentaires qui ne sont cependant pas perdus pour l'avenir.

On n'arrête pas le progrès

Comme nous l'avons vu, le turbo-réacteur à grande puissance conditionne donc l'avenir de l'avion de transport supersonique. Aucun réacteur de la capacité nécessaire n'existe actuellement, même aux U.S.A., et, en se lançant dans sa réalisation, la France et la Grande-Bretagne étaient non seulement obligées de s'associer, mais encore, pour réduire le coût et les risques et gagner du temps, de partir, dans toute la mesure du possible, d'une machine existante, même si, en fin de compte, on finit par en créer une entièrement nouvelle.

Mais deux autres aspects du problème méritent d'être abordés : celui du progrès technologique et celui de l'intérêt que peut présenter, dans d'autres domaines, la turbine à gaz de grande puissance.

La mise au point de l'Olympus 593 B (un modèle moins puissant, le 593 D tourne déjà au banc d'essai depuis juillet dernier) oblige en effet les ingénieurs français et britanniques à perfectionner leur technique dans plusieurs domaines : tenue aux vibrations des aubes de grand diamètre (premiers étages du compresseur basse pression) ; étude de matériaux résistant aux très hautes températures (aubes de turbine) afin d'améliorer le rendement thermodynamique de la machine ; études d'aubes refroidies par circulation d'air, toujours pour la même raison : admettre la température de fonctionnement la plus élevée possible sur ces mêmes aubes ; mise au point de tuyères à géométrie variable plus perfectionnées que celles actuellement utilisées (amélioration du rendement de propulsion) ; mise au point de pompes et de circuits de carburant capables de véhiculer du kéroène fortement échauffé par la vitesse de vol, etc. etc. ; en tant que « thème de travail », l'étude de l'Olympus 593 B permet donc à nos motoristes d'améliorer leurs connaissances et d'en faire profiter d'autres types de turbines à gaz. C'est ce qu'oublient un peu trop vite les « anti-Concorde » : si nous ne réalisons ni Concorde, ni ses moteurs, la technique américaine nous écrasera dans dix ans car les « retombées » des études avancées sont toujours payantes. Et nous serions obligés d'acheter aux U.S.A. les turbines à gaz même destinées aux avions subsoniques.

Deuxième aspect du problème : par ses progrès incessants, la turbine à gaz conquiert peu à peu certains marchés (propulsion des navires, stations de pompage, unités de production d'électricité aux heures de pointe)

qui n'ont plus rien à voir avec l'aéronautique mais dont le développement permettra aux industriels d'asseoir leur production sur des bases élargies. Or, dans certains cas, les très grosses unités (20 000 à 100 000 ch) seront plus intéressantes, soit parce qu'elles évitent de coûteuses transmissions, soit parce qu'elles réduisent les frais d'utilisation et de maintenance. Toutes les turbines à gaz industrielles maintenant en service sont dérivées de turbines aéronautiques et il y a gros à parier que les turbines de « Concorde » donneront naissance, elles aussi, à des turbines industrielles.

Un prolongement imprévu

Enfin, en travaillant côté à côté, les ingénieurs et les dirigeants des deux firmes ont appris à se connaître et à s'estimer. Et « Concorde » aura ainsi des prolongements imprévus : depuis plusieurs années en effet, les ingénieurs de la S.N.E.C.M.A. travaillent à la mise au point d'un compresseur transsonique, autrement dit admettant des vitesses locales de gaz supérieures à la vitesse du son (elles peuvent même atteindre Mach 1,2 à Mach 1,3). Un tel compresseur permet, à diamètre égal, d'accroître par exemple de 10 % le débit d'air admissible, donc la poussée par unité de surface frontale. Le premier bénéficiaire de cette technique fut, nous l'avons déjà dit, l'Atar 9-K. Mais il était tentant de dessiner un nouveau moteur utilisant dès l'origine cette technique : aussi la S.N.E.C.M.A. annonçait-elle l'an dernier à l'occasion de la foire aéronautique de Hanovre qu'elle avait lancé les premières études d'un tel réacteur, désigné « Mars-45 » et qui donnerait de 2 à 4,5 t de poussée, selon qu'il serait doté ou non d'un ventilateur périphérique (version « double flux ») et d'une réchauffe.

Or la Grande-Bretagne aura besoin, elle aussi, d'un réacteur de cette classe, utilisable sur plusieurs types d'avion dont le développement est inscrit dans les programmes à moyen terme : avion d'école et d'appui tactique (« E.C.A.T. »), bi-réacteur de transport pour étapes courtes (Mystère 30 ou similaires), futur chasseur-bombardier de pénétration à basse altitude et à géométrie variable. En comparant leurs travaux respectifs, la S.N.E.C.M.A. et Bristol-Siddeley s'aperçurent qu'une réalisation commune était non seulement possible, mais souhaitable.

Voilà pourquoi, sous réserve de l'approbation officielle, les deux motoristes sont décidés à lancer une deuxième réalisation commune, cette fois sous maîtrise d'œuvre française. Une association avec un motoriste allemand serait envisagée : en attendant l'Europe des Patries, l'Europe des Moteurs pourrait bien se faire très vite.

J. M.

La Terre peut de nouveau trembler

LES ARCHITECTES FRANÇAIS ONT TIRÉ LA LEÇON D'AGADIR

Le 19 février 1960, je me trouvais à Agadir. L'hôtel Maharba domine la mer : j'occupais une chambre au troisième étage. Je m'étais couché vers 23 h 30 ; un quart d'heure plus tard, je ressentis un choc assez violent accompagné d'un véritable roulement de tambour. Impression de choc vertical. Je me suis précipité à la fenêtre : la ville semblait morte. Des voitures roulaient au milieu d'une véritable tornade de poussière. Aucune lumière. Sur la mer, soudain, apparition puis montée d'un rougeoisement intense, comme un foyer mouvant d'incendie. Cela dura quelques secondes. Une insoutenable odeur de soufre se répandit ; la terre trembla violemment au milieu d'un vacarme aussi terrifiant qu'une centaine d'avions à réaction volant à basse altitude. Les meubles de ma chambre se renversèrent, mon lit se déplaça de 60 cm ; l'immeuble craquait. Et ce fut le silence total. Je m'habillai dans le noir et descendis à la recherche de mes amis...

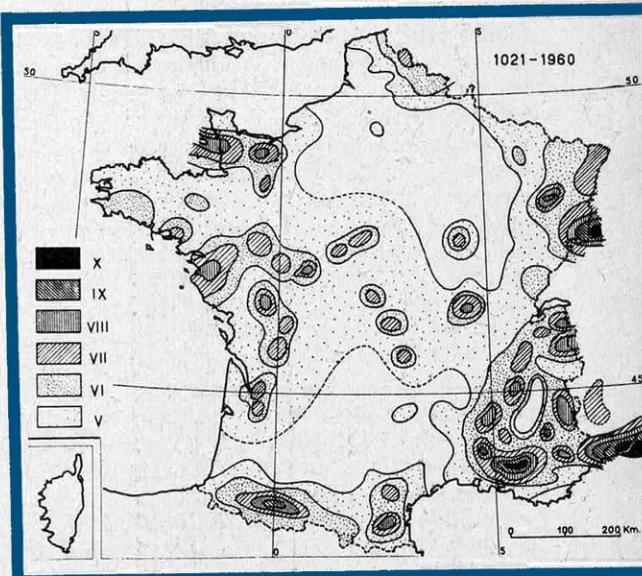
C'était fini. Le 29 février 1960 à 23 h 41 m 14 s très exactement, Agadir était encore une ville insouciante. Quelques secondes suffirent ! La terre trembla — moins d'une minute — et la Kasbah et l'agglomération de Yachev, constructions berbères en pisé de terre ou en pierre, s'effondraient. Les deux quartiers de Founti et de Talborj, construits entre 1920 et 1950, subissaient le même sort. Destructions à cent pour cent. En plein centre de la ville, ces quatre quartiers se trouvaient sur la flexure sud-atlasique, c'est-à-dire à l'aplomb d'une pente (souterraine) plongeant presque à la verticale.

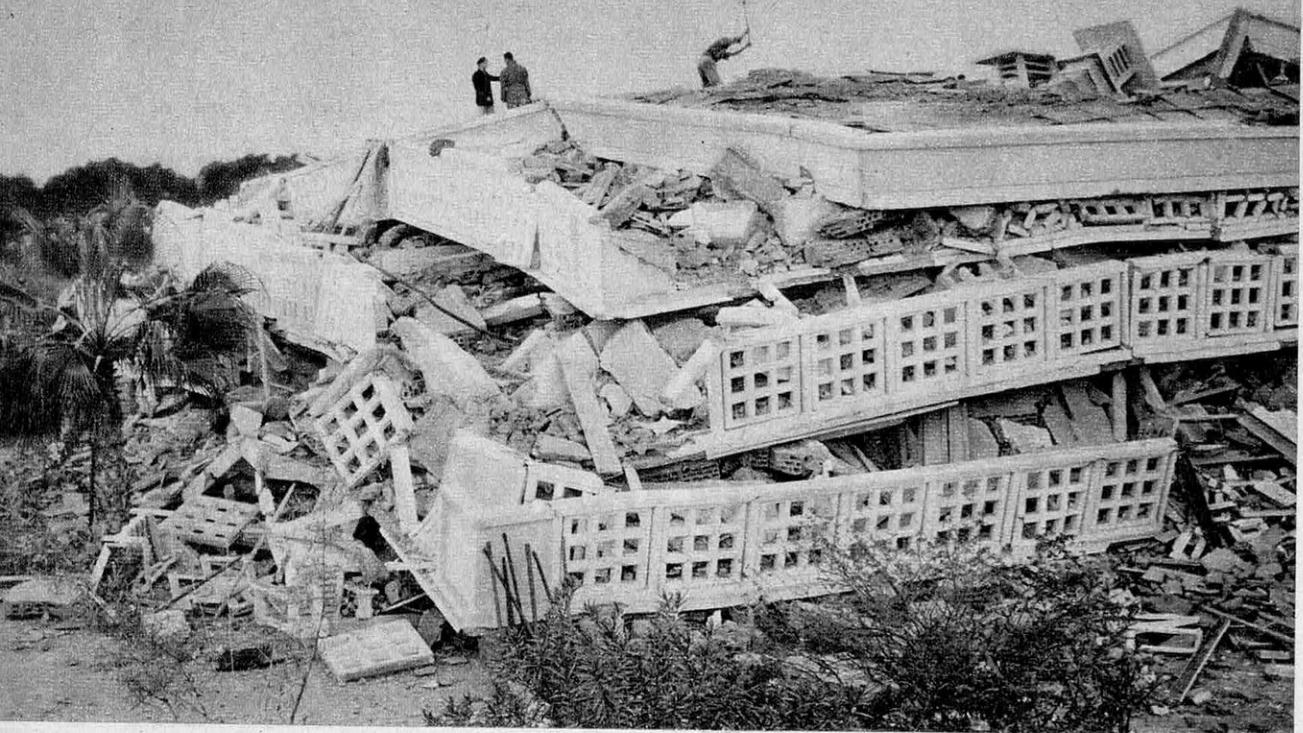
Non loin de là, la ville nouvelle et le centre

administratif étaient démolis aux deux tiers ; le quartier industriel et Anza, situés à la périphérie nord et sud, ainsi que le port, subissaient d'importants dégâts. L'eau des canalisations cassées suintait le long des chaussées défoncées et fissurées. Partout des voitures écrasées, des grues renversées, des immeubles affalés. Plus de dix mille morts, broyés et étouffés sous les décombres ; des milliers de blessés ; une ville de 40 000 habitants sans abris.

On s'étonna de l'irrégularité des destructions ; on s'étonna aussi que plusieurs témoins — et parmi eux l'équipage du chalutier « Roldano », qui se trouvait à 7 milles des côtes — mentionnent ces lueurs ou boules de feu sur la mer aperçues de l'hôtel Maharba. On pensa à une éruption volcanique sous-marine. Mais ni ponce ni cendres ne furent trouvées sur les plages de la baie. Il semble plus simplement, après l'étude faite sur place par P. Erimesco

Sur cette carte sont figurées les intensités maximales ressenties entre 1021 et 1960. En noir, les intensités les plus fortes.





et H. Aloncle, que la montée du zooplancton ait été intensifiée par les ondes de compression du séisme. Sa luminescence combinée à celle d'autres organismes peut atteindre un tel éclat qu'elle est visible sur plusieurs milles, surtout par mer agitée.

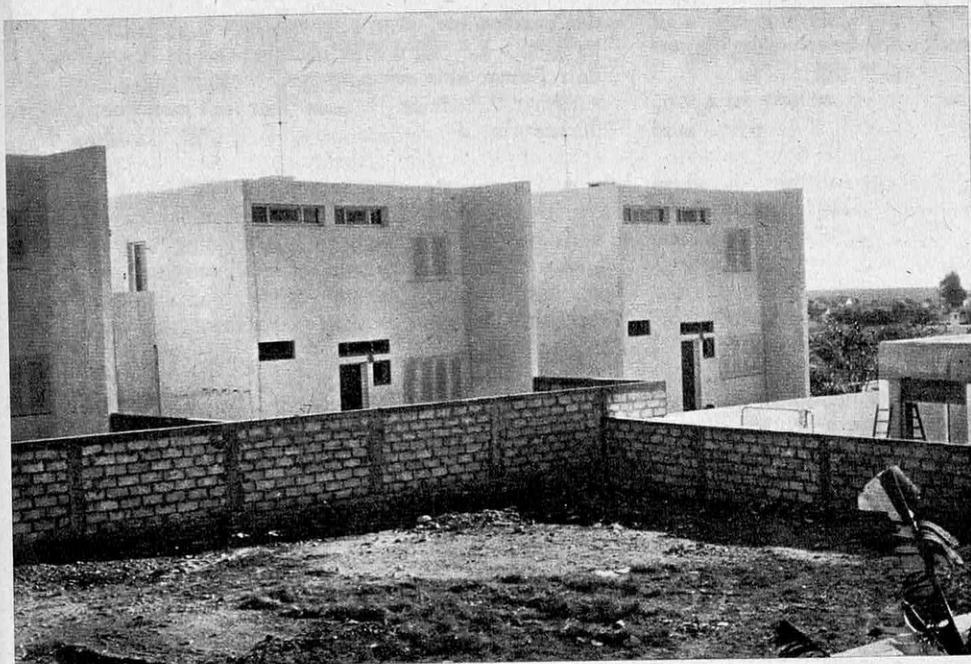
On s'étonna enfin et surtout que le séisme ait paru imprévisible. Après coup, on s'aperçut qu'aucun immeuble d'Agadir n'avait été bâti selon des lois parasismiques. La ville se trouve, en effet, exactement à cheval sur la cicatrice qui marque la séparation de deux domaines de rigidités différentes : le Haut-Atlas au nord et l'Anti-Atlas au sud. Agadir et la plaine du Sous ont une « couverture » secondaire (surtout crétagée, donc relativement friable) et néogène (division géologique de l'ère tertiaire). A cette plaine uniforme et monotone succède immédiatement au nord la montagne haute au relief vigoureux, sédiments secondaires fortement plissés. Ils sont formés, note R. Ambroggi, des anticlinaux constitués de roches tendres et des synclinaux, plus larges, offrant des assises de calcaire compact. Cet accident tectonique traverse le Maroc de part en part : pourtant, depuis le tremblement survenu en 1731 et le contre-coup en 1755 du grand séisme de Lisbonne, aucun observatoire, et même pas celui d'Averroès à Casablanca, qui enregistra parfaitement le séisme de 1960, n'avait relevé de trouble dans la plaine du Sous.

Première question : rebâtirait-on Agadir sur le même emplacement ? Si oui, quelles précautions faudrait-il prendre ? Déplacer une ville

est rarement une heureuse solution. Skopje, en Yougoslavie, fut rebâtie en 513 à 3 km de son ancien emplacement : c'est là qu'elle fut atteinte en juillet 1963. Le même problème s'est posé après les terribles secousses de 1960 au Chili, après le séisme d'Orléansville en 1954, après ceux d'Iran et du Japon. J.-P. Rothé montre que les épicentres — point où la verticale du centre d'ébranlement rencontre la surface du sol — des différents tremblements de terre sont rarement les mêmes : les tensions se libèrent successivement en différents points d'une zone active. Autrement dit : il faut envisager la possibilité de séismes se reproduisant au voisinage de l'épicentre précédent, mais rien n'indique que le déplacement d'une cinquantaine de kilomètres mette une ville à l'abri. La Turquie offre quelques exemples de villages ou cités transplantées : ainsi Erzincan, détruite dix fois en mille ans... C'est là un cas exceptionnel car, en 1964, déplacer une ville est souvent impossible et la plupart du temps inutile. La terre pourra de nouveau trembler à Orléansville, à Skopje ou à Agadir : elle ne causera plus que des dégâts matériels insignifiants.

Du Maroc à la Yougoslavie

De ce point de vue, Agadir et Skopje offrent d'intéressantes similitudes. Dans les deux cas, l'intensité fut assez élevée : de 8 à 10 et même 11. On l'explique par la relative proximité de l'épicentre et la faible profondeur des foyers n'allant pas au-delà de 3 000 m. Cette conju-



A Agadir, les immeubles en châteaux de cartes, comme celui-ci, se sont tous effondrés. D'autres constructions ont mieux résisté. On s'efforce aujourd'hui de savoir pourquoi.

gaison provoqua l'action si destructrice des ondes transversales (ou ondes S, c'est-à-dire secondes parce qu'elles arrivent après les ondes de compression longitudinales ou ondes P, ondes premières). Enfin, les deux magnitudes furent faibles : 5,8 à Skopje et 5,75 à Agadir. Intensité et magnitude sont les deux grandeurs utilisées pour mesurer la violence et l'énergie d'un séisme. Leur évaluation est capitale pour la reconstruction. La première est la violence avec laquelle est ressenti le tremblement en un point donné; « *grosso modo* », on la calcule par comparaison des effets produits sur les constructions avec une échelle normalisée. L'intensité 7 provoque des désordres dans un bâtiment; la 8 menace sa stabilité; les degrés 9 et 10 sont destructeurs; 12 par exemple est apocalyptique... Agadir et Skopje sont reconstruits en fonction d'une intensité de 8 à 9,5. Cette mesure toutefois est imprécise et varie selon la distance par rapport à l'épicentre. La magnitude, liée à l'énergie développée au foyer du séisme, permet d'en mesurer l'importance d'une façon intrinsèque. L'énergie développée à Agadir était 20 fois moins forte que celle de Skopje (où il n'y eut que 2 000 morts), 5 000 fois moins forte que celle de San Francisco, 20 000 plus faible que celle d'Assam... Elle demeure cependant très considérable : une secousse peut libérer en un temps très court une énergie équivalente à une charge de 100 000 t de trinitrotoluène. L'essai Rainier en 1957 dans le Nevada montra qu'une secousse sismique de quelque importance demande la libération

d'énergie qu'une petite bombe A ne peut fournir.

A partir de ces données, comment reconstruire? La première précaution qui s'est imposée à Agadir fut de neutraliser et de transformer en zone verte toute la partie située au nord de l'oued Tildi, faille profonde de près de 1 000 m. Les trois quartiers du Talborj, de la Kasbah et de Yachev traversent l'oued et glissent vers le sud. L'État marocain finance environ 50 % de la reconstruction, accordant en outre des prêts aux sinistrés à 2 ou 3 % d'intérêt, remboursables en vingt ans. Le secteur touristique, en bordure de mer, s'édifie à l'aide de fonds privés. Plusieurs pays ou banques européennes participent à l'opération. Dès 1960, il fallait commencer à édifier 2 000 logements provisoires pour les sinistrés, construire 3 000 m² de bureaux, remettre en état 2 000 logements privés et les installations du port, déblayer les quartiers inconstructibles et lancer la reconstruction définitive et parassismique des 540 premiers logements dans la Cité d'Urgence. Aujourd'hui le réseau routier de la future ville est terminé; dans deux ans, Agadir, qui a l'ambition d'atteindre les 50 000 habitants au cours des vingt ans à venir, sera entièrement rebâtie. Prévision : plus de 50 milliards d'anciens francs à engloutir... Le centre urbain est déjà sorti de terre et ses immeubles de cinq et six étages — parfois plus —, ses larges boulevards, ses séries de galeries réservées aux piétons commencent à prendre fière allure. Il est dominé par le nouveau Talborj construit sur une colline : ce sont des maisons basses et blanches repliées autour

de leur patio individuel. Deux remarques : la ville ne regarde plus sa célèbre baie; la plupart des croisements sont à angle droit...

Après le séisme de San Francisco en 1906, les techniciens commencèrent à se poser des questions sur le comportement des constructions soumises à des secousses telluriques. Un Japonais, le professeur Riki-Sano introduit la notion de coefficient sismique vers 1920. Alors naquirent les premiers codes antisismiques.

Aujourd'hui, plusieurs codes existent à travers le monde : Code soviétique de 1959, Code U.S.A. (S.E.A.C.) de 1960, Code japonais, Règlements parasismiques français (A.S. 55) et plus récemment les règlements de 1964 en grande partie fondés sur les études et observations de M. Despeyroux et de son équipe. Ce sont à l'heure actuelle les plus précis et les plus complets et se trouvent en passe d'être adoptés sur le plan international. Leur grande originalité est de mettre en lumière l'importance des forces horizontales auxquelles sont soumis les immeubles en cas de secousses.

La tour de Tokio a résisté

En règle générale, le principe du calcul parasismique, celui sur lequel est basée toute la reconstruction d'Agadir et même de Skopje, est le suivant : substituer au système des forces dynamiques réelles un système de forces statiques fictives dont les efforts sont censés équivaloir à ceux de l'action sismique. Il s'agit d'appliquer à chaque élément une force dont la grandeur est proportionnelle à son poids. Dans les règlements français, on considère les coefficients sismiques horizontaux auxquels correspondent des forces horizontales parallèles et des coefficients sismiques verticaux en tenant compte des forces ascendantes ou descendantes.

En cas de tremblement de terre, une construction est soumise à deux sortes de sollicitations : la déformation due au déplacement imposé aux fondations par le passage de l'onde sismique et les forces d'inertie développées par la mise en oscillation forcée du bâtiment. Les constructions basses et rigides ont des périodes courtes; en cas de séisme, elles sont beaucoup plus sollicitées qu'un immeuble élevé dont le centre de gravité serait placé le plus bas possible. Rien n'empêche — au contraire — un bâtiment de 15 étages de résister parfaitement à un tremblement de terre, à condition qu'il obéisse à des coefficients parasismiques. L'exemple de la Tour Télé de Tokio paraîtra évidemment un peu spécieux. Il est pourtant parlant : la tour de 333 m de haut est équilibrée par ses fondations. Le facteur sismique de la région de Tokio (0,2) a été adopté jusqu'à 16 m. Pour les niveaux supérieurs, le nombre est augmenté de 0,01 pour chaque tranche

de 4 m ce qui donne 1 environ à 333 m de hauteur. La tour fut calculée pour ne pas dépasser au sommet une déformation angulaire supérieure à deux ou trois degrés. Le moment fléchissant dû au vent est un peu plus fort que celui des secousses sismiques...

A Agadir très spécialement, l'effort de la construction a porté essentiellement sur trois points — qui sont les points de base de la construction parasismique moderne : les fondations; la dissipation d'énergie, de résilience et de ductilité des matériaux; le problème des contreventements.

La fin des châteaux de cartes

Les destructions telles qu'elles apparaissent apportent déjà de nombreux enseignements. Ainsi les fissures les plus caractéristiques de l'action sismique sont les fissures diagonales en X : c'est le cas d'un panneau soumis à des forces agissant parallèlement à son plan. Il se découpe alors, note M. Despeyroux, « une diagonale active comprimée et une diagonale active tendue; cette dernière cède en donnant lieu à une rupture oblique ». Puis, c'est au tour de l'autre. La rupture par flambage est également fréquente : projection d'une cloison hors de son plan par compression excessive. On s'est aperçu à Agadir et à Skopje, par exemple, que certains bâtiments modernes en béton avec armature en chainage avaient fort bien résisté (cinéma Rialto); par contre les immeubles en « château de cartes », comme le bâtiment consulaire démunie de contreventements se sont affalés sur eux-mêmes; l'Hôtel de Ville d'Agadir était d'une conception trop rigide; le Sud Building avait des porte-à-faux sans doute esthétiques, mais sûrement pas assis- miques.

1) Contrairement à ce que l'on pense généralement, un sol meuble amortit mal les vibrations; d'autre part, les amplitudes de déplacement du sol sont beaucoup plus importantes que sur un sol rocheux. Si le rocher transmet la vibration intégrale, les constructions peuvent résister : elles n'ont pas, comme en sol meuble, à supporter de déplacement différentiel en fondation.

2) La maçonnerie dépourvue de toute ductilité est définitivement écartée des constructions parasismiques. Lorsqu'elle subit la secousse, la construction doit être apte à dissiper l'énergie qui lui est transmise. L'acier est le matériau le plus intéressant pour réaliser des structures

Le Maroc entier est menacé par les séismes. Cette carte montre les régions les plus exposées. Mais ce n'est qu'une « carte des probabilités ».

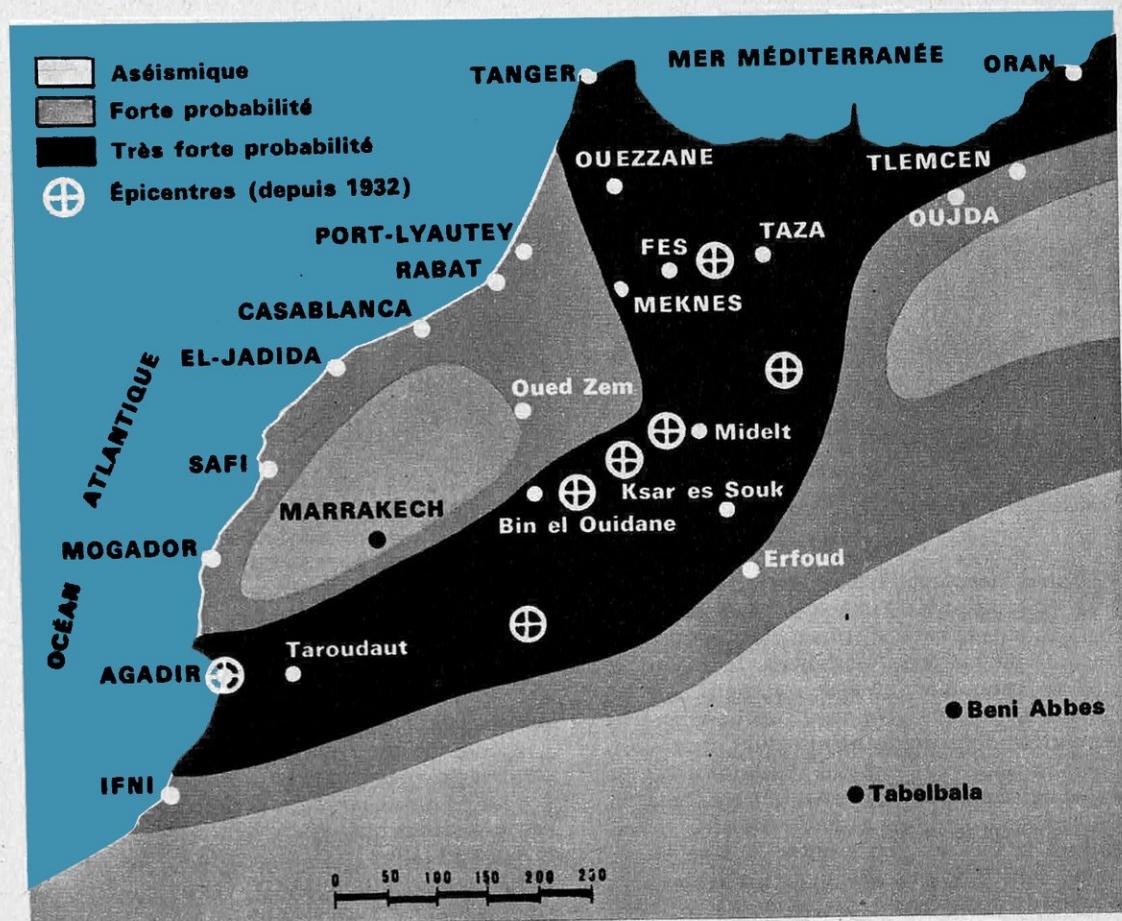
parasismiques : il possède une importante réserve de sécurité due à sa ductilité. Le chaînage vertical prend alors toute son importance : c'est lui qui assure la liaison avec les panneaux perpendiculaires et permet l'amortissement et la dispersion de la secousse.

3) La plus grande partie des effondrements qui surviennent au cours d'un tremblement de terre provient d'une insuffisance de résistance aux sollicitations latérales : il n'y a pas de contreventement ou ils sont insuffisants. En temps ordinaires, seule la force du vent est envisagée. En cas de secousses, l'immeuble peut être ébranlé aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. M. Despeyroux note : « Étant donné qu'il présente généralement plus de raideur dans le sens longitudinal, il peut être soumis à des forces plus importantes dans ce sens ». Cela paraît banal : c'est peut-être l'aspect le plus neuf de la construction parasismique.

Si la France se trouve un peu à l'écart des zones de grande activité sismique, les risques de secousses telluriques existent. Pour avoir affirmé que Marseille pouvait être sujet à séisme,

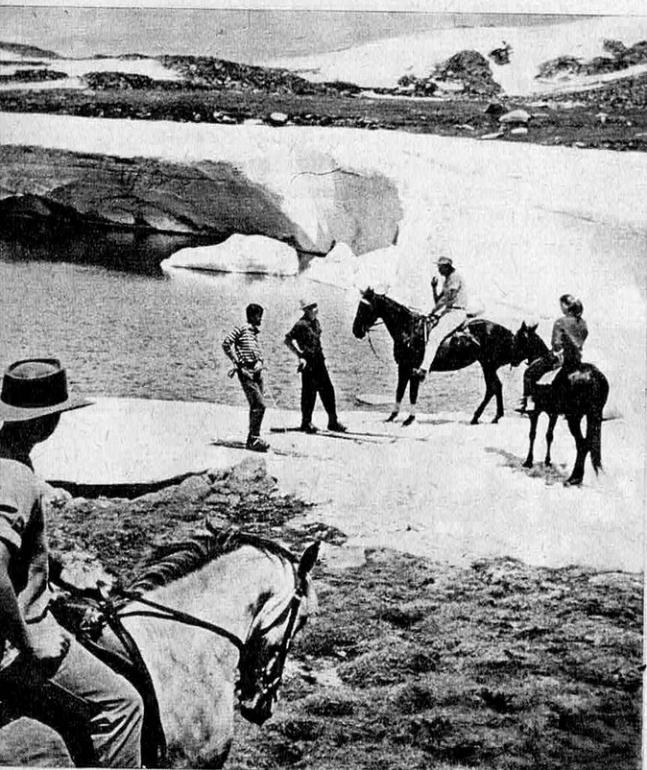
J.-P. Rothé faillit se faire poursuivre en justice. Et pourtant tous les cinquante ans on observe en métropole une intensité 9 très suffisante pour détruire une ville... Deux régions sont particulièrement actives : les Alpes et le front Nord Pyrénéen. L'Alsace connaît aussi un certain danger sismique : Bâle fut entièrement détruite en 1356 et le séisme occasionna plusieurs centaines de morts dans le Jura. Le danger sismique en France n'est pas à sous-estimer. Le dernier tremblement important se produisit dans les Bouches-du-Rhône au début du siècle, dans la campagne. Il y eu tout de même 40 morts. Il va bientôt falloir compter avec les risques de secousse tellurique, la densité de la population dans les régions directement menacées croissant sans cesse. Initiative intéressante : une ceinture de sismographes de 100 km de rayon entoure le centre de Cadarache. Tout mouvement de la terre est automatiquement enregistré. Mais il n'y a pas toujours de secousses prémonitoires. Peut-être faudrait-il prendre au sérieux Nostradamus qui prévoit la disparition de la côte d'Azur avant l'an 2 000...

Jean TAVERNE



Le complexe hydro-électrique des Alpes australiennes

Huitième merveille du monde moderne



Sur 8 000 km² : toute l'eau de l'Australie.

Notre complexe hydroélectrique sera, une fois achevé, l'une des merveilles du monde », vous affirment déjà, avec assurance, la plupart des Australiens. Et lorsqu'on jette un coup d'œil, même sommaire sur les plans de cet extraordinaire enchevêtrement de tunnels, de barrages, d'aqueducs, de routes, qu'est la Snowy Mountains Authority, on est obligé de reconnaître que cette déclaration n'est pas l'expression d'un orgueil excessif. Construire à la fois le haut barrage d'Assouan, le tunnel sous le Mont Blanc, le tunnel sous la Manche et le canal de Suez peut susciter chez

ceux qui le font une fierté, après tout assez légitime.

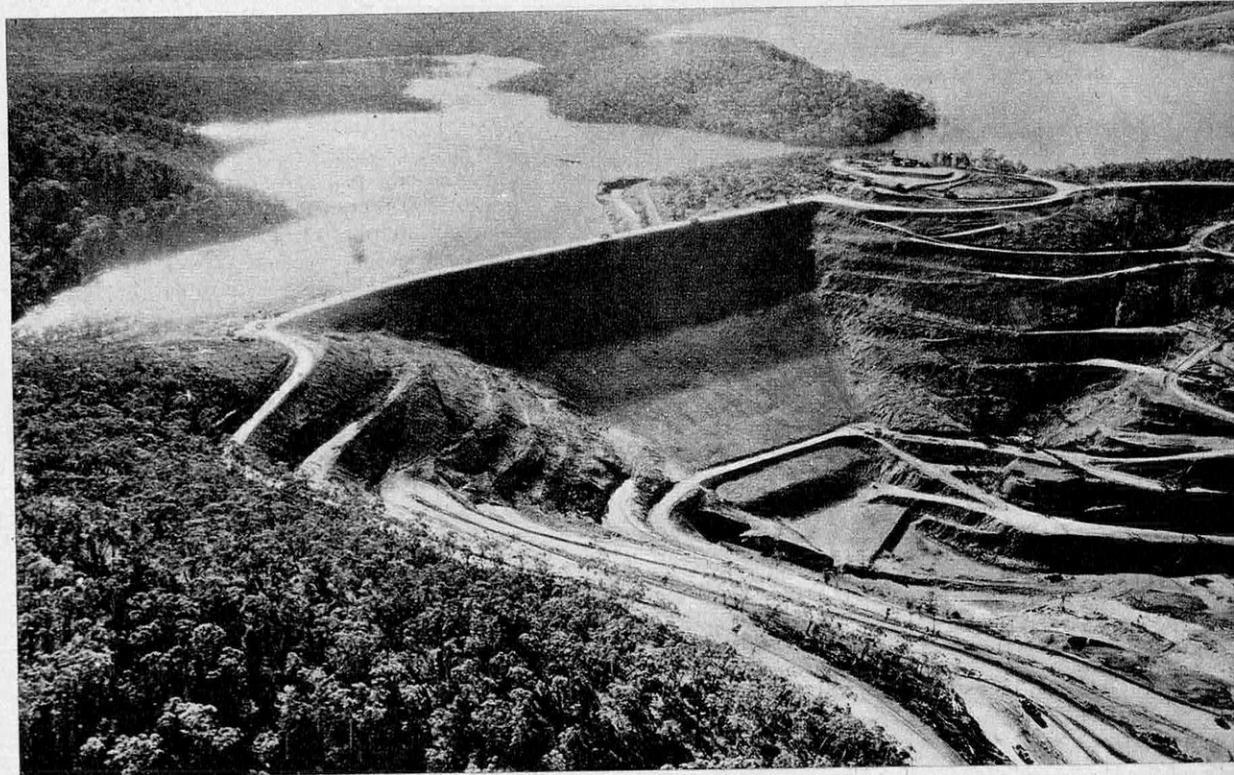
Car telle est bien la taille des travaux entrepris pour réaliser l'un des plus grands ensembles hydroélectriques du monde. La puissance électrique que fourniront les centrales de la Snowy Mountains sera supérieure à celle du haut barrage d'Assouan ; à peu près équivalente à celle engendrée par les turbines de la formidable Tennessee Valley Authority, des États-Unis, autre vaste complexe hydroélectrique. Elle équivalira à 20 % de l'ensemble de la houille blanche française dès 1964.

Pour parvenir à ce résultat, neuf grands barrages devront être dressés. Il faudra creuser sous les montagnes 160 kilomètres de tunnels, jeter par dessus les vallées 130 kilomètres d'aqueducs, goudronner 1 650 kilomètres de routes. Dix centrales seront construites, dont certaines enfouies sous des millions de tonnes de roches et de pierres. Il s'agit ni plus ni moins que de ceinturer et de dompter complètement un gigantesque château d'eau naturel de 8 000 kilomètres carrés : les Alpes australiennes. Ce massif montagneux, le seul d'Australie, est recouvert de neige six mois par an. Il renferme 90 % de l'eau du sol de la grande île.

Or, l'Australie, désertique dans sa plus grande partie, souffre d'un manque d'eau, provoqué par l'extraordinaire faiblesse des pluies qu'elle reçoit. Seul, le sud-est du pays, limité au nord par les Snowy Mountains, est abondamment arrosé par des précipitations importantes et irrigué par un fleuve puissant : la Snowy River, dont les crues provoquent régulièrement des catastrophes. Le pays se trouve donc dans cette situation paradoxale : le sud constamment menacé par des inondations, tandis que le reste de l'île est réduit à l'état de désert. Détourner une partie des eaux de la Snowy River vers d'autres régions déshéritées en eau, telle est la solution qui, alors, vient à l'esprit. Mais il faudrait pour cela transformer les Snowy Mountains en un immense réservoir dont on contrôlerait tous les « robinets ».

Les problèmes techniques, les gigantesques travaux à entreprendre, le coût de ces réalisations, ruineux pour un pays faiblement peuplé, faisaient reculer les ingénieurs les plus audacieux. Certes, quelques grands visionnaires australiens, dès la fin du siècle dernier, parlaient d'une solution de ce genre pour répartir plus équitablement l'eau sur le plus sec des continents, mais c'était plus une spéculation intellectuelle qu'un plan. La réalisation en parut extravagante jusqu'à la fin de la seconde guerre

lacs que l'on relieraient entre eux par des tunnels creusés sous les montagnes. L'ensemble constituerait un gigantesque groupe de vases communicants de plusieurs milliards de mètres cubes de capacité. Les 160 kilomètres de tunnels bétonnés en sont les canalisations. Les neuf grands barrages représentent les robinets, réglables à volonté, qui répartiront judicieusement le précieux liquide. Au printemps, pendant la fonte des neiges, le niveau de l'eau montera dans les réservoirs ; en été, en automne, les



Voici l'un des robinets de cet immense château d'eau que constituent les Snowy Mountains.

mondiale. C'est alors que l'Australie, entièrement coupée de la Grande-Bretagne, se rendit compte de la nécessité vitale d'un accroissement important de sa puissance économique. Il fut donc décidé, quel qu'en fût le prix, que l'on réaliserait le complexe hydroélectrique permettant la mise en valeur de vastes régions des États du Victoria et de la Nouvelle-Galles-du-Sud. Ces deux États groupent les 2/3 de la population totale de l'Australie.

Les ingénieurs australiens ont conçu un projet grandiose. Le massif des Snowy Mountains est recouvert d'une vingtaine de grands

stocks constitués permettront d'alimenter deux fleuves et leurs affluents : la Murray River et la Murrumbidgee, deux cours d'eau qui irrigueront le désert à l'ouest du pays, si leur débit ne devenait pas quasi nul en temps sec.

En faisant des Snowy Mountains un immense réservoir d'eau, les géologues australiens ont calculé que 2,5 milliards de mètres cubes d'eau en pourront être consacrés à l'agriculture. C'est donc, théoriquement, deux à trois millions d'hectares que l'on arrachera au désert. (Un hectare dans la région parisienne reçoit en

moyenne 8 750 mètres cubes d'eau de pluie par an.) L'ensemble des Snowy Mountains fournira en plus de l'électricité dont la puissance de pointe atteindra en 1973-75 : 3 millions de kW (puissance installée de toutes les centrales hydroélectriques de France: 15 millions de kW).

Cette titanesque aventure a été divisée en deux parties.

Le plan de Snowy-Tumut

Il s'agit d'abord de relier par un tunnel principal de 23 kilomètres de long et 7 mètres de diamètre le fleuve Snowy qui coule en direction du sud, à la Tumut River, affluent de la Murrumbidgee qui arrose les terres desséchées de l'ouest. Deux axes secondaires raccordent, d'une part, le lac Tumut à la Tooma River, affluent de la Murray et le lac Eucumbene, traversé par la Snowy River au lac Tantangara sur la Murrumbidgee. Cet ensemble de quatre lacs, quatre barrages, liés par trois tunnels produit déjà grâce à trois stations électriques : Tumut 1, Tumut 2, Guthega, 660 000 kW. Lorsque la centrale Tumut 3 sera achevée, ce sera près d'un million cinq cent mille kW qui alimenteront le réseau australien et près d'un milliard et demi de mètres cubes iront chaque année irriguer les déserts de l'ouest.

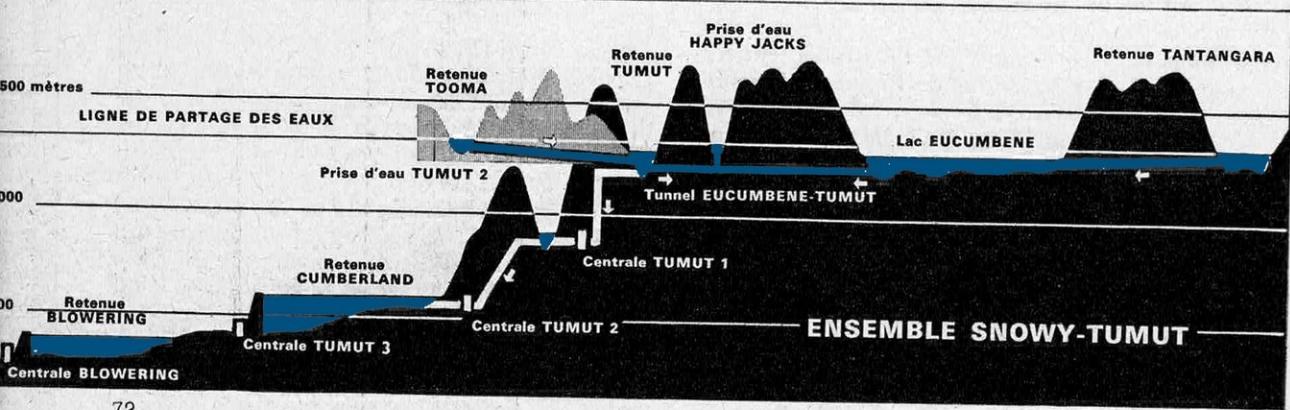
La seconde tranche de la Snowy Mountains Authority vient à peine d'être mise en chantier. Elle intéresse en gros la partie sud des Snowy Mountains. Une série de 7 tunnels relie les lacs Eucumbene, Jindabyne, sur la Snowy River, à la Murray River par l'intermédiaire de son affluent la Swampy plain River et la Geehy River. On a prévu que la seconde phase des travaux sera en voie d'achèvement dès 1969. L'ensemble hydroélectrique des Snowy Mountains fournira alors 2 millions cent soixante mille kW, soit 70 % de sa capacité totale. Mais il permettra aussi l'irrigation d'un million

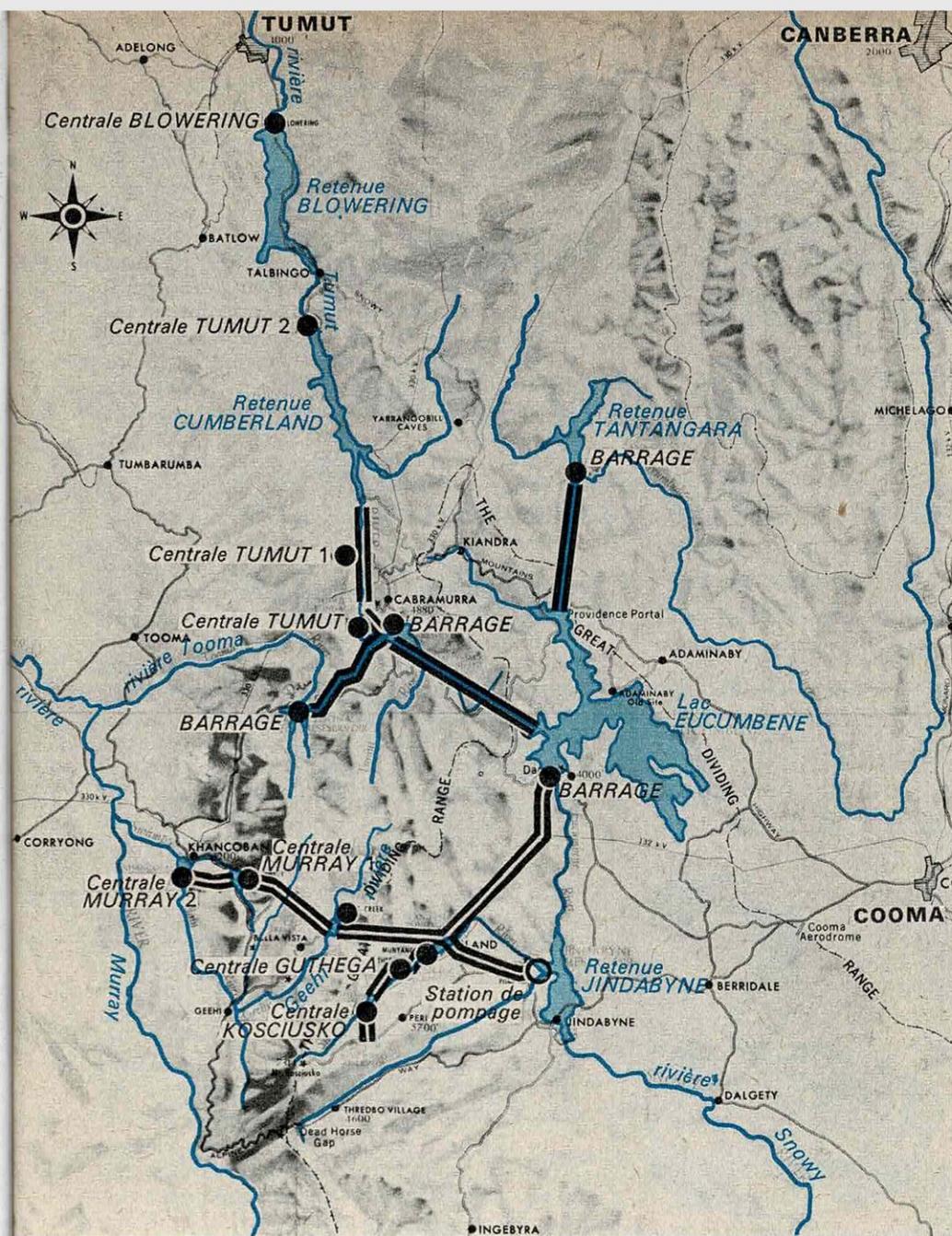
d'hectares de désert, cela pour un investissement global de 4 millions et demi de nouveaux francs.

Lorsqu'on calcule le coût du kilowatt installé, on est tenté, par scepticisme, de refaire ses comptes : 1 500 francs par kW ! Un prix quasi délirant. Le gouvernement fédéral estime que plusieurs *dizaines* d'années lui seront nécessaires pour récupérer le montant de ses investissements en vendant l'électricité aux États de Victoria et de Nouvelle-Galles-du-Sud

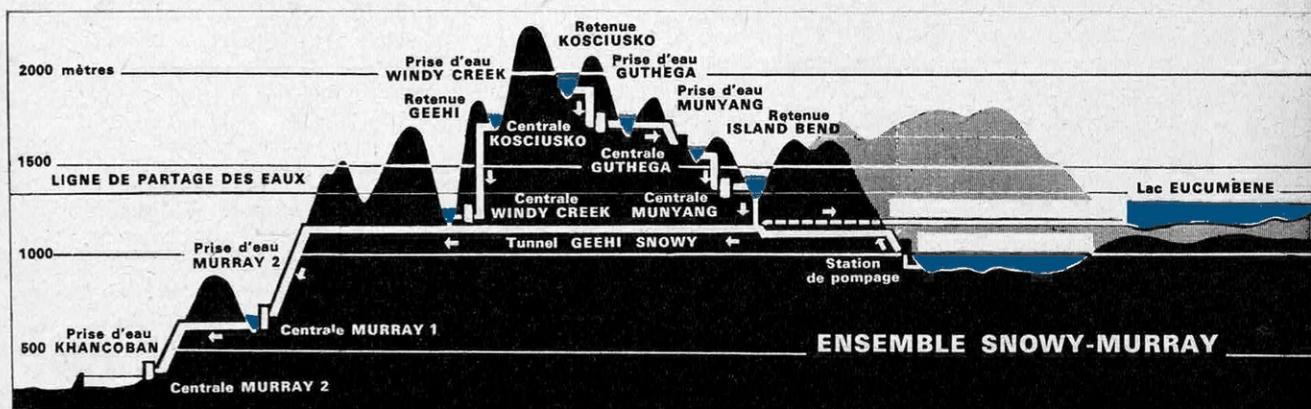
Mais c'est lorsque l'on compare le coût et la puissance de la Snowy Mountains Authority avec le chiffre démographique et économique de l'Australie que l'affaire apparaît le plus comme une gageure. La S.M.A. représente une augmentation de près de 1 000 kWh par an et par habitant, soit une consommation supplémentaire de 30 %. (L'Australie compte 10 millions d'habitants.) La mise de fonds équivaut à 16 % du budget total 1964 de l'Australie. Jamais aucun pays n'a consenti de tels sacrifices pour son équipement en électricité. Sacrifice d'autant plus remarquable que l'industrie australienne demeure sous-développée, malgré le haut niveau de vie de sa population. Il a donc fallu qu'une partie importante du matériel soit fournie par des firmes étrangères.

L'entreprise nippone Hitachi a notamment reçu 12 millions de nouveaux francs pour la livraison de 4 turbines de 188 000 chevaux. La firme suédoise ASE, 9 millions de nouveaux francs pour 4 générateurs de 137 000 kW. Pour les travaux du génie civil, les frais sont encore plus importants, puisque 230 millions de nouveaux francs ont été alloués à 2 des entreprises américaines qui creuseront les tunnels de la liaison Snowy-Murray. En tout, 30 nations ont participé ou participent à la construction de la Snowy Mountains Authority et la plupart des crédits consacrés au projet iront enrichir leur balance commerciale extérieure, ce qui





On remarque au centre (de cette carte) le lac Eucombe, clé de voûte de l'édifice. Ce lac a une capacité de 5 milliards de m³. Il faudrait 4 mois à la Seine pour le remplir. Ci-dessous, une coupe des Snowy Mountains avec les tunnels qu'il a fallu percer sous la montagne. Ceux teintés de bleu sont déjà en service.

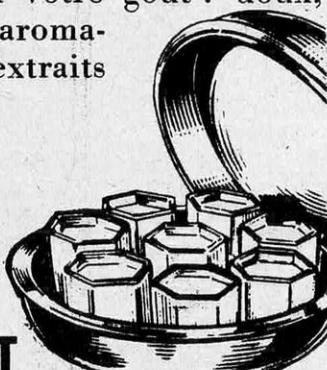


Préparez vous-même UN DESSERT “BONNE SANTÉ”

apprécié des Gourmets
vite fait, économique

En quelques secondes, avec du lait chaud (entier, écrémé, en poudre ou condensé) et du ferment YALACTA, vous préparez le plus délicieux des yaourts. Votre yaourt YALACTA est meilleur marché qu'un yaourt fabriqué en usine, vous êtes assuré de sa fraîcheur et vous savez ce qu'il contient. Soyez en bonne santé, vous et vos enfants grâce au yaourt YALACTA préparé selon votre goût : doux, acide ou aromatisé aux extraits de fruits.

En vente
partout,
toutes
pharmacies



GRATUIT

Découpez ou recopiez le bon ci-dessous pour recevoir gratuitement une documentation complète YALACTA

BON C. 2
pour une documentation
à envoyer à YALACTA
51, rue Lepic, PARIS

Nom _____
N° _____ rue _____
Ville _____
Dépt _____

représente pour l'Australie une charge supplémentaire.

Fort heureusement, l'énergie électrique produite par la S.M.A. n'est qu'une partie des bénéfices que l'on peut tirer d'un tel ensemble hydroélectrique. On compte qu'un minimum d'un million d'hectares pourront être pris au désert. Ces terres exploitées donneront, en blé, un revenu brut annuel de 100 millions par an. En vignes, coton, agrumes, bétail, etc., le profit s'accroîtrait jusqu'à 500 millions de nouveaux francs par an. Grâce à la S.M.A., l'ensemble des surfaces agricoles irriguées passera vers 1970 du simple au double. A lui seul, ce fait justifie pleinement les sommes investies par le Gouvernement fédéral australien.

Il est difficile de ne pas remarquer la grande ressemblance qui existe entre le projet australien de la S.M.A. et celui du haut barrage d'Assouan. La station égyptienne exige en effet 3 milliards de nouveaux francs (coût des expropriations comprises) pour une puissance de 2,1 millions de kW. Ce qui représente une charge de 1 420 francs par kW installé (contre 1 500 pour la S.M.A.). En revanche, 420 000 hectares de désert seront cultivés par les fermiers égyptiens. 300 000 hectares irrigués par bassin fourniront 3 récoltes par an au lieu d'une. 300 000 hectares de marais invariablement noyés sous les inondations seront récupérés pour l'agriculture égyptienne. Bien qu'elle compte trois fois plus d'habitants que l'Australie, l'Égypte est un pays relativement pauvre. Et il ne semblait pas rentable d'accepter de tels investissements. Mais, les techniciens ont évalué à 30 % l'accroissement du revenu national brut de l'Égypte grâce au haut barrage. C'est donc, apparemment, assez aisément que l'Égypte devrait pouvoir rembourser les crédits consentis par l'Union Soviétique.

En fait, la S.M.A. comme le haut barrage d'Assouan constituent deux expériences qui, si elles réussissent, auront des conséquences incalculables sur le plan mondial. Nombreux sont les pays sub-tropicaux d'Afrique, d'Asie, d'Amérique latine, qui ajoutent à un sous-équipement industriel de vastes régions agricoles improductibles pour cause de sécheresse (Soudan, Niger, Éthiopie...).

De grands travaux hydroélectriques permettraient dans ces parties du globe un accroissement considérable du revenu des populations. Ces réalisations seraient rendues possibles par des prêts à longs termes au taux habituellement pratiqué sur le marché international. Mais, chiffres en mains, peu d'investissements paraissent plus rentables que les complexes hydroélectriques du type S.M.A. Les travaux d'Hercule seraient aujourd'hui une bonne affaire !

Jacques OHANESSIAN

Pièces de rechange pour corps humain

Rein: 400 transplantations Moelle : première réussite Cœur : espoir dans 10 ans

Depuis un an, grâce en particulier aux efforts des biologistes et des chirurgiens français, les greffes humaines ont fait d'immenses progrès. Tous les problèmes biologiques qu'elles posaient ne sont pas résolus, leurs effets à long terme restent ignorés, mais la Banque des organes n'est déjà plus une utopie.

Imaginons un instant que tous nos organes soient transplantables à volonté. Rien n'interdirait alors de remplacer un cœur vieilli comme un carburateur usé. Peut-être même les pièces de rechange seraient-elles fournies par le monde animal. La médecine tiendrait là sa plus grande victoire. » C'est un prix Nobel de médecine, le professeur Lederberg, qui reprenait récemment en ces termes l'un des plus vieux rêves de l'homme. Ce rêve, il y a seulement un an, personne n'aurait osé le tenir pour réalisable dans un avenir prévisible. On n'était pas encore parvenu à vaincre durablement le processus de l'intolérance biologique par lequel tout organisme, comme jaloux de sa spécificité, rejette impitoyablement les tissus et les organes étrangers, sauf s'ils ont été prélevés sur un vrai jumeau. Mais aujourd'hui, en 1965, les succès répétés obtenus au cours des derniers mois laissent espérer que cet obstacle pourra un jour être surmonté : dans l'histoire de la greffe humaine, l'année 1964 aura été celle du grand tournant.

Le banc d'essai du rein

Septembre 1963 : Réunis en symposium à Washington, les spécialistes mondiaux de la greffe du rein publient un bilan décevant : depuis 1950, 244 transplantations rénales ont été tentées sur l'homme. Et pourtant, en dehors des malades auxquels on a pu greffer le rein d'un vrai jumeau, il n'existe en tout et pour tout dans le monde qu'une cinquantaine de survivants, dont neuf seulement ont subi une intervention vieille de plus d'un an. De ces neuf patients, quatre ont été opérés par l'équipe Hamburger-Auvert à l'hôpital Necker, un par l'équipe Kuss-Legrain à l'hôpital Foch, trois en Angleterre et le dernier aux États-Unis. Ainsi les résultats sont plus encourageants en France qu'ailleurs (5 grands succès



Le Professeur Kuss



Le Professeur Mathé

sur 36 tentatives). Dans l'ensemble, toutefois, le tableau reste sombre (1).

Mars 1965 : Un nouveau symposium doit se tenir le mois prochain aux États-Unis et cette fois-ci, ce ne sera pas pour dresser un constat de carence. Le bilan d'ensemble est encore tenu secret, mais les collaborateurs des professeurs Hamburger et Kuss nous ont révélé, dès maintenant, le « chiffre-clé » : actuellement dans le monde, cent personnes au moins, et non plus seulement neuf comme à la fin de 1963, vivent depuis plus d'un an avec un rein transplanté non prélevé sur un jumeau. En un an, les quatorze équipes mondiales spécialisées dans la transplantation rénale (sept équipes américaines, cinq anglaises et deux françaises) ont donc franchi un pas décisif.

Par sa portée, ce résultat déborde largement le domaine de la transplantation rénale. Parce que nous avons deux reins et qu'il en suffit d'un seul pour vivre, la greffe du rein a servi de banc d'essai à toutes les autres greffes humaines. Du point de vue de la technique chirurgicale, la transplantation d'une rate, d'un foie ou d'un cœur pose de tout autres problèmes que celle d'un rein, mais la question essentielle reste la même : il s'agit d'obtenir d'un organisme qu'il intègre à sa propre substance des organes étrangers et il faut que ces organes gardent leur valeur fonctionnelle.

Changer de cœur ou d'avant-bras

Comme la transplantation rénale, les autres transplantations n'ont longtemps rencontré qu'échecs ou demi-succès. Depuis plus d'un an et demi seulement, cette tendance est renversée.

Le 26 avril 1963, le professeur Mathé a réalisé la première véritable greffe de moelle osseuse. Pour le malade, un médecin de 26 ans atteint de leucémie, il n'y avait d'autre recours que cette opération jamais réussie jusque-là. Elle a consisté à détruire par irradiation la moelle productrice de cellules cancéreuses et à la remplacer par une moelle saine, injectée par voie veineuse après avoir été prélevée sur six donneurs — les parents du jeune homme, sa sœur et ses trois frères. Près de deux ans après l'intervention, l'état de santé de cet ancien leucémique est jugé pleinement satisfaisant et il mène dans sa famille une vie normale. D'autres greffes du même genre avaient été pratiquées dans le passé, mais on ne cherchait pas à « faire prendre » la moelle sur les organismes étrangers, on se contentait de l'y laisser survivre pour leur permettre de régénérer leur propre moelle. Ce n'étaient que des greffes provisoires (2).

Pour la première fois aussi, au début de 1964,

deux chirurgiens américains ont effectué une transplantation complète du poumon. L'organe (c'était un poumon gauche) avait été prélevé sur le cadavre d'un homme qui venait de succomber à une attaque d'infarctus du myocarde, puis greffé à un cancéreux de 58 ans. Ce dernier a survécu 18 jours à l'opération, 18 jours pendant lesquels son poumon gauche a parfaitement fonctionné. Sa mort doit être attribuée à une affection rénale, séquelle inattendue de la transplantation.

C'est en 1964 enfin qu'ont été tentées les premières transplantations de foie au monde. Des survies de plusieurs semaines ont été obtenues. On espère qu'en 1965, cette intervention permettra d'accorder aux malades des sursis plus longs, plusieurs années peut-être, affirment les spécialistes américains.

Tout récemment, en avril 1964, des chirurgiens équatoriens ont tenté une intervention inédite : ils ont prélevé sur un cadavre « frais » un avant-bras et une main et ils les ont greffés à un marin de 28 ans, blessé par l'éclatement d'une grenade. Sans doute s'inspiraient-ils de l'exemple des chercheurs soviétiques qui, à plusieurs reprises, sont parvenus à greffer une tête supplémentaire sur le cou d'un chien. Aux dernières nouvelles, les chirurgiens équatoriens auraient au moins partiellement réussi : le marin est toujours incapable de se servir de sa nouvelle main, mais il ne l'a pas « rejetée ».

Et la transplantation du cœur ? Jusqu'ici les rares essais tentés sur l'homme ont été infructueux. En revanche, une expérimentation pleine de promesses se poursuit depuis plusieurs années sur l'animal. Dès 1957, le chirurgien américain Blanco avait pratiqué une transplantation complète du cœur et du poumon entre deux chiens et obtenu même que le receveur survive plusieurs jours. Depuis on a fait beaucoup mieux : plus d'un an après une transplantation cardiaque, trois chiens ont un cœur normal, ne présentant aucun signe d'insuffisance, et capable de s'adapter à l'exercice. On atteint ici les limites extrêmes du possible.

La barrière génétique

Malgré ces extraordinaires réussites, il faut bien dire, au risque de décevoir, que le problème des greffes n'est encore que très partiellement résolu. Les résultats obtenus sont trop fragmentaires. Seule la transplantation rénale est pratiquée en grande série. Et, même là, nous manquons de recul pour juger les résultats à long terme. Un succès immédiat ne garantit pas toujours un succès durable. Deux ans après une transplantation, rien encore ne donne la certitude que le malade est à l'abri d'un accident d'intolérance. Dans certains cas, un lent processus de destruction du transplant

(1) Les chiffres cités ici ont été rapportés par « La Vie Médicale » dans son numéro de mars 1964.

(2) Voir « Science et Vie », numéro 560 (mai 1964).

a progressé à bas bruit pendant plusieurs années, avant de se manifester ouvertement. Sans compter que des inconnues demeurent : des malades sont morts parce qu'en eux l'organe transplanté a mystérieusement contracté la même maladie que l'organe extirpé.

Au cours de l'année dernière, dans le domaine de la transplantation, la médecine moderne a décuplé ses possibilités. Celles-ci ne sont pourtant pas sans limites. Dans un nombre considérablement accru de cas, on sait aujourd'hui déjouer la réaction qui aboutissait invariablement dans le passé au rejet du greffon étranger. Mais cette réaction reste en grande partie mystérieuse et il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode infaillible qui assure, dans tous les cas, son élimination rigoureuse et définitive.

La réaction brutale de l'organisme devant l'intrusion d'un corps étranger, Carrel et son équipe l'avaient déjà constatée au cours d'une expérimentation qui remonte au début du siècle. De bons résultats n'étaient obtenus que lorsqu'il s'agissait d'*autogreffes*, autrement dit lorsque les tissus étaient prélevés puis replacés sur le même individu. Toutes les tentatives de transplantation d'un individu à l'autre (*homogreffes*) et à plus forte raison d'une espèce à l'autre (*hétérogreffes*) se soldaient par des échecs.

Pendant des siècles, l'autogreffe a été la seule forme de greffe possible. 400 ans avant le Christ, dans l'Inde ancienne où la tradition voulait qu'on coupât le nez des femmes adultères, les chirurgiens n'avaient aucun mal à leur refaire une beauté en se servant de tissus découpés sur leurs joues. Aujourd'hui, le développement des techniques chirurgicales donne un nouvel essor à ce genre de greffes. A Pékin, l'année dernière, on a réussi, par exemple, à rattacher la main d'un ouvrier qu'une machine avait complètement sectionnée.

La première transplantation d'organes date de 1956. Cette année-là, le professeur John P. Merrill, de Boston, transplanta le rein gauche sain de Ronald Herrick dans la fosse iliaque de son frère jumeau Richard dont les deux reins étaient bloqués. Ronald et Richard étaient issus du même œuf et nourris du même placenta, c'étaient des jumeaux monozygotes. Il ne s'agissait donc pas d'une véritable homogreffe, mais de ce qu'on appelle une *isogreffe*.

Chaque individu possède une constitution génétique particulière, aussi spécifique qu'une empreinte digitale. Ce sont des conflits génétiques entre l'hôte et le greffon qui provoquent le rejet de ce dernier. Ils sont d'autant plus intenses que les différences sont plus marquées entre le donneur et le receveur. Naturellement, de tels conflits ne se produisent pas quand celui-ci et celui-là ne font qu'un, comme c'est le cas dans les autogreffes ou quand ils sont

de même constitution génétique, comme c'est le cas dans les isogreffes.

Jusqu'à très récemment, cette barrière génétique avait résisté à tous les assauts. En 1954 encore, la France entière, alertée par sa presse, suivit avec angoisse l'agonie du jeune Marius Renard, auquel sa mère avait sacrifié en vain l'un de ses reins. Certes, bien avant 1954 on parlait déjà de greffes d'os, d'artères, de veines et de nerfs, mais le terme greffe était employé abusivement. Les greffons de ce genre ne sont que des tuteurs dont les cellules meurent rapidement pour être remplacées par celles du receveur. Un os mort (tué par le froid) introduit dans l'organisme d'un blessé a pour seule fonction de fournir à celui-ci les substances chimiques à partir desquelles il fabriquera un nouvel os.

Du poisson rouge à l'homme

La spécificité génétique est un phénomène quasi universel qu'on retrouve à tous les échelons du règne animal. Ce qu'il y a de plus surprenant, c'est qu'il prend dans toutes les espèces des formes comparables.

Deux savants anglais, le professeur Medawar et le professeur Dempster, ont étudié les homogreffes de peau, le premier chez le lapin, le second chez le chien. D'autres chercheurs ont poursuivi la même expérimentation sur le poulet, la souris, le cobaye, le singe et même l'homme. Il ressort de tous ces travaux que le temps de survie des greffons est remarquablement constant d'une espèce à l'autre : si le donneur et le receveur ne sont pas apparentés, le rejet de la peau étrangère s'achève entre le 8^e et le 12^e jour. Chez l'homme seulement, les greffons survivent parfois plusieurs jours.

La destruction du greffon est un fait tellement général qu'on y a vu l'expression de la nécessité vitale où se trouve tout individu, placé dans un certain milieu, de distinguer entre ce qui lui est propre et ce qui lui est étranger. Seules de très rares espèces, en effet, échappent aux lois de la spécificité génétique qui, selon l'expression du professeur Dempster, « se vérifient constamment du poisson rouge à l'homme ». Parmi ces espèces, les mollusques qui ne réagissent même pas aux hétérogreffes et certaines races de hamsters qui tolèrent parfaitement les homogreffes de peau.

L'immunité acquise

Comment expliquer le rejet des tissus étrangers ? Le processus est d'une effarante complexité et fait encore l'objet de controverses entre spécialistes. Suivant la théorie la plus couramment admise, on peut dire très schématiquement que tout greffon émet des substances

antigènes, immédiatement reconnues comme étrangères par le receveur. A son tour, pour assurer sa défense, celui-ci produit des anticorps. La destruction du greffon serait provoquée par la conjonction des antigènes et des anticorps, connue sous le nom de réaction antigène-anticorps. Pour la plupart des chercheurs, ces anticorps se forment principalement au niveau des plasmocytes et des lymphocytes du sang et de la lymphe. Ils estiment, en outre, que dans le rejet des greffes le rôle essentiel revient à de grosses cellules qu'on appelle les cellules immunologiquement compétentes.

Ainsi le processus qui s'oppose aux transplantations est celui-là même qui assure notre défense contre les infections. Les anticorps luttent contre les parasites, les microbes et les virus; ils dressent la barrière immunologique qui nous met à l'abri de la maladie, mais ils s'attaquent également aux transplants, même si ceux-ci doivent nous sauver la vie. On pourrait les comparer à des chiens de garde qui s'en prennent indifféremment aux amis et aux ennemis.

Le rejet des greffes est un phénomène immunologique. Immunisé par un vaccin anti-variolique, notre organisme réagit plus efficacement contre les microbes de la variole. De la même façon, chacun de nous peut s'immuniser contre un donneur particulier. En effet, un receveur qui a déjà rejeté une première greffe en élimine plus rapidement une seconde de même constitution génétique. La réponse primaire, c'est ainsi qu'on appelle le premier rejet, ne se produit que lorsque le greffon est vascularisé, lorsque ses vaisseaux sont raccordés à ceux de l'organisme receveur. Au contraire le rejet de la deuxième greffe, réponse secondaire, a lieu même en l'absence de vascularisation, comme si l'ensemble du tissu lymphoïde du receveur avait été hyperimmunisé par la première greffe.

Une grande vascularisation précipite l'élimination d'un greffon. Si l'on peut pratiquer aujourd'hui plus de deux greffes de cornée par jour aux États-Unis et près d'une centaine par an en France, cela tient au fait que la cornée est un tissu très peu irrigué, impropre par conséquent à véhiculer les agents capables de détruire les protéines étrangères. De même, le testicule tolère assez facilement les homogreffes parce que les cellules spermatiques n'ont pas de drainage lymphatique.

Les priviléges de l'embryon

Il existe d'autres failles dans notre défense contre les greffes. L'intolérance biologique n'apparaît que dans les organismes « immunologiquement compétents », c'est-à-dire adultes. Elle n'existe ni chez l'embryon ni même chez le

nouveau-né. En pratiquant des greffes sur des tritons pris au stade embryonnaire, le professeur Charles Houillon, comme on le verra plus loin dans les pages en couleurs de ce numéro, est parvenu non seulement à réaliser des homogreffes, mais aussi à croiser des espèces différentes et à créer ainsi d'étonnantes chimères.

Il est possible de faire naître chez l'embryon une tolérance sélective à l'égard de certains donneurs. Au lieu d'être immunisé par une première greffe, tout se passe au contraire comme s'il s'habitue à son donneur dont par la suite, même parvenu à l'âge adulte, il intégrera sans difficultés les tissus.

Au cours d'une expérimentation célèbre, le professeur Medawar a injecté à des souriceaux, pris dans les premières heures de leur vie, des broyats de tissus prélevés sur la rate de souris appartenant à une autre souche. Devenus adultes, les souriceaux ne rejettent plus les greffons émanant de cette souche. Conduite sur des être humains, l'expérience donnerait les mêmes résultats. Dans certaines maladies qui naissent de l'incompatibilité entre le fœtus et sa mère, les médecins sont obligés de vider le nouveau-né de son sang et de le remplacer par du sang étranger. Résultat: un contact massif et précoce entre les cellules d'un donneur et l'organisme de l'enfant. Il n'en faut pas plus pour développer chez celui-ci une tolérance acquise à l'égard de ce donneur.

Jean Rostand a proposé de conditionner les enfants dès leur naissance, de façon à leur permettre, le cas échéant, de supporter par la suite des greffes d'organes. En quelque sorte, on donnerait aux nouveau-nés des « parrains biologiques » qui seraient le plus souvent leur père et leur mère.

Bombes et drogues

Les transplantations d'organes ne sont désormais possibles que parce qu'on est parvenu, sinon à abattre, du moins à contourner, la barrière de l'immunité. La médecine se trouvait devant un cruel dilemme: pour permettre aux greffes de « prendre » et de « tenir » sur un organisme, il faut affaiblir ses défenses, mais n'est-ce pas en même temps le mettre à la merci de toutes les agressions microbiennes et parasitaires?

Ces conditions de moindre résistance existent parfois spontanément. La réponse immunologique est plus faible dans certains cas de cancer ou de lésion chronique du rein. Chez des hommes atteints de ces maladies, des hétérogreffes de peau de porc ont pu persister pendant de longues semaines. On a constaté, d'autre part, que l'ablation de la rate et du thymus atténuait l'intolérance biologique. Or, ni l'un ni l'autre de ces organes, qui jouent un



Cette banque tient dans un réfrigérateur. On y conserve des os d'animaux qu'on greffera sur des hommes. Ci-dessous, des cultures de cellules osseuses conservées plus de deux ans.

rôle certain dans la production des anticorps, n'est indispensable à la vie.

Dans les transplantations rénales, l'irradiation est encore une méthode couramment employée pour effacer la réponse immunologique. Elle a le pouvoir de détruire les cellules sanguines dont les plasmocytes entrent pour une bonne part dans le rejet des greffons. Le patient est soumis au rayonnement pénétrant de la bombe au cobalt. On lui administre une dose de 300 à 400 Roentgens, calculée pour « sidérer » les organes producteurs d'anticorps sans les tuer définitivement. Dose sensiblement inférieure à celle qu'ont supportée les « atomistes atomisés » du Centre yougoslave de Vinca qui ont reçu jusqu'à 900 Roentgens. Cette question du dosage est d'une importance capitale : si la dose est trop forte, le malade ne peut survivre ; si elle est trop faible, le greffon est rejeté.

Le principal inconvénient de cette méthode tient au fait que pendant de longues heures, le malade est vulnérable à toutes les infections, à tous les germes. Un rhume suffirait à le tuer. Aussi des précautions rigoureuses d'asepsie sont-elles observées. La nourriture de l'opéré est stérilisée, les médecins ne l'approchent que bottés, gantés et masqués ; les infirmières qui le veillent nuit et jour n'ont aucun contact avec le monde extérieur.

De plus en plus, la chimiothérapie s'associe à l'irradiation ou même se substitue entièrement à elle. De nombreuses drogues — stéroïdes et antimitotiques — ont en effet la propriété d'interférer avec la production d'ADN dans les noyaux des lymphocytes et, partant, d'inhiber la production des anticorps. L'imuran, un dérivé de la mercaptourine, est actuellement l'une des plus employées de ces drogues. « Ici encore, comme dans l'irradiation, dit le spécialiste américain F. D. Moore, nous nous trouvons sur la lame d'un couteau : la difficulté est de prévenir l'élimination des greffes sans détériorer irrémédiablement les défenses de l'organisme ».

La médecine moderne sait maintenant manier ces armes à double tranchant. On leur doit tous les succès remportés depuis un an dans le domaine de la transplantation rénale.

A la recherche des sosies

En réussissant, en 1963, la première greffe de moelle osseuse, le professeur Mathé a, en fait, réussi un coup double : non seulement il a montré que la leucémie était rémissible, mais encore il a découvert un moyen sûr d'assurer la « compatibilité biologique » entre deux individus. Quelques mois après l'opération, on a greffé à l'opéré des fragments de peau prélevés sur lui-même ainsi que sur ses six donneurs. Tous ces fragments ont été rejetés, sauf celui

qui lui appartenait en propre et celui fourni par le donneur dont le greffon avait « pris ». La preuve était faite que l'organisme, après avoir intégré la moelle d'un donneur, en accepte sans difficulté les tissus. On tient là la plus efficace, peut-être, de toutes les méthodes de transplantation. Il est d'autant plus regrettable que la greffe de la moelle osseuse soit une opération délicate : elle provoque un « syndrome secondaire », que le professeur Mathé a su contrôler, mais qui peut être mortel.

Un point est certain : les chances de succès d'une transplantation augmentent considérablement quand il existe un lien de parenté entre le donneur et le receveur. Les premières statistiques ont d'ailleurs confirmé, en ce qui concerne la greffe du rein, que les meilleurs résultats étaient obtenus lorsqu'une parenté étroite unissait donneur et receveur. 18 survivants sur 39 quand le rein transplanté appartient à la mère; 18 sur 36 quand il appartient à un frère ou une sœur; 6 sur 22 quand il appartient à un volontaire sans lien de parenté, 10 sur 68 quand il appartient à un cadavre.

Ces statistiques sont vieilles d'un an. Aujourd'hui, grâce à l'efficacité des nouvelles drogues, le pourcentage de succès est presque aussi important quand on se sert du rein d'un cadavre que lorsqu'on prélève cet organe sur un parent proche. Et cela, bien qu'il ne soit pas possible, dans le cas des cadavres, de pousser très loin l'étude de la « compatibilité » entre le donneur et le receveur. Tout en reconnaissant l'avantage que présente un donneur vivant apparenté au malade, les équipes chirurgicales recourent donc de plus en plus souvent à des organes de cadavres. Des raisons d'ordre pratique et humanitaire dictent cette attitude. Il n'existe pas toujours de donneurs volontaires appartenant à la famille. Souvent, les parents du malade ne sont pas dans un état de santé qui permette qu'on les ampute d'un rein. Quant aux sujets plus jeunes, aux frères ou aux sœurs s'il y en a, on hésite à leur demander de sacrifier un rein alors que, dans l'état actuel de la médecine, le succès à long terme des transplantations rénales n'est pas absolument garanti.

Ce qui est vrai en salle d'opération ne l'est pas nécessairement en laboratoire. Là, on s'efforce de mettre au point les méthodes qui permettront, dans l'avenir, de n'entreprendre de transplantations qu'entre individus de constitution génétique voisine. Au *National Institute of Medical Research* de Londres, le Professeur Medawar poursuit en ce moment une expérimentation sur le cobaye dont les réactions immunologiques s'apparentent à celles de l'homme. Medawar part de l'hypothèse que, sur dix mille ou cent mille individus, il existe de fortes chances pour que chacun d'entre nous rencontre un véritable sosie bio-

logique. Ce sosie, nous aurions intérêt à le connaître, comme nous connaissons nos donneurs de sang. En cas de nécessité, il serait, entre tous les donneurs, celui dont nous tolérions le mieux les tissus.

Le test du troisième homme

Pour se rendre compte de la « compatibilité histologique » entre deux individus, la méthode la plus simple consisterait à greffer au futur receveur un fragment de peau du futur donneur. Le temps de survie de ce greffon d'essai fournirait des renseignements précis sur la tolérance du premier à l'égard du second. Mais le danger est évident. Aussi minuscule soit-il, le greffon d'essai risque d'immuniser le receveur et de précipiter ainsi le rejet de l'organe qu'on souhaite transplanter par la suite.

Il faut donc employer des moyens détournés. Les chercheurs anglais proposent d'intervertir les rôles : c'est au futur donneur, selon eux, qu'il conviendrait de greffer des tissus prélevés sur le futur receveur. L'intensité de la réaction de rejet serait en relation avec celle qu'on observerait dans le cas inverse.

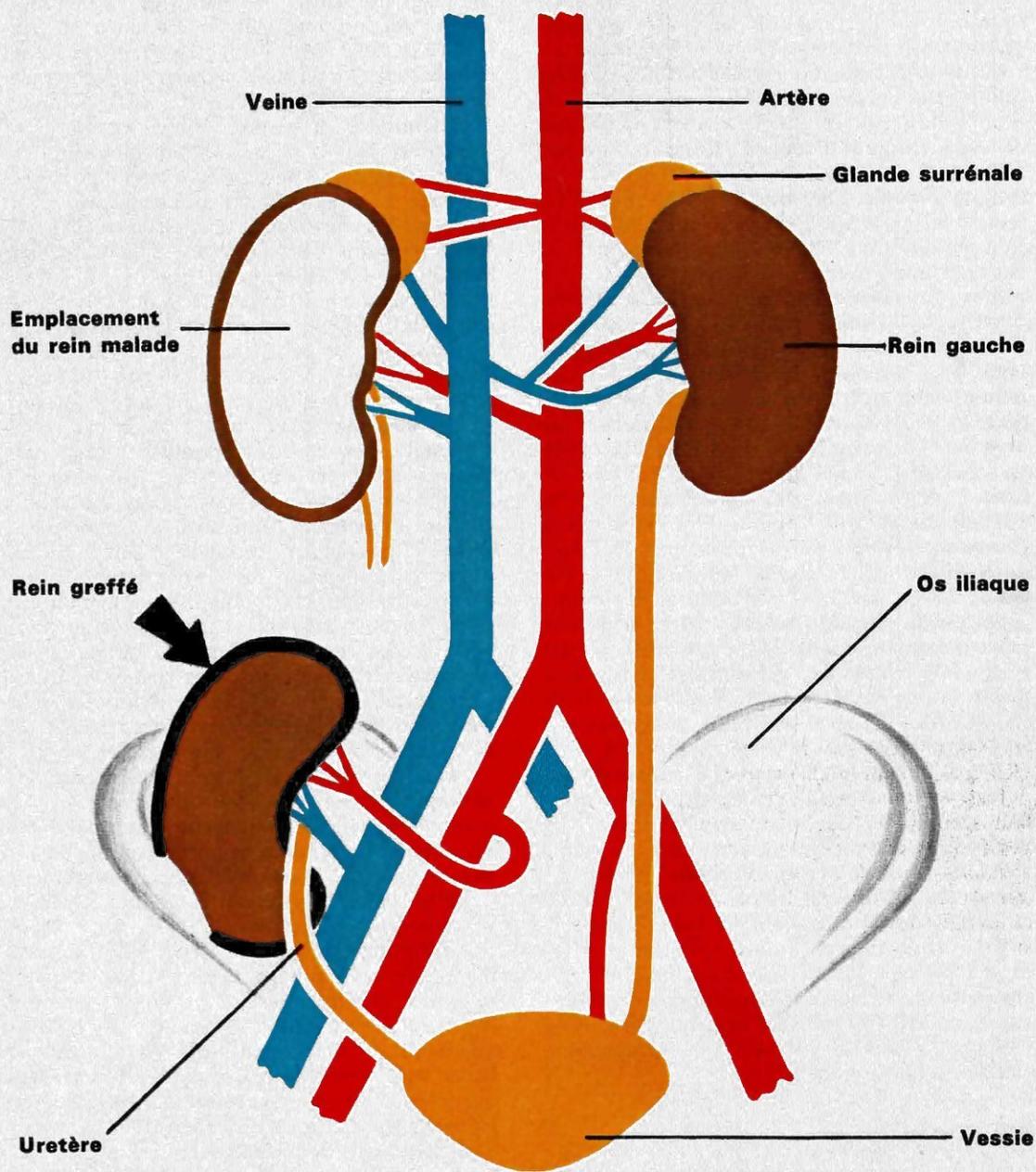
Le professeur Mathé, lui, a recouru avec succès à la méthode des donneurs multiples qui, en quelque sorte, laisse à l'organisme le choix du greffon qui lui convient le mieux. Cette méthode n'étant pas toujours applicable, il en a proposé une autre : « le test du troisième homme ». On commence par immuniser un individu contre le futur receveur. Puis on lui greffe des tissus prélevés sur les futurs donneurs. Le meilleur d'entre eux, le donneur dont la constitution génétique est la plus proche de celle du receveur, est celui dont le greffon est le plus rapidement rejeté par « le troisième homme ». Une méthode plus simple, couramment employée par l'équipe du professeur Hamburger, consiste à injecter sous la peau du receveur une suspension de lymphocytes prélevés sur le donneur. La façon dont ces lymphocytes sont rejetés renseigne sur la compatibilité ou l'incompatibilité entre les deux individus. On obtient les mêmes renseignements en cultivant ensemble les lymphocytes du donneur et du receveur et en étudiant le comportement de ces cultures.

Au delà de ces recherches, l'idéal serait de découvrir un moyen d'empêcher la réaction antigène-anticorps de se produire. Un idéal encore hors de portée. Il faudrait d'abord connaître la nature intime des antigènes et réussir à les isoler.

Nous n'en sommes pas là. Mais en prévision du jour où la transplantation deviendra chose courante, on se préoccupe déjà de la création des futures banques d'organes.

De véritables banques d'organes, il n'en

LE « BRANCHEMENT » D'UN NOUVEAU REIN



En général, dans une transplantation de rein, on ne remplace qu'un seul des reins malades. On laisse intacte la glande surrénale et on loge le transplant dans la fosse iliaque, un « site » peu naturel, qu'on choisit pour des raisons de commodité chirurgicale. Des sections d'artère, de veine et d'uretère, doivent être « branchées » à ceux du receveur. Le

nouvel organe doit conserver sa valeur fonctionnelle. En même temps que la vascularisation, il faut rétablir les connexions nerveuses. Ces problèmes de branchement, pourtant complexes, ont été maîtrisés par la chirurgie moderne. La grande difficulté reste d'éviter la destruction du greffon par infiltration cellulaire, lésions vasculaires, œdème interstitiel, etc.

existe pas encore. Ainsi dans les banques d'yeux actuelles, par exemple, on ne conserve en fait que des cornées. Nous sommes encore incapables de greffer des rétines ou des nerfs optiques : seul le verre de la montre est remplaçable, le mécanisme, lui, doit être intact.

Ce sont les pouvoirs extraordinaires du froid qui ont permis la création des banques d'yeux, d'os et de peau, et qui permettront plus tard celle des banques d'organes. Le froid rend nos cellules immortelles. On a pu conserver du sperme humain glycériné pendant plus d'un mois à — 79°. Après décongélation, il a servi à inséminer trois femmes qui, toutes, ont eu des enfants normaux.

L'approvisionnement des banques d'organes constituera la plus grande difficulté à résoudre. Citons d'abord pour mémoire quelques suggestions peu sérieuses ou d'inspiration... hitlérienne : créer en éprouvette une race décérébrée dont la seule fonction serait d'alimenter les humains en organes de rechange; favoriser les mariages consanguins (entre frères et sœurs) pour obtenir des lignées pures où la transplantation des organes d'un individu à l'autre ne poserait pas de problème. D'autres propositions plus dignes d'intérêt ont été faites. La plupart des médecins et des biologistes estiment qu'il faudrait stocker de préférence des organes prélevés sur des sujets jeunes, surtout des morts par accident. Jean Rostand ajoute qu'il serait intéressant d'en prélever aussi sur des fœtus de sept mois, des morts-nés et, pour passer à l'autre extrême, sur de grands vieillards qui ont fait la preuve de leur longévité.

Jean Rostand est de ceux qui pensent qu'il faut se préparer dès maintenant à la création des futures banques d'organes. Le plus grand obstacle sera en France d'origine juridique : c'est la loi qui interdit les prélèvements sur les cadavres « des accidentés de la voie publique » et des « accidentés du travail ». Certaines réticences d'ordre psychologique, moral ou religieux, sont bien compréhensibles. Le professeur Lederberg a lui-même mis en garde contre « les abus possibles que pourrait entraîner un marché de chair humaine ».

Horizon 1975

Mais par respect pour un cadavre, qui accepterait de sacrifier une vie humaine ?

Jusqu'à très récemment, la loi française interdisait à des volontaires de faire don de leurs tissus à des fins médicales. En 1947, quand la nécessité de créer des banques de cornées s'est imposée, on a modifié la loi. Un décret autorise maintenant les prélèvements éventuels si « l'intérêt public le commande ». On peut aussi penser que les lois actuelles sur les cadavres seront également révisées.

Le recours généralisé à l'hétérogreffe, à la transplantation sur l'homme d'organes d'animaux, rendra peut-être inutiles les « marchés de chair humaine ». Au début de l'année dernière, une extraordinaire opération a été réalisée à Jackson (Mississippi). La première intention des Drs Webb et Beeny était d'effectuer une transplantation du cœur entre deux hommes. Le donneur, un homme jeune, atteint d'encéphalite, passait pour irrémédiablement condamné. On ne lui donnait que quelques heures à vivre. Le receveur, un grand cardiaque, se trouvait dans un état tout aussi désespéré. On avait pourtant l'espoir, grâce à la transplantation, de lui accorder au moins un sursis. Mais il fallait pour cela que le donneur mourût avant lui. Or, c'est tout le contraire qui s'annonçait. Le cardiaque était à l'article de la mort tandis que visiblement celui qui aurait dû être son donneur paraissait devoir lui survivre plusieurs jours. Il n'y avait pas, dans l'hôpital, d'autre cœur disponible. Alors, après avoir voté, tant cette mesure leur semblait grave, les chirurgiens décidèrent de transplanter un cœur de chimpanzé sur le mourant. Après l'intervention, ce cœur se mit à battre. Cependant, il était trop petit pour assurer l'irrigation dans un organisme humain. Il fallut recourir à la stimulation électrique. De cette façon, avec un cœur de singe et un *pacemaker*, l'homme survécut quatre heures... Plus extraordinaire encore : un ouvrier noir américain, M. Jefferson Davis, vit depuis trois mois avec deux reins de chimpanzé !

« Demain, dit le professeur Lederberg, de véritables chimères vivront parmi nous. Ces hommes auront un cœur transplanté, des reins d'animaux, un ou deux membres qui ne seront pas les leurs ». Et le professeur s'interroge : « quelle sera la personnalité morale, légale et psychiatrique de tels sujets ? »

Ainsi pour le professeur Lederberg, la transplantation des organes s'inscrira « demain » dans la réalité quotidienne. Le professeur Dempster est plus précis, il ne se contente pas de dire « demain », il dit : « dans dix ans, en 1975 ». Dans leur immense majorité, les spécialistes que nous avons interrogés sont du même avis. En 1964, de multiples brèches ont été ouvertes dans le mur autrefois infranchissable de l'immunité. Tous les problèmes ne sont pas résolus, bien du chemin reste à parcourir, mais la grande percée ne saurait tarder longtemps.

Alors, s'il en est ainsi dans dix ans, qu'en sera-t-il dans cinquante ou cent ans ? Tout peut surgir demain. La science ouvre l'avenir bien plus que l'imagination toujours trop courte. Peut-être réalisera-t-elle un jour ces rêves millénaires : bousculer les antiques fatalités de la maladie et de la vieillesse, faire du corps humain une machine réparable.

Roland HARARI

Quand les tritons échangent leurs têtes

Imaginez que l'on coupe la tête d'un animal et qu'on la greffe sur le tronc d'un autre, imaginez maintenant que ces deux animaux ne soient pas de la même espèce, imaginez, enfin, que l'un d'eux soit cinq fois plus gros que l'autre, un rat et une souris par exemple, que se passera-t-il ? Il ne se passera rien du tout, direz-vous, les deux animaux succomberont dans l'opération. Pourtant, il existe à la faculté des Sciences de Paris, un laboratoire dirigé par le professeur Charles Houillon où des animaux ainsi reconstitués vivent et prospèrent le mieux du monde.

Tout le secret de l'expérience réside dans le fait que ces animaux sont des tritons et que l'opération a été pratiquée, non à l'âge adulte, mais au stade embryonnaire.

Le professeur Houillon prend deux œufs d'espèces différentes au stade du bourgeon caudal, c'est-à-dire au moment où les parties antérieures et postérieures de l'animal commencent à se former. Dégagé de sa gangue gélatineuse, l'embryon est placé dans une cavité creusée à sa mesure au milieu d'un bloc de pâte à modeler. La petitesse de l'embryon — trois millimètres environ — oblige le biologiste à utiliser une loupe binoculaire durant l'opération. Avec un mince fil de platine, il coupe en deux l'embryon et son support. La même opération est ensuite réalisée avec un sujet d'une espèce différente. La partie antérieure de l'un va ensuite être accolée à la partie postérieure de l'autre.

La galerie des chimères

La reconstitution de l'individu s'effectue le plus simplement du monde, en théorie tout au moins. Dans une solution physiologique — l'intervention ne peut être pratiquée à sec — les deux parties de la chimère sont accolées et fortement pressées l'une contre l'autre. Tout l'art de l'opérateur va consister à s'assurer qu'elles se raccordent parfaitement, que le tube nerveux, en particulier, se continue bien d'une partie à l'autre. Après deux heures, la cicatrisation est faite.

De nombreux embryons ne survivront pas à cette opération radicale. La moitié des sujets succombent. Ceux qui ont survécu auront bien du mal à atteindre l'âge adulte. Au bout de trois semaines, l'animal va commencer à s'alimenter. La moitié des survivants vont, ici encore, mourir. Parmi ceux qui ont résisté à l'épreuve, cinquante pour cent succomberont dans les deux mois qui suivent. Enfin arrive la métamorphose, c'est-à-dire le passage de la vie aquatique à la vie terrestre. Si l'on imagine

qu'une centaine de chimères ont été tentées au départ, seule une dizaine se présenteront à l'épreuve de la métamorphose. Sur celles-ci trois ou quatre se métamorphosent. Beaucoup d'appelés et peu d'élus, mais quels élus !

Voici le Pleurodèle, c'est un gros triton noirâtre de vingt à trente centimètres de long, et puis voici le Triton palmé, petit animal plus clair, mince, à la tête fine par opposition à celle, plus élargie, du Pleurodèle. Voici enfin la chimère Pleurodèle-Triton palmé. Au milieu du corps, une frontière, saisissante de netteté, sépare les deux parties de l'animal. Tout à coup, la pigmentation et la couleur de la peau changent, on passe d'une espèce à une autre. Et pourtant l'animal reste harmonieux dans ses mouvements et ses proportions. Le professeur Houillon jette un regard satisfait sur l'étrange animal qui marche, très à l'aise, dans la main de son « créateur » : « C'est notre fétiche, il a trois ans et demi. » Outre cette bizarre frontière qui le coupe en deux, une singularité retient l'attention : la chimère a quatre paires de pattes. Les pattes antérieures sont nettement Pleurodèle comme la tête, les deux paires postérieures parfaitement Triton palmé ; mais pour la quatrième paire qui se situe près de la « frontière » il semble que la nature ait hésité et le membre est un peu bâtard, difficilement attribuable à l'une ou l'autre espèce.

Les dernières et les plus intéressantes chimères obtenues par Charles Houillon ont été réalisées avec un animal très bizarre, l'axolotl, gros Triton mexicain au corps rosé qui présente cette particularité de rester toute sa vie au stade larvaire sans jamais se métamorphoser. Cette singularité est due à une déficience thyroïdienne. Une injection de thyroxine peut provoquer la métamorphose. Or, quand on fixe une tête de Triton alpestre sur un corps d'Axolotl, on obtient une métamorphose parfaite. La thyroïde du Triton alpestre a déclenché dans le corps de l'Axolotl le processus de la métamorphose ordinairement inhibé. Dans l'expérience inverse, le corps du Triton alpestre « monté » avec une tête d'Axolotl ne se métamorphosera pas.

Une visite à cette galerie des chimères soulève énormément de questions. Une première constatation : la nature, aussi brutalement violente, a, malgré tout, essayé de reconstituer un animal harmonieux. Si l'on greffe la tête énorme du Pleurodèle sur le corps frêle du Triton palmé, elle n'atteindra jamais sa taille normale, ce qui aurait pour résultat de former un animal monstrueux dont la tête serait trois fois plus volumineuse que le corps.

Les étonnantes chimères



Triton palmé (à g.) et pleurodèle. En bas : la chimère (partie antérieure de pleurodèle, partie postérieure de triton palmé).



du Professeur Houillon



De gauche à droite, pleurodèle et triton alpestre. En bas : la chimère (tête de pleurodèle et corps de triton alpestre).



Une certaine proportion a été observée et l'animal montre un rapport tête-corps assez normal. On ne saurait toutefois affirmer qu'il s'agit d'une loi de la vie. Il faut, en effet, se souvenir que 97 % des chimères ne survivent pas. Il se peut que les rescapés soient précisément ceux pour lesquels une certaine harmonie s'est réalisée entre les deux parties. Harmonie due au hasard, à des lois plus précises ? Il est trop tôt pour le dire.

Dans les travaux que poursuivent les embryologistes un peu partout dans le monde, que représente une telle expérience ? En soi, la réalisation d'une chimère ne constitue pas une nouveauté. Ce qui est neuf, c'est l'obtention d'animaux viables à partir de deux espèces très différentes. Comment cette réussite a-t-elle été possible ? Est-elle due à des « trucs » opératoires, à des soins plus constants et plus méticuleux, à la chance aussi ? Le fait est que les espèces associées sont très éloignées, elles ne se reproduisent pas entre elles. Charles Houillon s'efforce maintenant d'obtenir des chimères avec des espèces toujours plus différentes. On sait déjà que les associations grenouilles-tritons ne sont pas viables.

Un nouveau matériel biologique

Jusqu'à présent, les animaux obtenus ont un comportement parfaitement normal : l'organisme fonctionne, la coordination s'est parfaitement effectuée entre les deux parties. Lorsqu'on a réalisé l'opération, il y avait des tissus en cours de différenciation, mais pas d'organes à proprement parler. Ceux-ci se sont constitués dans l'organisme chimérique, et tout s'est très bien raccordé. Le problème est maintenant de tirer les enseignements de cette réussite.

L'une des premières questions étudiées sera évidemment celle des anticorps.

Il semble qu'une chimère ne réussisse que si les deux parties accolées sont sensiblement de même importance. Si la chimère est déséquilibrée, une espèce représentant la majeure partie de l'animal, celui-ci ne sera pas viable. L'opération doit se faire « fifty-fifty », moitié d'une espèce et moitié d'une autre. C'est d'ailleurs là la définition même de la chimère qui existe au moment où l'on ne peut plus distinguer un greffon d'un support parce que les deux sont d'égale importance.

« On peut supposer, estime le professeur Houillon, que chaque partie secrète ses propres anticorps. Il y a une sorte de conflit entre les deux systèmes de défense. S'ils sont de force équivalente, il se produira une vaccination mutuelle entraînant une tolérance réciproque. Si, au contraire, un système est nettement plus fort, il éliminera l'autre. En

greffes interspécifiques, seule la chimère équilibrée est viable. »

Ces chimères tant rêvées et aujourd'hui bien vivantes n'ont donc pas été réalisées par goût de la virtuosité opératoire, par amour du bizarre, il s'agit d'une très importante expérience d'embryologie, expérience qui ne fait que commencer. Ces tritons chimériques sont étudiés attentivement, car ils constituent un matériel biologique nouveau et de première importance.

Déjà des observations intéressantes ont pu être faites. L'organisme chimérique a su régler son alimentation à un rythme convenable alors que, par exemple, un Pleurodèle mange normalement trois fois plus qu'un Triton alpestre. Le centre nerveux moteur commande à des membres qui ne sont pas les siens et se fait obéir, les mouvements sont coordonnés alors même que le nombre des membres est doublé. La chimère a su s'accommoder de deux comportements contraires. Ainsi le Pleurodèle vit dans l'eau alors que le Triton palmé vit à l'air et ne retourne au milieu aquatique que pour se reproduire. La chimère adoptera normalement le comportement de la tête.

Un problème particulièrement intéressant sera celui de la reproduction. Présentement, les sujets sont encore trop jeunes et les caractères sexuels ne sont pas parfaitement formés. Le Pleurodèle a un accouplement alors que le Triton alpestre n'en a pas. Que se passera-t-il ? Avec quel animal la chimère pourra-t-elle se reproduire ? En principe les organes sexuels se trouvant dans la partie postérieure, c'est celle-ci qui devrait conditionner la reproduction et le produit devrait être un individu très ordinaire appartenant à l'espèce qui a fourni le corps. C'est ainsi que tout devrait se passer, mais il serait fort intéressant de savoir s'il en sera bien ainsi, si on n'arrivera pas à avoir des produits anormaux.

C'est finalement un champ de recherches immense qui s'ouvre actuellement. Mais nous sommes ici dans le monde vivant, c'est-à-dire que la matière expérimentale a ses lois propres et impose ses rythmes. Le professeur Houillon a mis plus de cinq ans pour obtenir ses premières chimères. Avec une patience infinie, une vigilance sans relâche, il a obtenu ses premiers résultats. Il lui faut maintenant multiplier ces expériences afin de disposer d'un matériel suffisamment important pour entreprendre des expériences sur ces chimères. Présentement elles sont encore trop peu nombreuses pour qu'on se permette de les sacrifier. Il faudra donc plusieurs années avant que l'on puisse tirer tout le parti que l'on est en droit d'espérer de ce nouveau matériel biologique.

François de CLOSETS

Nouveaux outils pour l'industrie

Des ultra-sons "marteaux-piqueurs" aux hypersons électroniques

L'univers des ultra-sons semblait entièrement exploré. Mais voici que de nouveaux travaux viennent de l'élargir : d'une part, de nouvelles applications ont été trouvées à ces vibrations matérielles ; d'autre part, le récent prix Nobel de physique, l'Américain M.C.H. Townes, a découvert un nouvel ordre de phénomènes vibratoires qu'il a baptisé « hypersons ».

Il n'y a pas d'autre définition des « sons » que physiologique, donc que subjective : on appelle sons les vibrations élastiques de la matière que peut percevoir notre oreille. Pour l'enfant, la gamme sonore peut ne s'arrêter qu'à 20 000 périodes/seconde (ou, plutôt, 20 000 hertz) ; pour les vieillards, elle cesse souvent bien en deçà de 10 000 ; et, pour certains sujets dont on ne peut pourtant dire qu'ils soient « sourds », elle est limitée à 4 000 ou 5 000. C'est donc bien artificiellement qu'on fait commencer les ultra-sons à 16 000 ou à 20 000 Hz.

Par contre, dans l'extrême bas de l'échelle, le passage des sons audibles les plus graves aux infra-sons inaudibles se fait à peu près chez tous les sujets à 16 Hz. Les meilleurs « boomer » — les haut-parleurs spécialisés dans le grave des chaînes de haute fidélité — donnent déjà des vibrations qui sont à la limite de la perception par la peau : ils vous « prennent au ventre ». Mais le meilleur moyen de faire connaissance avec les infra-sons c'est de vouloir ouvrir une fenêtre qui résiste : bien que nous n'entendions pas de « sons », notre tympan perçoit quand même des pressions et des dépressions.

Le jeu enfantin des échos

Nul besoin d'en appeler à d'autres principes que ceux de l'acoustique traditionnelle pour expliquer les diverses utilisations des U-S. Ainsi, la détection des icebergs ou des sous-marins n'est que la transposition du jeu auquel se livrent tous les enfants : l'écho. Une vibration va, se réfléchit, revient, et non seulement

son retour renseigne sur la présence d'un obstacle, mais encore sur sa distance. Selon la vibration en cause, on parle d'amusement, de sonar, de radar... ou de miroir.

Que, par artifice, on dote les aveugles de cet écho, la chose est plus que concevable. Récemment d'importants travaux de physiologie fondamentale ont été menés dans ce sens aux laboratoires de Burbank de la Lockheed Aircraft. Un acousticien, Ralph G. Bell, a enfermé des sujets, les yeux bandés, dans une chambre anéchoïque (c'est-à-dire ne réfléchissant pas le son). Dans ces conditions, les sujets, utilisant leur seul sens de l'ouïe, ont pu détecter des échos normalement inaudibles. Sur les plus hautes fréquences audibles, ils ont pu localiser de petits objets placés à 3 m, évaluer des distances allant de 75 cm à 3 m, distinguer un poing fermé d'une main ouverte.

Et l'an dernier une firme londonienne, l'Ultra Electronics Ltd, a annoncé la mise en fabrication aux fins d'expérimentation sur des aveugles, de 100 appareils ultra-soniques d'un modèle mis au point par le Dr Leslie Kay. Une sorte de torche portée à la main émet des ultra-sons dont l'écho en retour est transformé électroniquement en sons audibles. A signaler que la meilleure démonstration a été faite après une grosse chute de neige : la neige ouatait le sol et amortissait les échos, alors que les obstacles tels que les arbres, les maisons, les barrières renvoient des échos très nets.

C'est encore sur le principe de l'écho qu'est basée une des méthodes d'exploration des pièces métalliques par U-S. Un émetteur ultra-sonore lance des trains d'ondes qui, en partie, sortent



A Cette flamme qui jaillit d'un brûleur à fuel-oil voit sa combustion améliorée grâce à l'action d'un faisceau d'ultra-sons qui assure une répartition fine du mélange.

B L'action des ultra-sons est mise en évidence dans cette photo du brûleur, avant l'allumage : le fuel-oil est divisé en très fines gouttelettes par les vibrations de l'air du faisceau.

C Une autre « matérialisation » d'un faisceau d'ultra-sons : dirigé sur la surface d'un liquide au repos, il provoque la formation d'un train d'ondes en phase avec sa fréquence.

de la pièce, mais, en partie, se réfléchissent sur la surface postérieure. D'où la mesure de l'épaisseur des pièces d'après le temps de retour de l'écho. Ce procédé est en particulier utilisé dans l'industrie pétrolière pour s'assurer que les tuyaux n'ont pas subi de corrosion à l'intérieur. Ils peuvent aussi localiser d'éventuels défauts dans les pièces, ces défauts renvoyant des échos parasites.

Une méthode similaire est encore plus « élégante », celle de la mise en résonance locale de la pièce. On applique un générateur d'ondes ultra-sonores sur la pièce à étudier et l'on fait varier leur fréquence. Quand cette fréquence correspond à la fréquence de résonance du métal sur l'épaisseur du point considéré, alors la vibration s'accroît considérablement. D'où un moyen évident pour mesurer l'épaisseur.

Secousses silencieuses

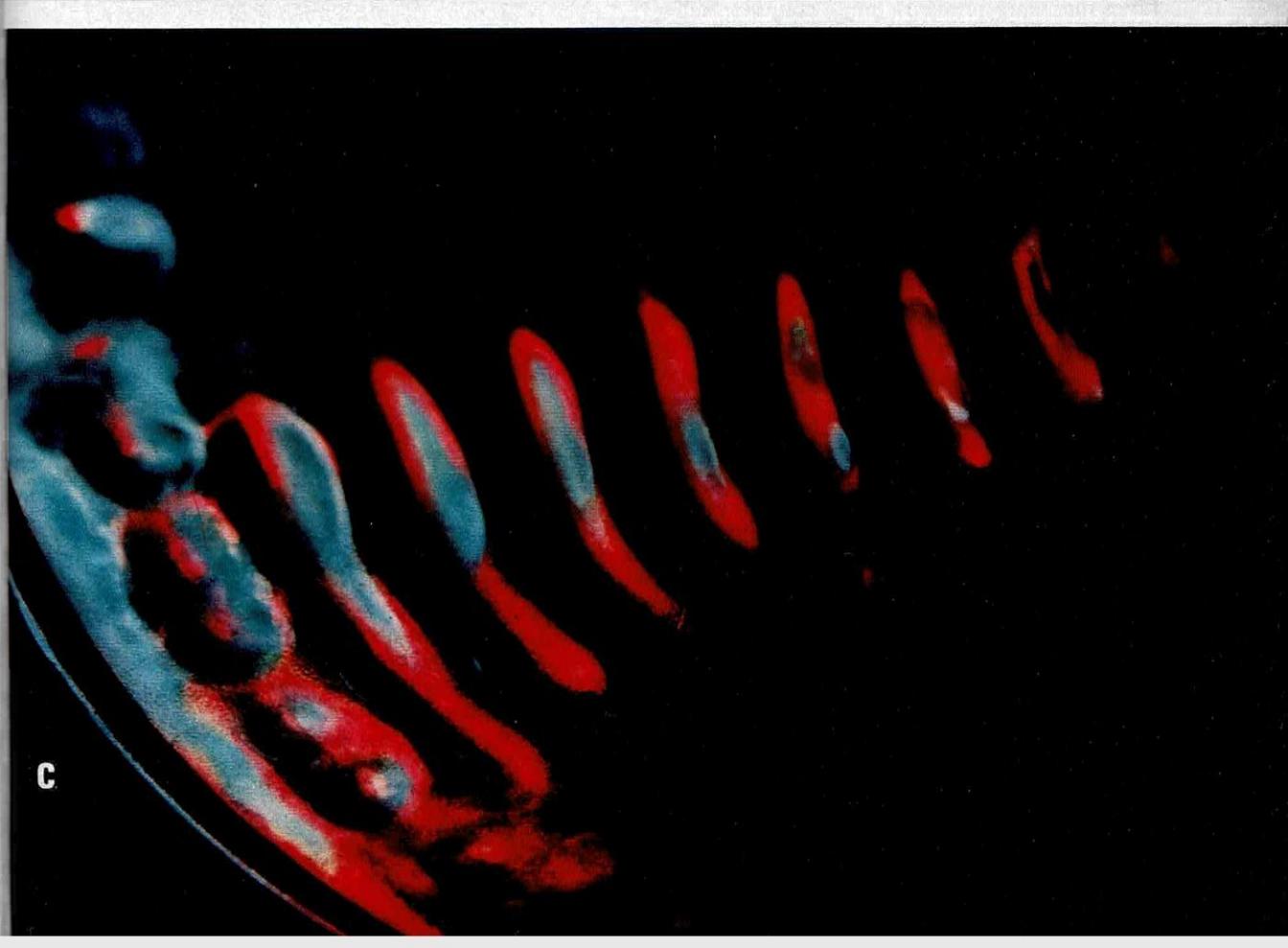
Dans le nettoyage des objets, depuis les couverts de table jusqu'aux bijoux, en passant par les roulements à billes, les pièces de petite mécanique ou les chaudières à détartrer, les ultra-sons n'opèrent pas davantage de façon mystérieuse. La technique utilise simplement ce phénomène fondamental de la physique, à savoir que les molécules (et, d'une façon générale, les particules) impliquées dans un phénomène vibratoire, son aussi bien que houle, subissent de continues allées et venues. Ainsi la poussière quitte-t-elle la nacre des perles aussi bien que la graisse la surface des engrenages ou que les dépôts calcaires les parois de la chaudière.

Le même mécanisme explique l'utilisation des U-S. comme agent mélangeur, surtout pour obtenir des émulsions. Sachons que l'énergie apportée par les vibrations peut être 10 000, 20 000 fois plus forte que la pression hydrostatique; alors nous comprendrons qu'un mélange très intime puisse s'opérer entre des corps différents, permettant soit la « dispersion » soit l'« émulsion ».

Voici quelques exemples volontairement hétéroclites : homogénéisation du lait ou des crèmes de beauté, dispersion d'argile dans les pâtes servant à la fabrication des ciments, dispersion des bacilles dans les vaccins, insémination artificielle, incorporation de carbone dans la fonte.

Mais au lieu d'agir sur des liquides, les U-S. peuvent agir dans un gaz, dans de l'air notamment. Ici, une application a été récemment mise en vedette, qui est évoquée dans les photos couleurs de ces pages : la dispersion du fuel dans l'air des brûleurs. C'est aux U.S.A., au centre de recherches d'ESSO, que ce procédé a été mis au point.

Un générateur U-S. dont le cristal piézo-



électrique vibre à 60 000 Hz concentre son énergie, grâce à un petit pavillon de 15 cm de diamètre, jouant le rôle de mégaphone, sur l'orifice d'un brûleur à fuel-oil. Les gouttelettes de fuel sont ainsi — pour employer un mot auquel il faut se garder de prêter un sens physique précis — « atomisées ».

En décembre, une communication à l'Académie des Sciences annonçait que la Compagnie des Compteurs avait, en laboratoire, réussi à maintenir par l'énergie ultra-sonore des masses de 500 g à 0,1 mm au-dessus de leur support. Cette lévitation peut avoir des applications directes : des paliers sans frottement.

Parfois, l'énergie mécanique sert à des séparations de corps entièrement mêlés. Il en est plusieurs exemples dans l'industrie du traitement des minéraux et les laboratoires de la Jersey Research Cy à Tulsa (Oklahoma) ont récemment obtenu, en 10 minutes, la séparation complète des hydrocarbures et des roches qu'ils imprègnent, alors que par la méthode classique des laboratoires pétroliers, celle de l'ébullition des roches, il ne faut pas moins de six heures. Le phénomène ici en jeu est la cavitation, c'est-à-dire la formation de bulles dans les zones où le liquide est soumis à des dépressions locales.

Décidément bons à tout faire, les ultra-sons peuvent faire agir les molécules comme d'infimes marteaux-piqueurs qui, à coups de bâton répétés à un rythme fantastique, peuvent découper des corps très durs. Et même l'email des dents sous de nouveaux instruments de dentistes. Il faut noter que, n'étant pas dû à un mouvement circulaire, le trou peut avoir n'importe quelle forme.

Dans nombre de ces techniques il serait possible d'utiliser des sons audibles pour obtenir les mêmes effets. Le travail serait simplement plus long puisque le nombre de vibrations par seconde serait bien plus faible ; et, surtout, on ne pourrait pas y mettre l'énergie nécessaire car les sons seraient absolument insupportables. Avec les ultra-sons, rien de tel : rien ne s'entend jamais...

De là découlent d'ailleurs d'autres applications : des systèmes anti-vols basés sur des ultra-sons ne peuvent pas être détectés comme ceux qui se fondent sur la rupture de rayons lumineux et ils sont de réalisation plus facile que des systèmes analogues à radars hertziens.

Ainsi la grande firme électronique anglaise DECCA a récemment installé un véritable sonar dans la prison la plus moderne de Grande-Bretagne, celle de Stoke Heath, dans le Shropshire. Il est basé sur l'effet Doppler ; c'est-à-dire qu'il est sensible à la variation de fréquence de l'écho en retour. Si quelque chose bouge dans la zone qu'il surveille, ce quelque chose renverra un écho à fréquence plus

grande en cas de rapprochement, à fréquence plus faible en cas d'éloignement.

Les hypersons, phénomène neuf

Tout change si l'on passe aux hypersons. D'une part, cet « effet » de laboratoire n'a encore aucune application. D'autre part, le phénomène est de nature différente, au point que l'on peut chicaner sur l'appellation du nouveau phénomène vibratoire : étymologiquement parlant, les hypersons semblent être simplement des sons de plus haute fréquence que les ultra-sons, de la même façon que l'on appelle hypersoniques les vitesses encore plus grandes que les vitesses supersoniques.

Certes, les hypersons se situent après 100 millions de hertz, donc dans un domaine que l'on n'a pas atteint avec les ultra-sons. Mais les phénomènes sont assez nettement différents. Au lieu de contraintes et d'oscillations mécaniques, ce sont en effet des contraintes électriques qui sont en jeu.

Nous retrouvons ici les cristaux, comme dans la physique des semi-conducteurs et des lasers. C'est seulement dans la structure ordonnée des cristaux que l'on a su produire en effet des vibrations hypersoniques. Il ne s'agit pas d'agitation moléculaire comme dans les sons et ultra-sons mais de phénomènes électroniques. On sait en effet aujourd'hui que les structures cristallines sont sous la dépendance des électrons qui entrent en oscillation, déterminant ainsi des zones de plus grande et de moins grande densité électronique au sein du cristal.

Pratiquement, au Massachusetts Institute of Technology, Townes a obtenu ces hypersons en faisant croiser deux faisceaux de laser dans un cristal de saphir. Deux faisceaux de longueur d'onde différente qui produisent entre eux des interférences, des battements. Ainsi les électrons se trouvent sollicités par des contraintes qui les font osciller à très haute fréquence. Des fréquences de 100 millions de cycles à la seconde ont été atteintes ; sans doute sont-elles déjà dépassées.

En faisant récemment une communication sur les hypersons à l'Académie des Sciences, le professeur Kastler qui expérimente sur ce sujet dans son labo de l'École Normale Supérieure, a évoqué la possibilité de dissocier les structures cristallines sous ces vibrations. D'autre part, le bureau de recherches aérospatiales de l'Armée de l'Air américaine subventionne les recherches du M.I.T. Ne serait-il donc pas possible que les hypersons s'inscrivent dans les perspectives actuelles de la destruction à distance que l'on n'a plus le droit de rejeter avec mépris dans la science-fiction ?

Pierre de LATIL

Un défi aux coloristes :

Reproduire le prodige optique des ailes de papillons

Bleu métallique des Morphos, bandes de feu des Vulcains, jaune éblouissant des Cléopâtres, rose nacré des Sapilos Ly-sandres : autant d'admirables couleurs qui n'ont jamais pu être recréées artificiellement. Faute de pouvoir les reproduire dans toute leur splendeur, les hommes ont chassé les papillons, arraché, découpé, enchassé, collé et monté leurs ailes, fixant ainsi un éclat trop éphémère : si la vie de certaines chenilles peut quelquefois durer deux ans, l'existence du papillon se limite pratiquement à l'acte de reproduction.

La nature semble compenser en lui la brièveté de son existence par une magnificence extra-ordinaire.

Les coloris des papillons ont aussi inspiré les savants : des murs du décorateur, ils sont passés sous les microscopes, d'objets d'admiration ils sont devenus objets d'études.

Les couleurs des animaux proviennent surtout de pigments qui imprègnent leurs tissus. Sous ce nom on désigne les composés chimiques qui absorbent certaines longueurs d'ondes de la lumière blanche et en réfléchissent d'autres, provoquant ainsi des colorations différentes : tels l'hémoglobine qui possède dans sa molécule un colorant rouge-violet, la porphyrine qui empourpre l'aile de certains oiseaux, les mélanines, etc.

Dans les petites tuiles qui composent les écailles des ailes de papillon, on a remarqué l'existence de pigments. Ce sont en particulier des ptérines (cf. photo), substances assez voisines de l'acide urique, jaunes, orangées ou rouges qui ont la propriété d'être fluorescentes en lumière de Wood (lumière obtenue au moyen d'un écran filtrant laissant seulement passer les radiations ultraviolettes de longueur d'onde voisine de 3 660 angströms).

Plus rare, le noir des callimorphes est dû à l'action de la mélanine qui absorbe complètement la lumière.

Ces coloris, d'origine chimique, ne sont pas

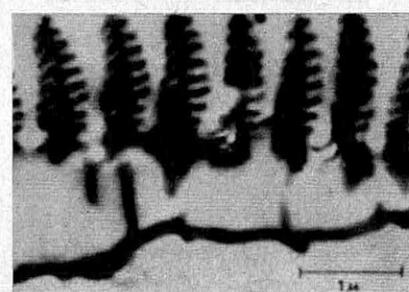
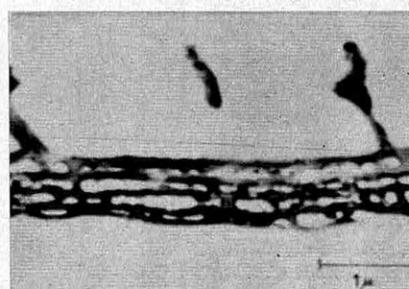
toujours provoqués par une seule espèce de pigment : plusieurs espèces peuvent se combiner entre elles : ainsi la juxtaposition d'un caroténoïde jaune et d'un pigment bilaire bleu produit le vert des chenilles et des sauterelles.

Mais les pigments n'expliquent qu'en faible partie la coloration des lépidoptères.

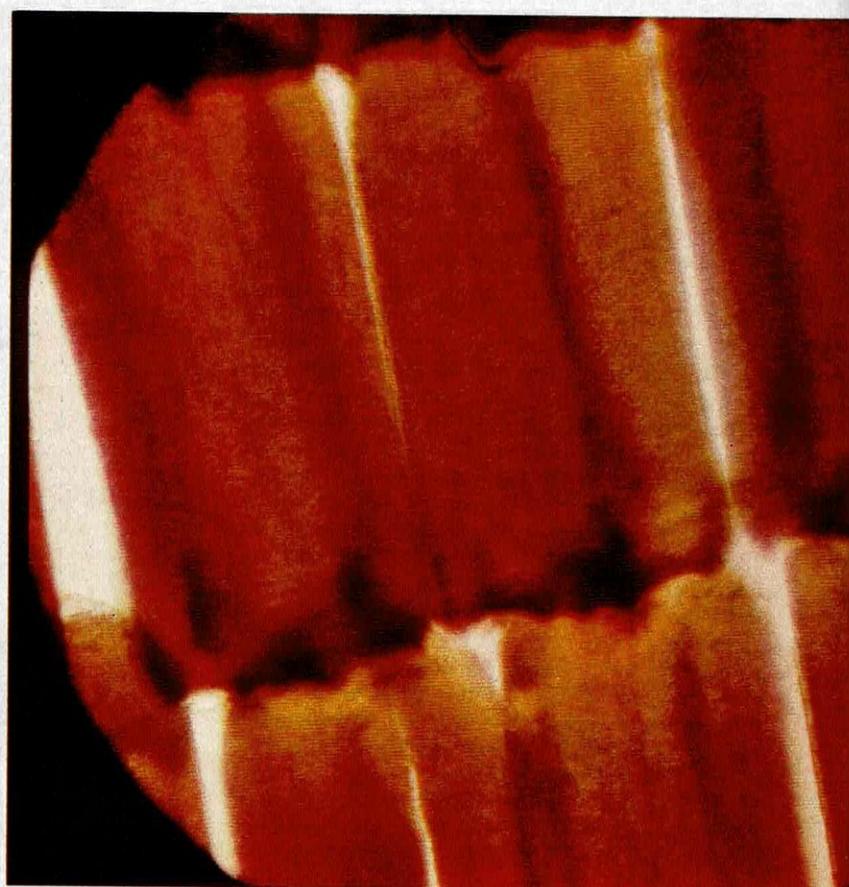
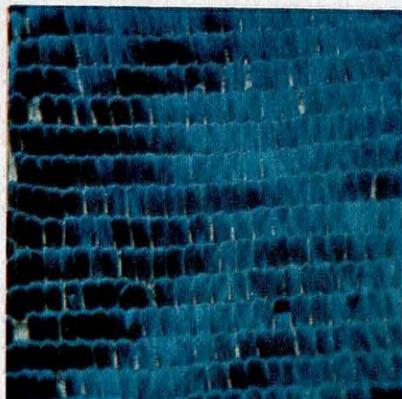
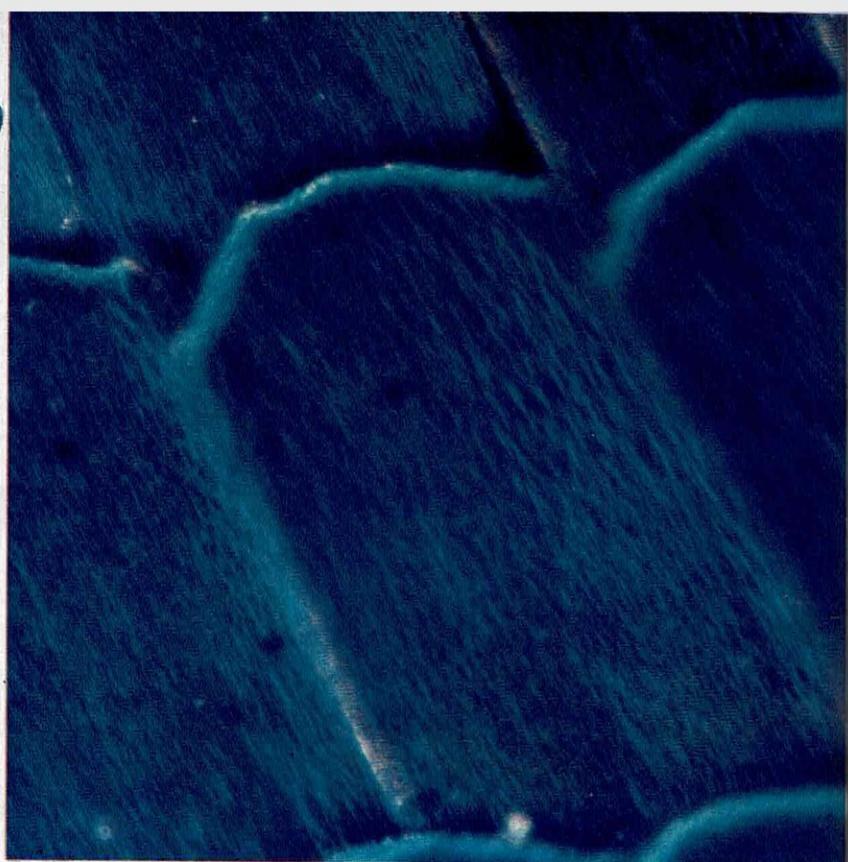
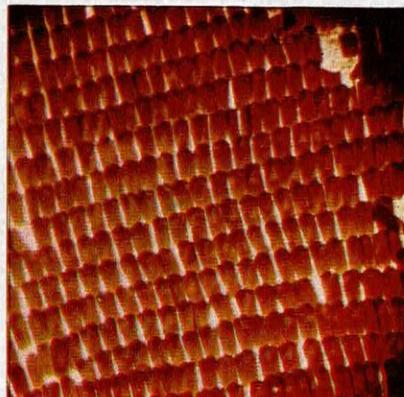
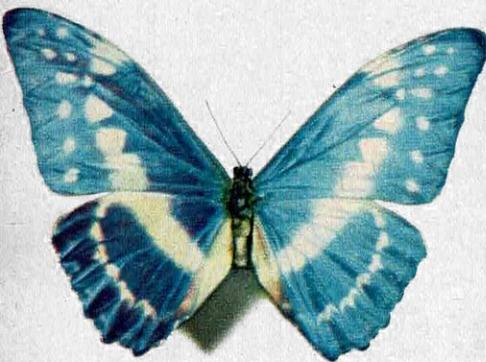
Examinons un Morpho, ce papillon dont les ailes apparaissent d'un bleu lumineux. Regardons-le en transparence : il devient marron et terne.

Si nous passons notre index sur les ailes, elles perdent leurs couleurs, et nous ne recueillons sur le doigt qu'un peu de poussière sombre.

Les ailes du Morpho ne possèdent pas matériellement les couleurs que notre œil y découvre. Le bleu métallique n'est pas « posé »



Ces deux photographies prises au microscope électronique (grossissement 12.000), révèlent les différences de structure des écailles, selon les types de papillon. En haut : Coupe d'un *Urana Leilius*, en bas, coupe d'un *Morpho aega*. Chez ce dernier, les lamelles revêtent l'aspect de petits sapins.



L'examen au microscope d'une aile de papillon *morpho rethenor* (avec grossissements de 200 et 1.000) révèle la disposition des écailles en « tuiles de toit ». Vu en lumière incidente, ce fragment d'écailles apparaît bleuté, mais vu par transparence, il devient rouge-brun. Il s'agit là d'un des phénomènes les plus caractéristiques de coloration optique, due à des interférences lumineuses.

où nous l'apercevons, il se forme au-dessus de l'aile grâce au phénomène des interférences lumineuses : ce n'est qu'un chatoiement coloré purement optique dû à la diffraction de la lumière.

Dans le cas des papillons, les couleurs d'interférences semblent produites par les surfaces des écailles transparentes de l'aile : une expérience très simple démontre le bien-fondé de cette thèse. Si l'on dépose une goutte d'éther sur une aile irisée, l'éther emplit les vides, et l'aile devient transparente. Au fur et à mesure que l'éther s'évapore, les couleurs réapparaissent.

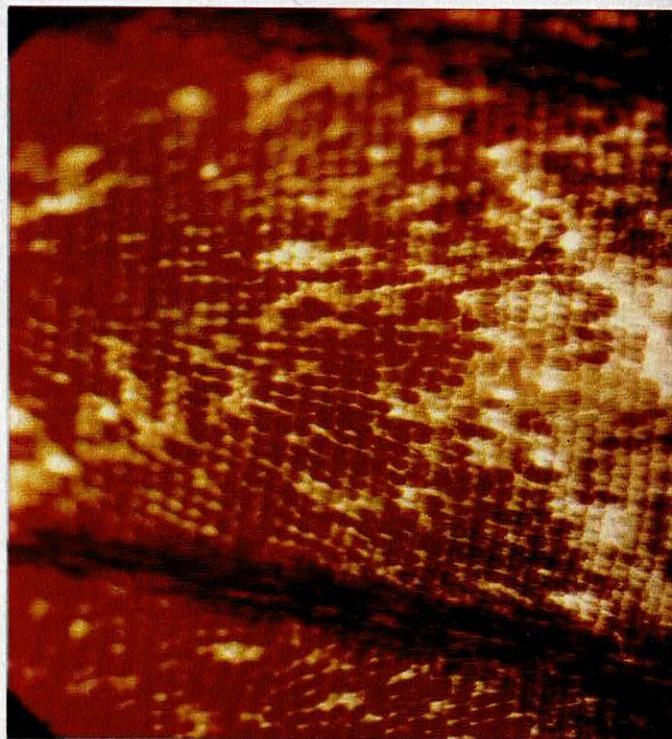
Dès 1924, se basant sur des études de réflexion optique, F. Süffert recherchait l'origine de cette coloration irisée des ailes de papillon, qui, pour causer des phénomènes d'interférence devaient comporter des solutions de continuité. Il présumait que les plaquettes écaillées du type *Urania* étaient constituées d'une série de lamelles très minces de chitine séparées par de l'air. Ces lamelles agissant à la manière des pellicules superposées des bulles de savon seraient à l'origine de l'irisation.

L'examen au microscope a montré que les ailes des papillons sont recouvertes sur chacunes des faces de minuscules écailles variant selon les espèces. Généralement les écailles comprennent deux lames parallèles très rapprochées entre lesquelles l'air circule. Elles s'attachent l'une à l'autre par des petits piliers : les tabécules. Selon les endroits, les amas d'écailles sont plus ou moins denses, et sont parfois mêlés à des phanères, petits poils pigmentaires susceptibles de modifier la coloration.

Il a fallu attendre ces dernières années pour vérifier les suppositions de F. Süffert. Récemment l'étude au microscope électronique a montré l'importance de stries très fines portées par ces écailles dans la formation des coloris. Les travaux de W. Lippert ont rendu visible la structure ultramicroscopique de ces écailles, permettant de distinguer deux types de coloration métallique chez les papillons : celle de type *Morpho* (cf. photo : disposition en tuiles de toit) où les lamelles de l'écaille sont ridées et portent des stries obliques, et celles de type *Urania* où la lamelle supérieure est très épaisse, à peu près plane et très finement feuilletée.

La coupe transversale d'une écaille chatoyante d'*Urania Leilus* révèle une superposition de quatre lamelles de corps écaillieux (séparées par des bâtonnets) permettant la formation de couleurs d'interférence. Les lamelles de la face supérieure sont striées longitudinalement.

La structure des écailles de type *Morpho* se révèle plus complexe. Notre agrandissement au 1 000^e du *Morpho Rhetenor* dévoile l'existence de stries étroitement serrées (environ 1 000



Contrairement au *Morpho* de la page ci-contre, la coloration du papillon *Colotis Eripe* est uniquement pigmentaire. Le fragment d'écaille, observé en lumière incidente ou par transparence, présente toujours la même couleur, sans modification.

par millimètre). La coupe d'une de ces écailles montre que ces lamelles sont inclinées vers les deux faces et ont l'aspect de petits sapins, « d'arbrisseaux ». Quelques tabécules traversent le creux de l'écaille, espace situé entre la lamelle supérieure et la lamelle inférieure.

Sur les ailes des papillons, comme sur la gorge des pigeons, les deux types de coloration (pigmentaire et structurales) se combinent fréquemment, et leur mélange dans notre œil crée une coloration mixte. Ainsi, la tache violette de l'aile du papillon *Teracolus irie* Godt est le résultat de la fusion entre les pigments rouges de ses écailles et leur reflet optique bleuté.

Tours de forces de la nature qui ont longtemps paru inimitables. Mais aujourd'hui, avec l'essor tout récent de la bionique, cette science hybride qui cherche à mettre à profit, techniquement, les « astuces » des êtres vivants, il n'est pas interdit de penser que les coloristes industriels vont chercher à égaler, et peut-être à dépasser, ces merveilles. Pour les mêmes raisons que l'évolution qui les a inventées...

Marie-Thérèse de BROSSES

Le magnétophone à images

Il y a deux mois, nous annoncions la mise en service commerciale, aux U.S.A., du « téléphone qui voit ». Décidément, les appareils sonores modernes ne se contentent plus de retransmettre simplement des bruits : ils veulent être doués du sens de la vue. Le magnétophone, par exemple : l'instrument qui a révolutionné l'art de l'enregistrement et de la restitution des sons. La bande magnétique a changé l'univers sonore de l'homme du xx^e siècle. Elle a libéré le journalisme parlé des contraintes du studio d'enregistrement. Sous sa forme portative, le magnétophone permet le reportage radiophonique sur le tas, au cœur de l'événement. Avec sa petite usine pas plus grosse qu'une boîte à cigarettes, véritable « conserverie » ambulante des paroles et des bruits, le journaliste rapporte dans son sac, intactes, les voix de l'Histoire.

Et sous sa forme « domestique », le magnétophone fait depuis des années le ravissement des amateurs. Il autorise le jeu infini des effets sonores, les bruitages et les truquages les plus insolites, les compositions « maison » de musique concrète. C'est l'album de famille où sont consignées les voix chères. Il permet l'enregistrement permanent des concerts qui passent à la radio et qui, sans lui, resteraient aussi évanescents que les vibrations des ondes dans l'air.

Or, la télévision est arrivée, ajoutant l'image aux messages sonores de la radio. Ah, disent les aficionados des moyens électroniques modernes, si seulement nous pouvions enregistrer chez nous (et même en notre absence) les programmes de la T.V. (les bons) comme nous enregistrons la musique d'un poste à modulation de fréquences ! Nous pourrions alors nous constituer une « T.V.-thèque » sur bandes magnétiques, la collection des grandes émissions télévisées, les archives des principaux événements historiques et artistiques qui passent, à la cadence de 12 millions de points phosphorescents à la seconde, sur le petit écran. Ainsi serait gardée la mémoire magnétique du temps qui fuit.

Et pourquoi pas ? Qui s'étonne encore, aujourd'hui, qu'une simple bande de matière plas-

tique, apparemment vierge de toute inscription, nous restitue la voix et les notes musicales qu'auparavant on lui a « fait entendre ». Nous savons qu'elle en a gardé l'empreinte magnétique et que celle-ci peut être transformée en oscillations électriques qui, traduites mécaniquement par les vibrations d'une membrane de haut-parleur, produiront dans l'air les ondes de pressions qui excitent nos tympans. Or, ce qui marche pour les sons devrait marcher aussi pour les images. La télévision ne transforme-t-elle pas les phénomènes optiques en phénomènes électriques ? Dès le début, on eut l'idée de consigner ces « images » électroniques sur le même support magnétique qui servait déjà à l'enregistrement des messages sonores.

Depuis des années et dans tous les pays, la télévision utilise du matériel professionnel, très coûteux, pour faire du « cinéma magnétique », aussi bien pour tourner des émissions lorsqu'elles doivent être différées que pour enregistrer directement les programmes pendant qu'ils passent, et en garder ainsi une copie (le procédé magnétique a remplacé le Kinescope, qui se contentait de filmer l'écran pendant que se déroulait l'émission).

Pour la télévision, l'image fixée sous forme magnétique a d'énormes avantages par rapport au procédé photographique du cinéma ordinaire. Elle peut être retransmise immédiatement après avoir été enregistrée, exactement comme une bande de magnétophone « sonore ». Plus besoin de développer une pellicule, plus besoin de traitements chimiques ni de fastidieux travaux de laboratoire.

La bande audio-visuelle autorise naturellement toutes les retouches : d'un « coup de gomme » magnétique on efface, on recommence, on coupe, on recolle. Le magnétophone à images est, pour la manipulation, d'une simplicité enfantine : la bande se déroule au grand jour, on charge l'appareil en quelques secondes et on règle sa marche, pour l'enregistrement et la reproduction, par des boutons-poussoirs, comme sur un magnétophone ordinaire.

Bien sûr, pour la qualité de l'image, le magnétoscope ne vaut pas le film de cinéma ; mais



Démonstrateur : Yves Montand. Le Magnétoscope Philips a une bande de 25,4 mm de largeur.

nous sommes conditionnés à avoir la vue moins exigeante devant notre petit écran que dans une salle de projection.

Toutefois, si les professionnels de la T.V. travaillent couramment avec les « images électriques », leurs équipements (qui coûtent plusieurs dizaines de millions d'anciens francs) n'étaient pas, jusqu'ici, à la portée de tout le monde. La Radio Corporation of America a bien sorti, voici cinq ans, un appareil pour amateur, mais celui-ci ne coûtait pas moins de 5 millions, le prix d'une Rolls Royce. Cela s'explique quand on songe à la formidable difficulté d'un enregistrement magnétique d'images.

D'abord, avant d'être consignée sur bande, l'image doit être analysée, c'est-à-dire décomposée en autant de points et de lignes qu'il faudra pour la reconstituer ensuite sur le tube cathodique du récepteur. Ensuite, l'enregistrement des oscillations électriques qui représentent les signaux optiques est loin d'être aussi simple que pour les signaux sonores. Il exige des fréquences cent fois plus élevées (plusieurs millions de cycles par seconde). Pour qu'une tête de magnétophone ordinaire puisse « lire l'image », il faudrait que la bande se déroule à une vitesse prodigieuse : une bobine ordinaire se déviderait en moins de 30 secondes. On

tourna d'abord la difficulté en miniaturisant la fente de lecture des têtes. Des ingénieurs français imaginèrent ensuite d'enregistrer les signaux transversalement sur la bande et de faire mouvoir la tête de lecture : ainsi, le mouvement de la tête, s'ajoutant à celui de la bobine, « absorbe » une partie de la vitesse nécessaire, si bien que la bande peut être déroulée plus lentement.

Aujourd'hui, la firme Philips annonce la sortie du premier magnétoscope « abordable » pour le public. Le prix reste élevé : 1,5 million d'anciens francs. Mais l'appareil représente, pour un équipement d'amateur, le meilleur compromis actuellement possible entre un prix et une qualité raisonnables.

Évidemment, le magnétoscope ne fonctionne qu'en 625 lignes (la « définition » européenne, qui est aussi celle de notre II^e chaîne). Il trouvera donc sa clientèle dans la médecine, l'enseignement, l'industrie, plutôt que chez les particuliers. Mais il est déjà le prototype du magnétoscope de M. Tout-le-Monde. Demain, non seulement celui-ci enregistrera chez lui les émissions T.V., mais, grâce à une caméra spéciale, il tournera ses propres « bandes », qu'il « projettera » grâce à son poste de télévision ordinaire.

Claude PASSERELLE



vos deux voitures : la parisienne !

Elle est jeune, elle sait s'habiller... comme une Parisienne. Elle va vite, elle se faufile... à la Parisienne. Elle fait des miracles avec un budget minime... comme une Parisienne.

Une voiture élégante pour les Champs Elysées et la Rue de la Paix. Et une voiture astucieuse, débrouillarde pour les Halles, les «Puces», ou la campagne.

Deux voitures en une : c'est le cadeau de la Parisienne à tous ses heureux possesseurs.

c'est Renault
qu'il vous faut

RENAULT

régie nationale des usines Renault

4



Objets encombrants ? La soute à bagages de la R4 s'ouvre tout grand grâce à son hayon arrière et «avale» allégrement vos paquets, vos valises, vos paniers... Du volume à revendre !

Une place pour vous garer ? vous en trouverez toujours pour votre R4. Elle se faufile partout : c'est la moins longue des voitures françaises.

Un poids lourd devant vous ? allez-y ! doublez... en toute sécurité. La R4 a des reprises étonnantes et elle atteint 110 km/h « chrono » !

Sans compter son légendaire sens de l'économie (consommation - entretien - pièces détachées) et ses formules de crédit originales, ses 10 jours d'assurance gratuite à la livraison et la possibilité, ensuite, de conditions d'assurance spéciales et particulièrement avantageuses.

Surexploités, les gisements terrestres seront bientôt épuisés : leur relève doit être assurée...

Les mines fabuleuses de l'Océan

Il y a de l'or dans les océans. Cinq millions de tonnes d'or.

Vers les années « 20 » quand l'Allemagneployait sous le fardeau des réparations de la guerre de 14-18, le grand chimiste Fritz Haber chercha le moyen d'extraire de l'eau de mer une partie de cet immense trésor, ce qui aurait résolu les problèmes de son pays. Tâche ardue, car l'or marin est tellement dilué qu'un litre d'eau de mer ne contient que quatre millièmes de milligramme d'or, en moyenne.

On raconte (mais l'histoire est probablement apocryphe) qu'à un moment donné les chercheurs allemands faillirent lancer l'« Eureka » du succès, comme un lointain prédecesseur scientifique qui s'occupait, lui aussi, d'or et d'eau : en effet, certains échantillons d'eau prélevés dans la mer du Nord contenaient deux fois plus d'or que la moyenne, ce qui permettait d'entrevoir une extraction rentable. Hélas ! On découvrit que le surplus d'or provenait de la monture des lunettes d'un des chimistes, préposés à l'analyse. Après des années de travail, les efforts de Fritz Haber n'aboutissaient qu'à l'échec.

Cette anecdote met en lumière deux points : d'une part, les 1 370 000 000 de kilomètres cubes d'eau salée qui couvrent les trois quarts de notre globe recèlent d'inimaginables richesses minérales ; d'autre part, la conquête de ces richesses pose des problèmes d'une redoutable difficulté.

En outre, on peut considérer les bassins océaniques comme d'immenses cuves de réaction chimiques. Ces cuves elles-mêmes sont des sources pratiquement inépuisables de nom-

breux minéraux qui reposent sur le fond des océans, ou qui font partie de ce fond.

Toutes ces ressources sont encore à peine exploitées, bien que l'on y songe de plus en plus sérieusement. Avec l'industrialisation croissante des nations, avec l'explosion exponentielle de la population de la planète, avec l'épuisement prochain de nombreux gisements minéraux terrestres à haute concentration, l'eau des mers est appelée à devenir la source quasi-intarissable des matières premières que dévoreront les super-industries de demain.

Ces pommes de terre noires : du manganèse

En 1870, le célèbre navire britannique d'exploration, H.M.S. Challenger, fit un voyage de recherches océanographiques autour du globe qui dura trois ans et demi et qui permit de réaliser une ample moisson de données sur les océans, à toutes les profondeurs et à diverses latitudes. Du fond du Pacifique, les dragues du Challenger ramenèrent d'étranges boules qui ressemblaient à des pommes de terre cuites sous la cendre... trop cuites et noircies. L'analyse chimique montra que ces « nodules » étaient riches en manganèse et en divers autres métaux : fer, cuivre, cobalt et nickel.

Longtemps on considéra ces nodules comme des curiosités de la nature, et rien de plus. Récemment, pourtant, ils ont éveillé l'intérêt des spécialistes qui y voient une source abondante de métaux utiles : on a découvert en effet, pendant l'année géophysique internatio-

nale de 1957-1958, que le fond du Pacifique en est largement saupoudré.

Le docteur John Mero, ex-professeur à l'Université de Californie et actuellement conseiller d'un important chantier naval américain, est un des partisans les plus convaincus de la rentabilité commerciale d'éventuelles récoltes de ces « pommes de terre » d'où l'on pourrait extraire du manganèse, du fer, du nickel, et certains autres métaux parmi la bonne quarantaine qu'elles contiennent. Le docteur Mero estime qu'il y a 1 000 à 1 500 milliards de tonnes de nodules au fond du Pacifique. Cette énorme masse s'accroît au rythme de dix milliards de tonnes par an (beaucoup plus vite qu'on pourrait l'exploiter), car les nodules se forment par le dépôt progressif de précipités métalliques autour de quelque minuscule fragment de roche dure, un peu à la manière d'une perle croissant par le dépôt de calcaire autour d'un corps étranger dans la chair de l'huître. La taille des nodules va de celle d'un grain de sable à celle d'une tête d'homme, et même plus.

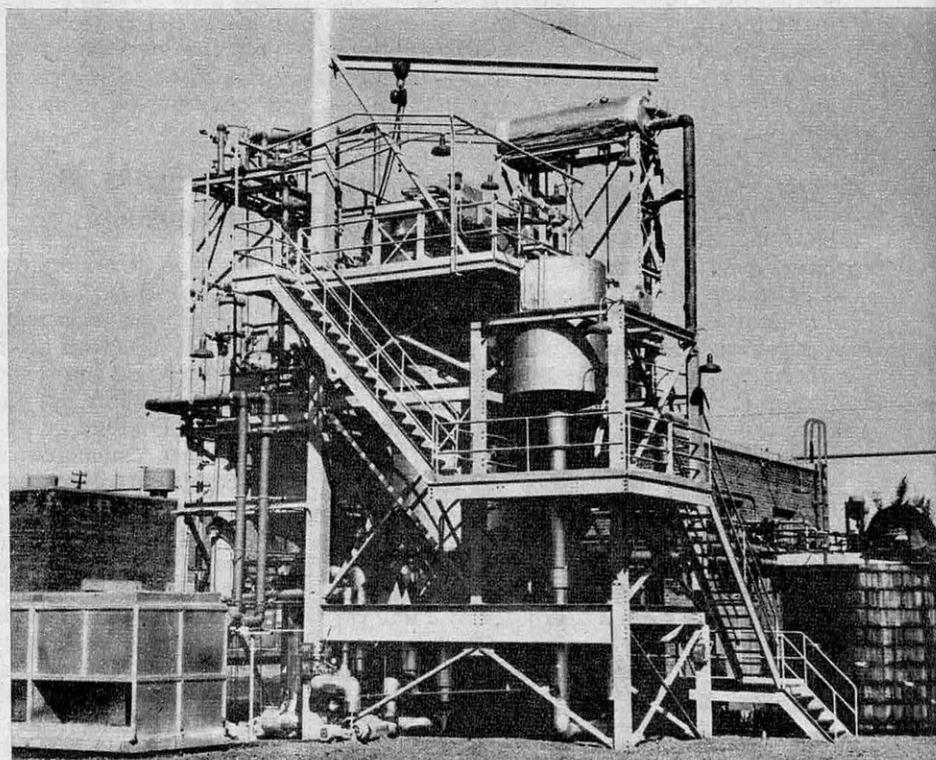
« A l'université de Californie, explique le docteur Mero, mes recherches, poursuivies depuis six ans, indiquent que bon nombre des métaux importants pour l'industrie peuvent être extraits des dépôts océaniques pour 50 à 75 % de ce que coûte leur extraction à partir

des gisements terrestres ». Pour réaliser cette exploitation, il envisage d'énormes dragues hydrauliques qui sucerait les nodules du fond comme des aspirateurs géants. Le fonctionnement des « suceurs », serait suivi par télévision sous-marine en circuit fermé. Ils seraient auto-moteurs, et ramperaient sur le fond, moissonnant lentement sur une large bande. Les nodules seraient remontés de profondeurs allant jusqu'à trois kilomètres et déposés dans des minéraliers qui les transporteraient jusqu'aux usines de traitement.

Beaucoup d'ingénieurs ne sont pas d'accord avec le schéma optimiste du docteur Mero : ils soulignent la complexité du problème mécanique qu'implique la remontée des nodules de telles profondeurs. Mais les minéraux terrestres riches sont en train de s'épuiser, et, tôt ou tard, il faudra bien en venir à l'exploitation des nodules, quel que soit le moyen mis en œuvre.

Il existe, sur le fond des océans, d'autres sortes de nodules nommés « phosphorites ». Ils sont faits de phosphates comparables à ceux des dépôts terrestres, que l'on utilise comme engrais. L'intérêt commercial de ces nodules a paru suffisant pour qu'une société américaine cherche à les exploiter. La Collier Carbon and Chemical Company obtint en effet du gouvernement des États-Unis un bail sur 12 000 hectares

Première richesse de l'Océan : l'eau douce, à condition de disposer d'une usine de désalination comme celle-ci, par exemple, qui fonctionne par le procédé de congélation mis au point par l'Israélien Zarchine (à Wrightsville Beach, North Carolina). Dans l'eau traitée, d'autres richesses encore.



A la pêche aux diamants : ce curieux bâtiment, le « Rockeater » (littéralement, mangeur de roches) peut broyer 20 tonnes de roches, extraites à plus de 100 mètres de profondeur, en une heure. Il travaille au large de l'Afrique du Sud.



Science Service

de petits fonds au large de la Californie du Sud, pour y moissonner les phosphorites afin d'en faire des engrais. A la dernière minute, cependant, il fallut renoncer aux opérations de dragage, pour des raisons étrangères à celles de rentabilité commerciale : la zone de travail avait servi jadis de polygone de tir naval et de dépotoir pour les munitions périmées. Il aurait été vraiment trop dangereux de remuer ces fonds « piégés ». Après avoir tant dilapidé son héritage terrestre, voici que l'homme a déjà commencé à empoisonner les richesses marines. Signalons que l'on connaît, heureusement, d'autres dépôts de phosphorites au large de l'Australie et de l'Inde, qui paraissent pleins de promesses.

Diamants bruts et sables noirs

Si l'exploitation des richesses minérales des grands fonds doit encore attendre quelques années, ce n'est pas le cas pour celles des plateaux continentaux. Les graviers au large de la côte Sud-Ouest de l'Afrique, à faible profondeur, fournissent des diamants d'une valeur d'un million de francs (nouveaux) par mois; et il ne s'agit là que d'une exploitation pilote, qui vient juste de passer à l'échelle industrielle.

Ces graviers sous-marins donnent cinq carats de diamant par tonne, contre un carat par tonne dans les gisements terrestres de l'Afrique du Sud. Les experts pensent que cette zone diamantifère, sous l'eau, doit devenir la plus importante du monde.

Beaucoup plus importante pour notre civilisation est l'exploitation marine en divers points du globe, de sables du fond riches en métaux importants pour l'industrie. Ainsi,

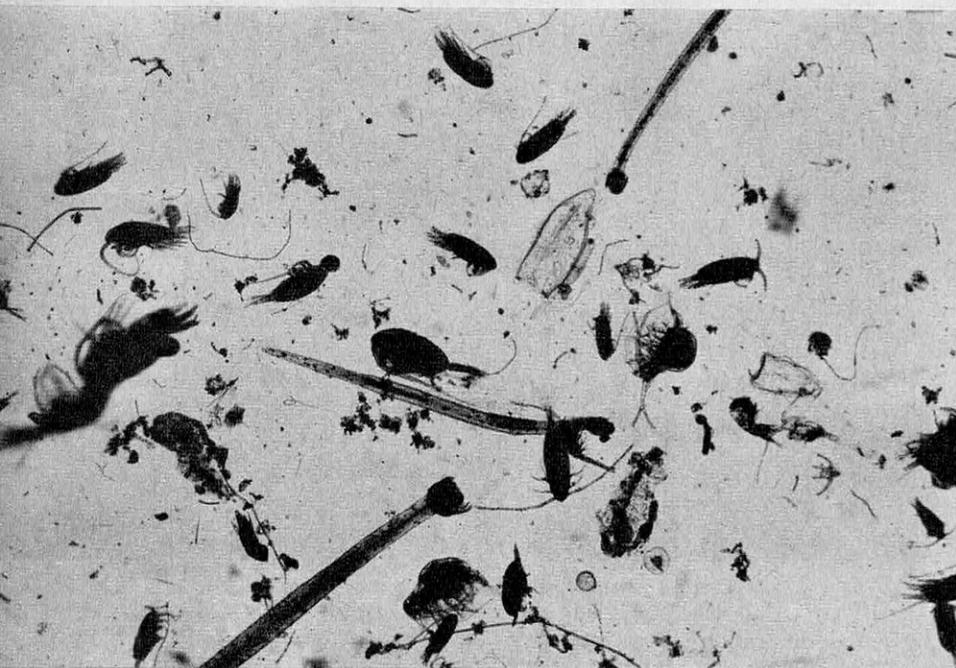
la Compagnie des Fers et Aciers Yawata pompe 30 000 tonnes de sable ferrugineux noir par mois dans la baie de Tokio. Les réserves sont estimées à plus de 16 millions de tonnes.

Au large de la Malaisie, de la Thaïlande et de l'Indonésie, on drague des minéraux d'étain à des profondeurs allant jusqu'à 40 mètres. Des sables et des graviers aurifères ont été découverts au large de l'Alaska, et seront bientôt exploités par la Shell.

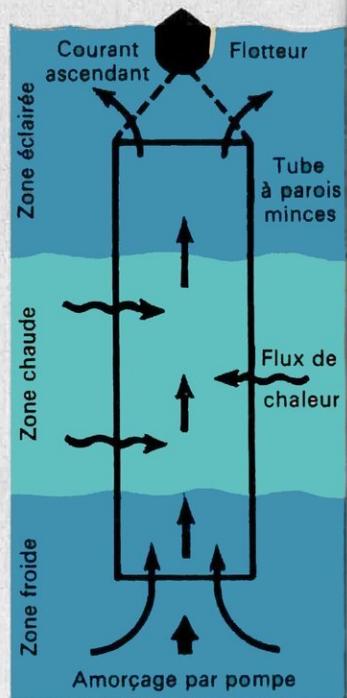
La liste des sables métalliques sous-marins déjà connus et susceptibles d'exploitation ressemble à un véritable annuaire des métaux précieux pour l'industrie : sables à titane au large de l'Inde, de Ceylan, du Japon, de l'Australie, de la Floride; sables à fer et chrome au large du Brésil et de l'Inde; minéraux d'étain, très probablement, au large de la Cornouaille. On a trouvé aussi du charbon au large de Terre-Neuve.

A Paris, en juin 1964, le Comité Scientifique sur la Recherche Océanographique du Conseil International des Unions scientifiques pour la Commission Océanographique intergouvernementale (ouf !) fit remarquer que les vases et les argiles qui constituent les grands fonds pourraient bien être rentablement exploités dans un proche avenir : les argiles constituent un minéral d'aluminium. Le rapport du Comité dit aussi que l'on s'intéresse actuellement à certains dépôts de vases à Globigérines comparables aux types ASTM I et II de roches à ciment. Ces roches représentent actuellement 95 % du marché des roches à ciment.

Le même rapport souligne l'existence, dans des bassins marins fermés comme la mer Noire ou la fosse de Cariaco au large du Vénézuéla,



J.P. Corson



de dépôts de sulfures à haute concentration. On pensait extraire divers métaux de ces sulfures dans des conditions de rentabilité économique, avec, comme sous-produits, des éléments radioactifs.

Enfin, comme on le sait, la principale richesse actuellement retirée du fond des mers est le pétrole, exploité grâce à des forages sous-marins qui pompent l'or noir dans le Moyen-Orient, dans le golfe du Mexique et au large de la Californie. Les grandes compagnies pétrolières internationales (dont le bureau de recherches du Pétrole français) ont formé plusieurs associations pour la recherche du pétrole sous la mer du Nord, où l'exploitation sismique a indiqué la présence de gisements. En 1964, on a dépensé plus d'un milliard pour ces recherches.

La solution de bien des problèmes est... en solution

Le grand espoir d'énormes, d'inépuisables richesses minérales océaniques, c'est les 35 grammes de sels divers dissous dans chaque litre d'eau de mer. Certains de ces sels sont déjà exploités sur une grande échelle : c'est ainsi que 99 % du brome consommé dans le monde est tiré de la mer.

En Amérique, la Dow Chemical Company extrait du magnésium et la Ethyl Corporation

du brome dans une même usine à Freeport (Texas). En France, la Société Octel-Kuhlmann tire du brome des eaux de la Méditerranée, tandis que la Compagnie Alais, Froges, et Camargue extrait du brome, du sel et du sulfate de magnésium des eaux saumâtres de la Camargue. Partout dans le monde, notamment en Norvège, en Afrique du Sud, en Italie, en Californie et en Israël, des usines d'extraction tirent de l'acier de la mer, du brome, du magnésium, des sels de magnésium et de la potasse.

L'exploitation israélienne est particulièrement intéressante : l'usine de la mer Morte profite de l'extraordinaire concentration en sels de cette « mer fossile », si dense qu'on ne peut s'y noyer. La concentration en brome, par exemple, est 100 fois plus forte que dans l'océan.

Quels autres éléments peut-on tirer de l'eau de mer ? Les océanographes estiment que cette eau contient en solution tous les éléments connus, à des concentrations allant de 19 grammes par litre, pour le chlore, à 0,003 milligramme par litre pour l'uranium et jusqu'à 0,00000003 milligramme par litre pour le radium.

Leur exploitation éventuelle dépend de trois facteurs : la demande, la production « terrestre », le coût de l'extraction. Ces facteurs sont, bien entendu, liés entre eux.

Citons encore un passage du rapport du Comité sur la Recherche océanographique :

Pour enrichir l'océan : la pompe à plancton

Un problème se pose aux océanographes : comment peut-on augmenter la quantité de nourriture prise dans la mer sous forme de poisson, pour nourrir les millions d'êtres affamés que l'explosion démographique ajoute chaque année à la population mondiale ?

Une réponse : augmenter l'apport de plancton, cet ensemble complexe de plantes et d'animaux microscopiques qui peuplent, sur une profondeur de 100 m, les couches supérieures des océans. En augmentant le plancton, on augmente la quantité de toutes les espèces.

Mais comment y parvenir ? En faisant monter vers la surface les eaux des régions les plus basses de l'océan, qui sont riches en substances nutritives dont le plancton a besoin.

Plusieurs possibilités : immerger un réacteur nucléaire dont la chaleur entraînera les eaux profondes vers le haut ou suspendre dans les courants de longues chaînes amarrées à des bouées, ce qui créerait des turbulences. Ou encore, se servir de cette curiosité de l'océan :

la pompe marine. Cette dernière solution a la faveur de nombreux océanographes.

Le dessin montre comment fonctionne ce système économique qui, à vrai dire, n'est constitué que d'un long tube.

Tout vient du fait que les couches basses sont plus froides et plus lourdes que les couches plus hautes. Une pompe auxiliaire est d'abord nécessaire. Elle entraîne l'eau de la base du tube vers le haut. Au fur et à mesure que la masse de liquide se déplace, elle emmagasine de la chaleur, qui lui est communiquée par les eaux des altitudes plus élevées, au travers de la mince paroi du tube.

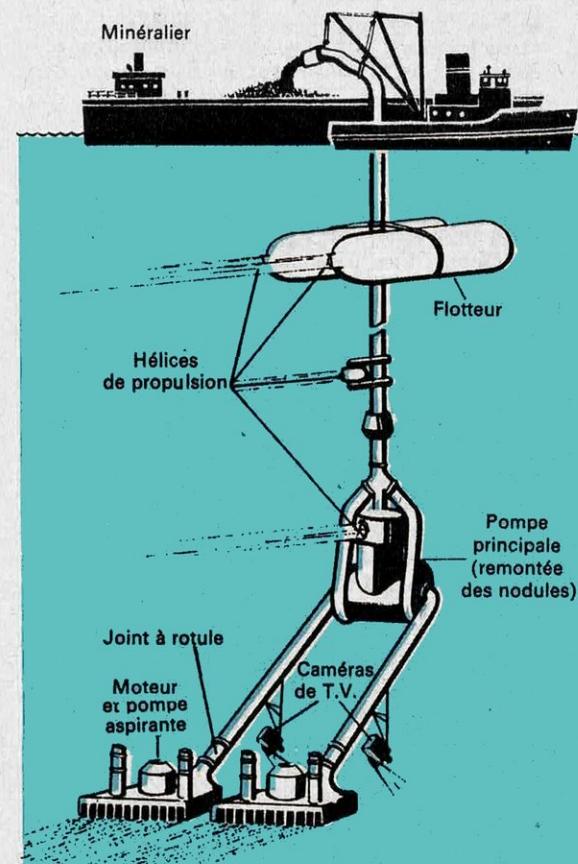
Cette masse se dilate, devient plus légère, continue de monter, emmagasine de la chaleur, s'allège, etc.

Une fois le système mis en marche par la pompe auxiliaire, le tube fonctionne comme un siphon et la masse d'eau du fond continue de monter pour se décharger au sommet. La pompe peut fonctionner en sens inverse.



L'aspirateur à nodules

Voici le schéma proposé par le Docteur Mero pour remonter les nodules de manganèse (photo ci-dessus), qui parsèment le fond du Pacifique. Les tubes, les flotteurs et les serrelles progressent ensemble, ce qui doit permettre d'éviter toute flexion exagérée de l'ensemble.



« Il serait facile d'extraire du rubidium et du césium de l'eau de mer, particulièrement dans des installations où on traite de grands volumes de cette eau, par exemple les usines de désalination qui fabriquent de l'eau douce à partir d'eau salée. Mais il faudrait d'abord connaître les besoins mondiaux, présents et futurs, de ces deux éléments. »

En fait, ces besoins sont encore assez limités. Des horizons plus prometteurs s'ouvrent pour l'extraction de soufre, de bore, de strontium et de fluor, encore que des procédés rentables restent à mettre au point.

Et que dire d'autres éléments encore, potentiellement précieux, comme l'or, l'uranium, le titane, et le thorium ?

Le rêve de Fritz Haber ressuscité

Les chimistes se tournent avec enthousiasme, plein d'espoir, vers de nouveaux procédés fondés sur l'activité physiologique de certains organismes marins qui « fonctionnent » à la manière d'usines d'extraction à haut rendement. Ainsi une holothurie au nom savant de « Phallusian Mamillata » concentre dans son sang un million de fois plus de vanadium qu'il n'y en a dans l'eau où elle vit; il y a cent mille fois plus de cuivre dans le sang bleu de la pieuvre que dans l'eau de mer. Les homards concentrent le cobalt. En fait, un océanographe a pu conclure, en se basant sur la distribution dans les mers de certains éléments radioactifs, que, pour chaque élément chimique, il existe au moins un organisme marin qui le concentre dans son organisme.

Ce sont des constatations de ce genre qui rendent possible la réhabilitation des théories de Haber. Des constatations et l'activité d'un autre chimiste allemand.

Pour commencer, le professeur Ernest Bayer de l'Université de Tübingen a mis au point un agent de « chélation » qui s'unit au cuivre et à l'uranium. (Les agents de chélation, inconnus à l'époque où Fritz Haber s'attaquait à l'or des mers, sont des produits chimiques organiques qui, agissant comme certaines protéines du sang humain ou animal, s'unissent spécifiquement aux ions d'un ou de quelques métaux pour former des molécules complexes, ce qui permet d'extraire ces ions, même d'une solution extrêmement diluée.) L'agent de chélation du professeur Bayer, une substance noire et granuleuse, a extrait la totalité de l'uranium et du cuivre présent dans un échantillon d'eau de la baie de Naples.

En 1964, le professeur Bayer a fait état d'un succès plus spectaculaire : la mise au point d'un agent de chélation qui s'unit à l'or. Une pincée de ce produit, mélangée à 100 litres d'eau de mer (toujours de la baie de Naples), filtrée

et lavée à l'acide dilué, a restitué *tout* l'or contenu dans l'échantillon.

Ce progrès, pour considérable qu'il soit, ne met pas encore à notre portée l'or des mers. Mais le professeur Bayer fait une suggestion : « La baie de Naples, c'est très bien. Mais pourquoi ne pas essayer ma méthode dans des endroits où l'eau est plus riche en or : par exemple, dans une usine de désalination ? » En effet, l'eau traitée, dans une telle usine, voit sa concentration en produit dissous augmentée : en la faisant passer sur le fameux agent de chélation du professeur Bayer, on pourrait en extraire l'or... rentablement.

En septembre 1962, trois chercheurs américains firent connaître leurs travaux sur un autre agent de chélation, la dipicrylamine, capable d'extraire le potassium de l'eau de mer. Jusqu'ici, l'extraction du potassium n'a été étudiée qu'à l'échelle d'usines-pilotes, sans que l'on ait pu perfectionner des processus commercialement valables. Les trois professeurs américains, John Butt, John Tallmadge et Henry Savage, de l'Université Yale, rapportent qu'ils ont réussi à récupérer la quasi-totalité du potassium dans les eaux de décharge d'une usine de désalination.

Les remous de l'océanographie

Le travail de tous ces chercheurs met en lumière un fait hautement significatif : les besoins croissants d'eau douce du monde — encore un « produit » que peuvent fournir les océans — rendront probablement rentables l'extraction de nombreux minéraux et éléments à partir des résidus d'usines de désalination : sels solides ou solutions concentrées.

Malgré tout ce qui précède, la connaissance des vraies richesses à tirer un jour des océans, et en particulier des plateaux continentaux et des grands fonds, reste encore très limité. 3 % seulement des fonds marins ont été reconnus avec l'exactitude voulue. Les océanographes disent volontiers que notre connaissance des fonds océaniques équivaut à peu près à ce que nous saurions de la Bretagne si quelque dragon, descendu des nuages, nous ramenait un campagnol, quelques insectes, deux ou trois cailloux, une des mille et une poignée de brins d'herbe. Ils ajoutent que nous en savons moins sur la plupart des zones océanique que sur la surface de la Lune.

Mais les grandes nations du monde veulent corriger cette situation (nous décrivons, ailleurs dans ce numéro, l'effort français d'exploration sous-marine profonde). Partout une grande « agitation » océanographique se développe. Seule, la Lune coûte plus cher en recherches de science pure... pour l'instant.

B. FRIEDMAN



VOS VACANCES JOYEUSES AU SOLEIL

Vous les passerez sur la Côte Méditerranéenne Espagnole, à **SALOU**, la plus belle plage de sable fin de la **COSTA DORADA**, à deux heures de voiture de la frontière française.

- **“CONSTRUCTORES IBERICOS”** le plus important groupe immobilier de cette partie de l’Espagne, y édifie actuellement un ensemble de grand standing avec piscine intérieure privée. Grand hall d’entrée, sols et escaliers en marbre. Cinq étages sur rez-de-chaussée - Ascenseur-descenseur.



PINEDA

En bordure immédiate de la plage, “les pieds dans l’eau” si l’on peut dire, cet ensemble est encaissé dans une belle pinède qui lui procurera calme, fraîcheur et ombrage.

Alentour, des criques profondes et calmes, riches en poisson, vous permettront de pratiquer vos sports nautiques favoris.

- **APPARTEMENTS** de 85 m² avec terrasses, vue sur la mer, comprenant
 - un living-room et trois chambres à coucher.
 - une cuisine entièrement équipée (dont cuisinière et réfrigérateur)
 - une salle de bains entièrement aménagée

Parkings - Garages - Amarrage pour bateaux de plaisance.

Livrables en Juillet 1965



PRIX EXCEPTIONNELS DE SOUSCRIPTION

39 600 F l’appartement au rez-de-chaussée (480 000 pesetas)
415 F de plus par étage supérieur (5000 pesetas au cours actuel)

Prix définitifs et sans révision

FACILITÉS DE PAIEMENT

Revenu locatif de 12 % net l’an - Plus-value assurée à la terminaison - Placement sûr

AUTRES RÉALISATIONS EN COURS

SUR LA COSTA BRAVA : Palamos - Blanès - Playa de Aro, etc.

SUR LA COSTA DORADA : Bara - Salou - Cambrils, etc.

POUR RENSEIGNEMENTS ET VISITE SUR PLACE

“CONSTRUCTORES IBERICOS”
290, Calle Aragon, BARCELONE

ou “IMMO” service 32
14, rue Duphot - PARIS 1^{er}
RIC. 57-12 - RIC. 34-60 - M^o Madeleine

BON

Veuillez m’adresser, sans engagement votre documentation illustrée N° 320

NOM

ADRESSE

“IMMO” service 32 - 14, rue Duphot, PARIS 1^{er}

Après la campagne de Porto-Rico

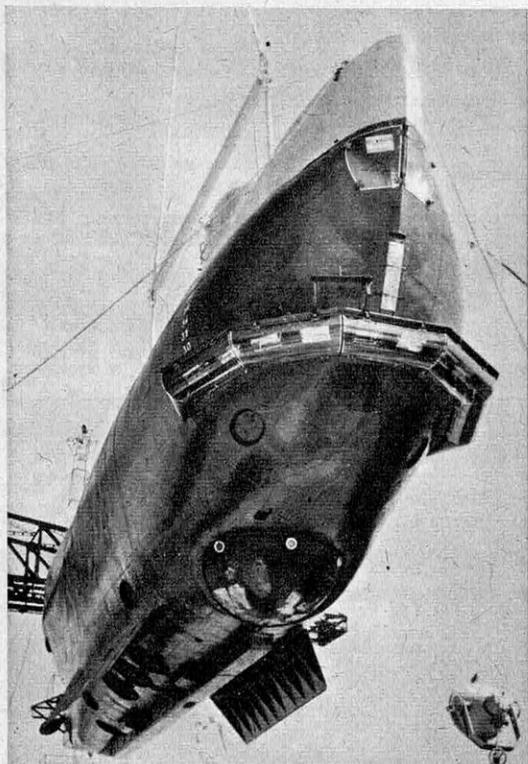
L'“Archimède” a fait ses preuves

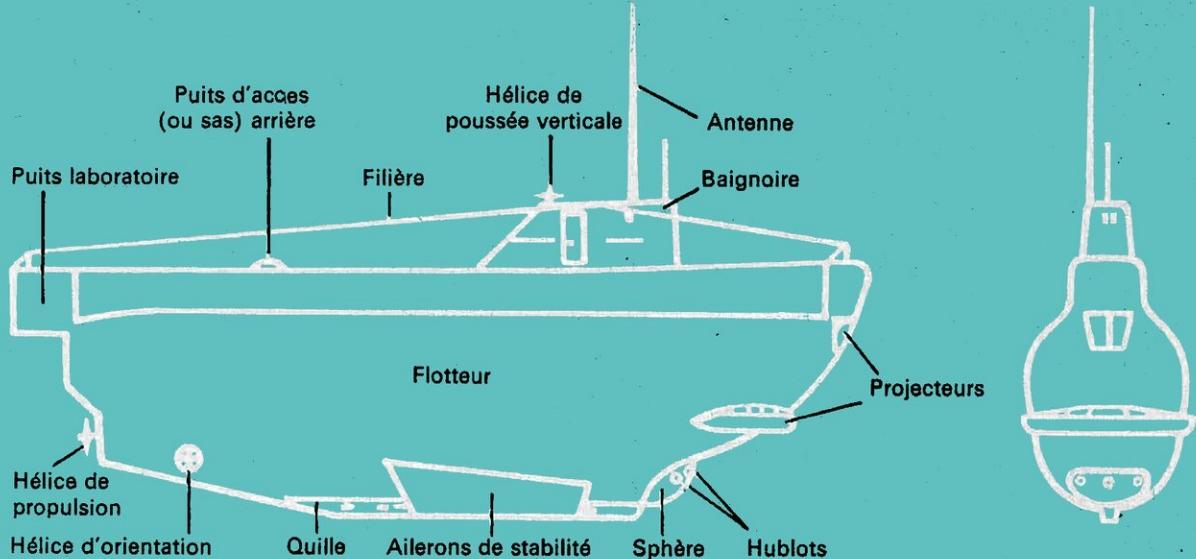
Il faut maintenant l'exploiter

Jusqu'au mois de mai dernier, les biologistes étaient formels : dans les profondeurs de la mer, au delà de 6 000 mètres, la vie n'était représentée que par de rares mollusques ou crustacés. En 1960, lors de la plongée record du bathyscaphe « Trieste », Jacques Piccard et le lieutenant Walsh avaient bien aperçu un poisson plat — une variété de sole? — traversant rapidement le faisceau des projecteurs, à près de 11 000 mètres de profondeur. Ils avaient rendu

compte de cette observation, mais n'étaient guère parvenus à entamer une conviction solidement ancrée.

Il a donc fallu attendre le mois de mai dernier pour que la vérité éclate. Cela s'est passé à l'U.N.E.S.C.O. où se tenait la réunion annuelle de la Commission océanographique internationale. Le conférencier que l'on écoutait, ce jour-là, traitait de la faune des fosses marines. Il reprenait, à ce sujet, des données classiques et solidement établies : les grandes profondeurs étaient impropre à la vie animale, du moins dans ses formes évoluées, et par conséquent, elles étaient désertiques. Demandant la parole, le professeur Jean Péres fit sensation en présentant le bilan des objets inattendus qu'il avait découverts dans la fosse de Porto-Rico bien au delà de 6 000 mètres ; des journaux, des bambous, un carton, une vingtaine de boîtes de conserve et une vieille chaussure ! Évidemment, l'intervention du professeur Péres, titulaire d'une chaire à la Faculté de Marseille et président du Comité de direction du bathyscaphe, n'avait pas pour seul objet de dresser cette liste cocasse. Il faisait le compte-rendu de la première véritable campagne de recherche qui ait utilisé un bathyscaphe — l'Archimède — comme outil de travail. Et ses propos étaient corroborés par le Professeur Pierre Drach de la Faculté des Sciences de Paris, directeur adjoint du C.N.R.S. qui participait lui aussi, en mai dernier, aux plongées de l'Archimède dans la fosse de Porto-Rico. A 7 000 et 8 000 mètres de la surface de l'océan, tous deux avaient aperçu plusieurs centaines de poissons, dont certains semblaient appartenir à une espèce nouvelle. Pour les membres de la Commission Océanographique Internationale, comme pour tous les biologistes et les océanographes du monde, c'était une révélation.





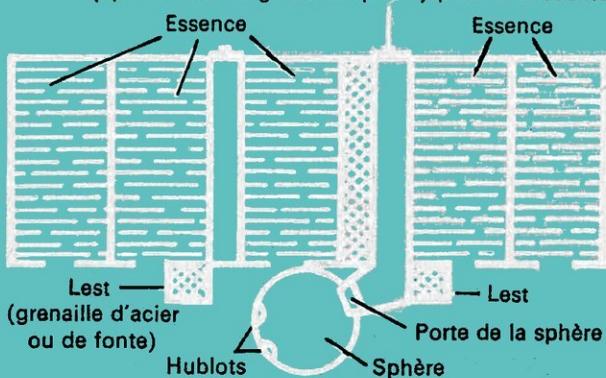
● **LA SPHERE** de l'Archimède a été forgée à la presse dans deux tôles préalablement laminées d'acier spécial au nickel-chrome molybdène. Les deux hémisphères sont liés l'un à l'autre par deux demi-couronnes boulonnées, et l'étanchéité de l'ensemble est assurée, aux basses pressions, par un joint torique et, aux hautes pressions, par « portage » des deux surfaces métalliques au contact. La sphère est capable de résister à une pression de plus d'une tonne par centimètre carré, soit 200.000 tonnes pour sa surface totale. N'oublions pas en effet que dans la mer la pression par centimètre carré augmente d'un kilo tous les dix mètres (et que la pression atmosphérique dans laquelle nous vivons est, au niveau de la mer, de un kilo par centimètre carré).

Trois personnes peuvent prendre place dans cette sphère : un pilote (le commandant Houot ou le lieutenant de vaisseau de Froberville), un ingénieur (le plus souvent M. Delauze, chef du laboratoire du bathyscaphe) et un observateur scientifique, qui pénètrent par l'unique porte tronconique, épaisse elle aussi de 15 centimètres, et dont le diamètre minimum n'est que

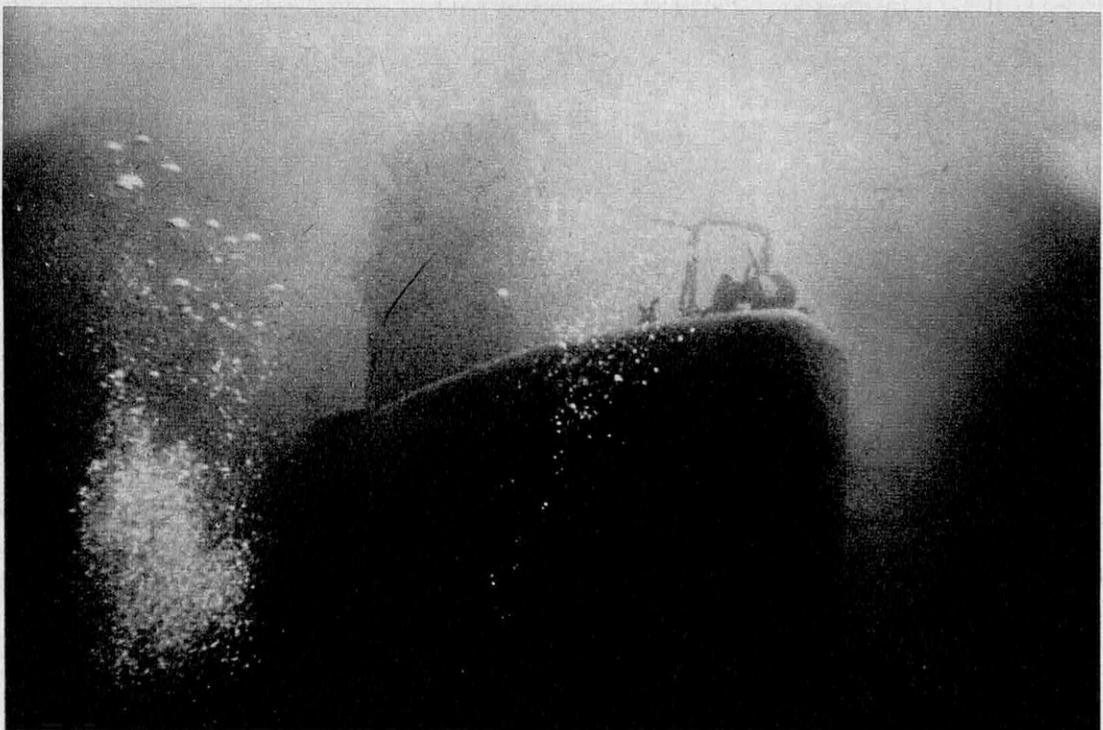
de 45 centimètres. Trois hublots sont à la disposition des passagers, un dans l'axe longitudinal du bathyscaphe, chacun des deux autres à 50° de part et d'autre du premier. Bien entendu, les hublots de plexiglass ont, comme la porte, la forme d'un tronc de cône. Tout autour de la porte, 10 trous ont dû être aménagés pour livrer passage aux divers câbles électriques, tuyaux et commandes grâce auxquels les passagers assurent la manœuvre et contrôlent le fonctionnement des appareils.

● **LE FLOTTEUR** contient 162,1 mètres cube d'essence ultra-légère répartie, pour raisons de sécurité, en seize réservoirs principaux, quatre réservoirs d'équilibrage et un petit réservoir largable. A l'arrière du flotteur deux compartiments contiennent les accumulateurs, les moteurs des hélices de propulsion et d'orientation. Le puits d'accès à ces compartiments forme le sas arrière ; de même le puits d'accès à la sphère constitue le sas avant. Ce sont ces deux sas que l'on remplit d'eau de mer pour amorcer la plongée. Après le retour en surface, l'eau en est chassée par de l'air comprimé.

Sas d'entrée qui se remplit d'eau de mer (après verrouillage de la sphère) pour la descente



Longueur hors-tout	21,30 mètres
Largeur hors-tout	4,00 —
Hauteur hors-tout	7,80 —
Tirant d'eau moyen (à pleine charge)	5,20 —
SPHERE	
Diamètre intérieur	2,10 mètres
Epaisseur de la paroi	15 centimètres
Poids	19 tonnes
FLOTTEUR	
Essence	162,1 m ³
LEST (pour plongée à 11.000 mètres)	14,8 tonnes



Marine Nationale

Le super-bathyscaphe Archimède, pendant sa plongée au large des côtes de Toulon, le 17 juillet 1962, s'enfonce dans la pénombre.

Dans quelques instants, il restera momentanément échoué sur la couche thermoclinale, où l'eau devient plus froide et donc plus dense.

Le quatrième bathyscaphe

L'Archimède n'est pas le premier des bathyscapthes. Le premier engin de ce type, le F.N.R.S. 2 (1) fut essayé en 1948 au large de Dakar. L'expérience fut malheureuse. Le principe était bon, mais la réalisation pratique nécessitait des études supplémentaires. Un accord fut passé entre la Marine française, le C.N.R.S. et le Fonds National de la Recherche Scientifique belge. La sphère, conçue pour descendre à 6 000 mètres, fut conservée tandis que le flotteur était reconstruit de façon à donner à l'engin des qualités de navigabilité et de stabilité qui avaient fait défaut au F.N.R.S. 2. Malheureusement, un désaccord total sépara bientôt les ingénieurs français et Auguste Piccard, qui abandonna toute participation à la mise au point du F.N.R.S. 3. Celui-ci fut mis à l'eau le 3 juin 1953 à Toulon et effectua plusieurs dizaines de plongées d'avril 1954 à 1960, principalement dans la Méditerranée, mais aussi

lors de la première campagne au large du Japon.

Pendant ce temps le professeur Piccard, grâce à l'appui d'un groupe financier italo-suisse et de la Marine italienne, construisait un troisième bathyscaphe : le Trieste, mis à l'eau le 1^{er} août 1953. Après de nombreuses plongées en Méditerranée, le Trieste fut vendu à la Marine américaine. Doté d'une nouvelle sphère, il battit le 23 janvier 1960 le record de profondeur, 4 050 mètres, détenu depuis le 17 février 1954 par le F.N.R.S. 3, en descendant à 10 916 mètres dans le Challenger Deep de la fosse des Mariannes (2). Très éprouvé par ce record, le Trieste est utilisé désormais à des profondeurs moindres. Par exemple il a participé en 1963 aux recherches du sous-marin atomique Thresher, disparu dans l'Atlantique par 2 800 mètres de fond. On sait que Jacques Piccard a, depuis, conçu un appareil océanographique de moyenne profondeur : le mésoscaphé.

Dès novembre 1955, la construction d'un nouveau bâtiment, plus perfectionné que le F.N.R.S. 3, avait été envisagée par le Comité de direction du bathyscaphe. L'ordre de mise en chantier fut donné à l'Arsenal de Toulon, le 30 juillet 1958, les frais de construction (700

(1) F.N.R.S. 1 était le nom du ballon grâce auquel le professeur Auguste Piccard était monté, le premier, dans la stratosphère en 1931 puis en 1932. Auguste Piccard, suisse mais professeur à l'université libre de Bruxelles, était aidé financièrement par le Fonds National de la Recherche Scientifique (belge), d'où le nom de ses différents appareils F.N.R.S. 1, 2 et 3.

(2) Voir *Science et Vie* n° 535, avril 1962.

millions d'anciens francs, à 50 millions près) étant supportés par la Marine et le C.N.R.S. (Le Fonds National de la Recherche scientifique belge avait donné un million de francs belges). L'Archimède appartient à la Marine qui en assure la garde et le remorquage ; il est géré par le C.N.R.S. à qui incombent les dépenses occasionnées par les transports, les plongées, la paie du personnel scientifique et l'achat du matériel scientifique.

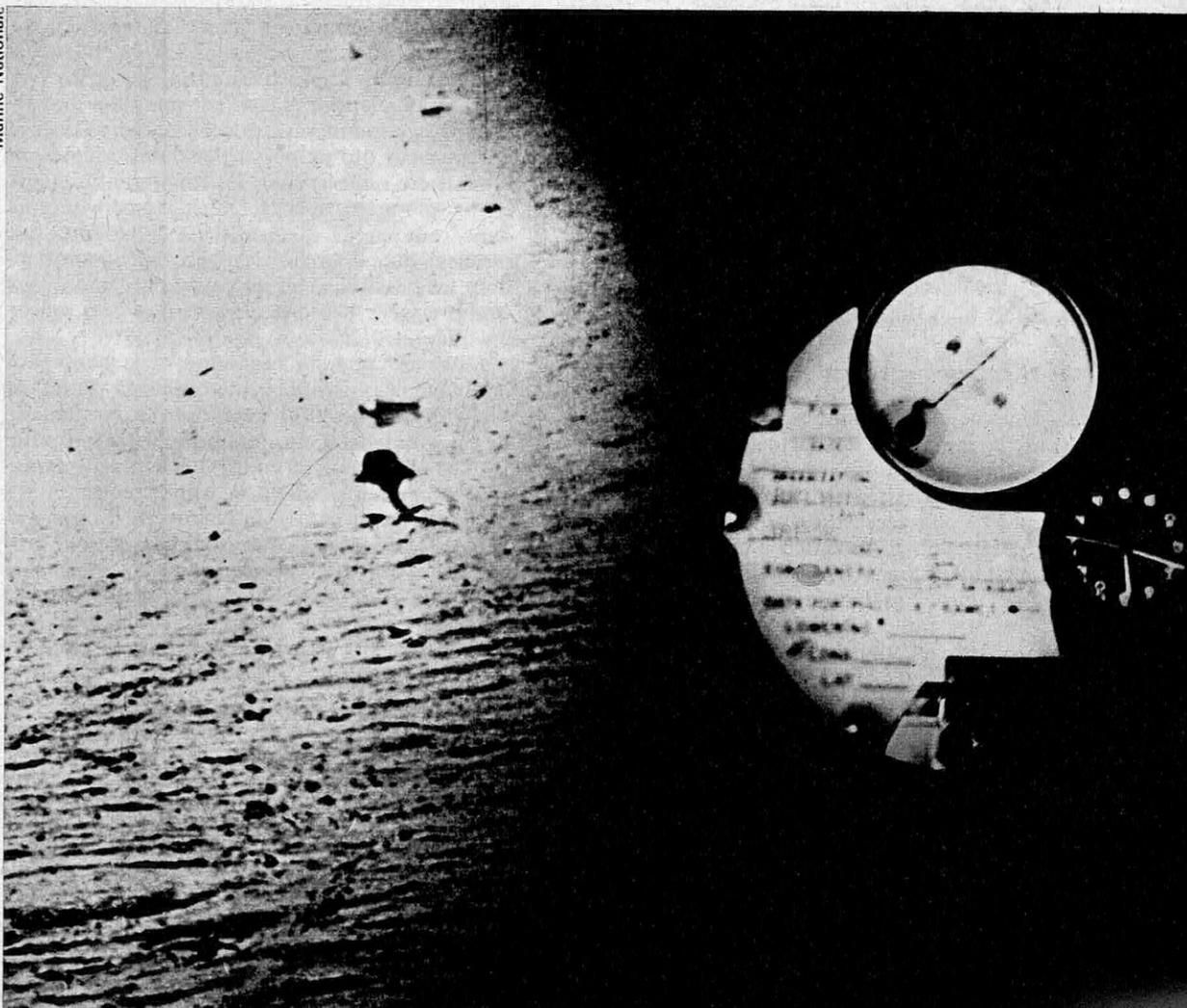
L'Archimède fut mis à l'eau, à Toulon, le 28 juillet 1961. Après des premiers essais en Méditerranée, où il plongea jusqu'à 2 300 mètres, le dernier-né des bathyscapthes partit au printemps 1962 pour le Japon. Conçu pour descendre à 11 000 mètres, il lui fallait aller faire des essais dans les grandes profondeurs océaniques. L'endroit choisi était la fosse des Kouriles. Cette fameuse fosse se révéla moins profonde que ne l'avaient annoncé des sondages russes. On attendait plus

de 10 000 mètres, on n'eut que 9 545 mètres. De toute façon ce n'était pas un record que l'on cherchait ; on procédait à des essais de matériel et on commençait aussi le travail scientifique pour lequel l'engin avait été construit. En tout, trois plongées d'essai et deux plongées scientifiques eurent lieu près des Kouriles.

L'Archimède a beaucoup bénéficié de l'expérience acquise grâce au F.N.R.S. 3 et il constitue un outil de recherche beaucoup plus complet que son prédecesseur. Par exemple, peu d'appareils rentraient dans la sphère du F.N.R.S. 3 dont la porte n'avait que 38 centimètres de diamètre. Celle de l'Archimède mesure 45 centimètres, mais, en plus, un « puits laboratoire » haut de 1,40 mètre et large de 88 centimètres a été aménagé à l'arrière du flotteur pour recevoir des instruments supplémentaires. Les enregistreurs de température et de pression, les bouteilles de prélèvement d'eau de mer

L'aiguille du manomètre monte toujours, additionnant les atmosphères qui pèsent sur la cabine et indiquant la profondeur de 2.500

mètres. Un poisson traverse le champ du hublot : le bathyscaphe en découvrira beaucoup plus bas, à l'étonnement des biologistes.



mis au point à la fin de la carrière du F.N.R.S. 3 ont été installés sur le nouvel engin. On y trouve aussi des appareils pour déterminer le pH de l'eau de mer, d'autres qui mesurent la vitesse et l'amortissement des ondes sonores et ultra-sonores, des enregistreurs de bruit de fond d'origine biologique, des mesureurs de courant. Deux carottiers et une pelle doivent permettre de prélever des échantillons de sédiments dont la compacité aura été mesurée par un pressiomètre. Au cours de la récente campagne de Porto-Rico, des gravimètres, un capteur électro-tellurique et un magnétomètre, etc., vinrent compléter l'appareillage scientifique. La puissance des batteries qui fournissent l'énergie nécessaire à la marche de l'engin, au fonctionnement des appareils et à l'éclairage, a été augmentée. Bien entendu, des caméras complètent l'équipement de l'Archimède.

Pour remonter d'une plongée à 11 000 mètres, le bathyscaphe doit lâcher plus de 14 tonnes de grenade de fonte ou d'acier. S'il ne doit descendre qu'à 5 000 mètres, on réduit la quantité du lest et il est alors possible d'embarquer des batteries d'accumulateurs supplémentaires grâce auxquelles l'autonomie de l'engin en plongée est doublée. Le lest est enfermé dans 6 silos cylindriques situés autour du centre de gravité du bâtiment et, comme dans tous les bathyscaphes, il est retenu par des électroaimants. Pour augmenter la sécurité, un système spécial est prévu pour dégager automatiquement l'ouverture d'un silo qu'un bouchon de grenade aurait obturé.

Enfin, 5 tonnes de lest, retenues également bien sûr par électroaimants, constituent la réserve de sécurité destinée à assurer la remontée obligatoire de l'Archimède, même si un des grands réservoirs d'essence ou la sphère elle-même étaient envahis par l'eau de mer.

Une mise au point délicate

Un vaste programme scientifique était prévu pour la campagne de Porto-Rico, avec la participation d'instituts de recherches et de spécialistes américains. Ce programme était ambitieux : 12 plongées, des études de topographie, de géologie, de gravimétrie, de magnétisme, de sédimentologie, d'océanographie physique, de biologie... En fait, dix plongées seulement ont pu être faites par suite de panne et d'avarie, et les résultats positifs sont beaucoup moins nombreux que l'on ne l'avait espéré.

L'expérience qui paraît avoir le mieux réussi a été menée en magnétisme terrestre par M. Selzer, de l'Institut de physique du globe de Paris. Il s'agissait de vérifier une hypothèse émise par plusieurs géophysiciens, tant Français qu'Américains, d'après laquelle une couche de faible résistance électrique existerait dans

l'intérieur de la Terre à une soixantaine de kilomètres de profondeur moyenne. Les enregistrements très complexes obtenus au cours de quatre plongées sont actuellement en cours d'analyse. Mais dès maintenant les spécialistes qui y travaillent ont bon espoir d'en tirer des enseignements sur la constitution physique du globe.

Autre découverte intéressante que nous avons déjà signalée : des poissons ont été vus, nombreux, dans les grandes profondeurs. L'impression des biologistes est que la faune des fosses océaniques est plus riche qu'ils ne le pensaient. Les petits poissons, aperçus à 7 000 ou 8 000 mètres sous la surface de l'océan, semblent vivre plutôt sur le fond. Ils y restent en effet longtemps, camouflés par la vase pulvérulente qu'ils ont soulevée en atterrissant, avant de nager quelques mètres pour aller se poser non loin de leur point de départ.

Un appareil, le « *side scanning sonar* », qui trace des profils d'une finesse remarquable, a donné des précisions très précieuses sur la topographie de la zone explorée. De même, l'enregistreur de tension tellurique, installé par le Dr Lichtman pour mesurer l'intensité des courants électriques continus circulant dans les masses océaniques, a donné toute satisfaction.

Malheureusement la campagne de Porto-Rico a connu un certain nombre d'échecs dus au fait que les appareils montés sur le bathyscaphe en plongée travaillent dans des conditions très particulières et encore mal connues. Tel enregistreur qui ne posait pas de problèmes en laboratoire refusait énergiquement de fonctionner en plongée. Mais ceci n'est-il pas inévitable dans tout engin nouveau ? Et il ne faut pas oublier que l'Archimède est un prototype dont les possibilités et les particularités doivent être précisées peu à peu avant que l'on puisse s'y adapter.

Diverses recommandations ont donc été faites par les membres du comité de direction du bathyscaphe pour améliorer le rendement de l'Archimède. Le programme de travail pour 1965 n'a pas encore été arrêté définitivement. Les Américains ont déjà annoncé qu'ils ne participeraient pas à une nouvelle campagne dans la fosse de Porto-Rico. Mais il est indispensable que les expériences aient lieu non loin d'un port d'attache. On a donc pensé à la Méditerranée au large de Toulon ou aux abords du cap Matapan et l'Atlantique au large de Lisbonne. Rien encore n'est définitif. Une seule chose est certaine : les résultats obtenus par l'Archimède, pour fragmentaires qu'ils soient encore, sont trop prometteurs pour que les bathyscaphes ne deviennent pas à l'avenir l'instrument privilégié de la recherche océanographique dans les grandes profondeurs.

Yvonne REBEYROL

Pour connaître le temps

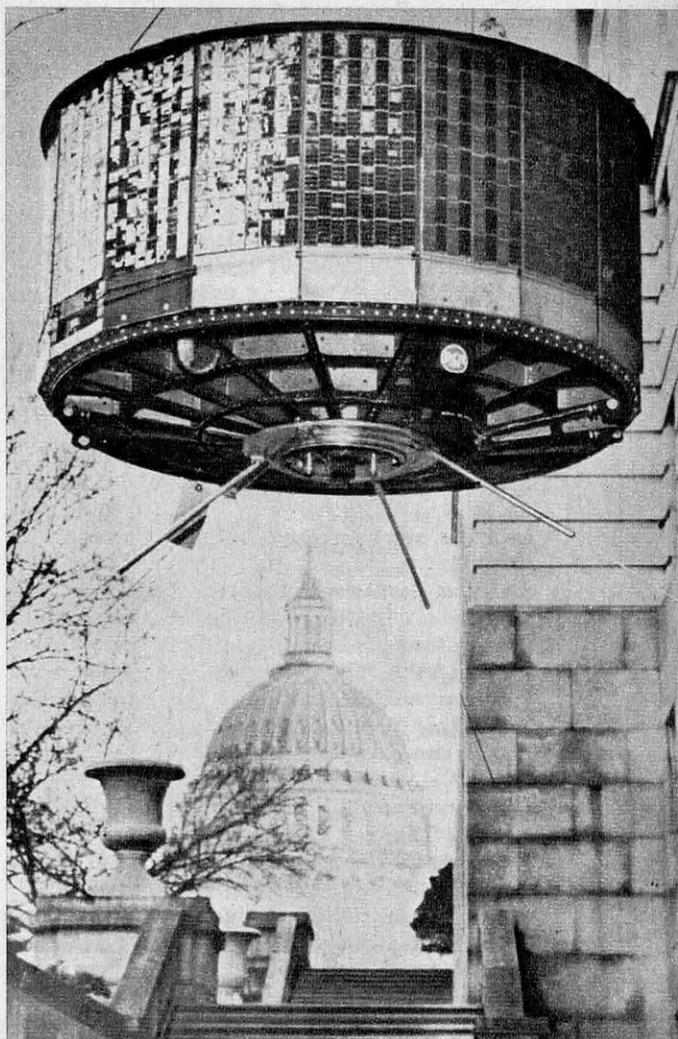
15 fois par jour, le satellite Diamant sondera les ballons-sondes

Le paysan dans son champ regarde les nuages, plisse les yeux, hoche la tête et rend une sentence sur le temps du lendemain... Mais, aujourd'hui, la météorologie c'est bien autre chose qu'une intuition. Si, devenue science, elle remporte de remarquables succès dans ses prévisions, c'est qu'elle a élevé le débat : elle fonde la compréhension du temps non pas sur des signes locaux à l'échelle d'un horizon de plaine ou d'une vallée de montagne, mais sur des vues d'ensemble à l'échelle d'un pays, d'un continent, d'un océan. Plus exactement, elle le voudrait car, hélas, la densité des points d'observation est bien trop faible dans de nombreuses zones.

Mais, aujourd'hui, voici que la météo s'élève à des observations bien plus générales : elle passe, elle va passer, grâce à de nouveaux moyens que lui donne la conquête de l'espace, à une échelle véritablement planétaire.

Alors, voyant continuellement l'évolution des systèmes des nuages sur l'entièr e mappemonde, auscultant sans cesse les vents de la haute atmosphère, ne connaissant plus de « blancs » sur ses cartes, ni sur les immenses océans presque sans observations de l'hémisphère sud, ni dans les deux zones polaires, la météo pourra établir de véritables lois scientifiques, puis, sur cette base, se livrer à des prévisions avec une haute probabilité.

Le satellite Tiros au Capitole de Washington,
ce n'est pas un « canular » de
photographe ni une plaisanterie
sur le « climat politique ». L'engin a
récemment servi de « pièce à conviction »
pendant une enquête de la
Commission sénatoriale de l'Espace.



Actuellement les prévisions à moyen terme, c'est-à-dire pour un ou deux jours, sont essentiellement basées sur le « profil vertical » des vents. L'Organisation Météorologique Mondiale a constitué un réseau de radiosondage : à partir de 500 stations, des ballons-sondes s'élèvent quotidiennement et renseignent sur la direction et la force des courants aériens qu'ils rencontrent. Mais la densité de ce réseau, assez grande en Europe et aux États-Unis, est bien trop lâche ailleurs ; et comme l'Europe et les États-Unis sont sous la dépendance de ce qui se passe ailleurs, cela revient à dire que nos observations sont terriblement déficientes.

“Eole”, dieu des vents

Comme on ne peut certes pas organiser des lancements fréquents sur les océans et dans les pays perdus, la situation semble sans issue. Mais, ici, intervient la France avec une idée — une idée déjà bien mûrie — émanant du Centre National d'Études Spatiales : le projet Eole.

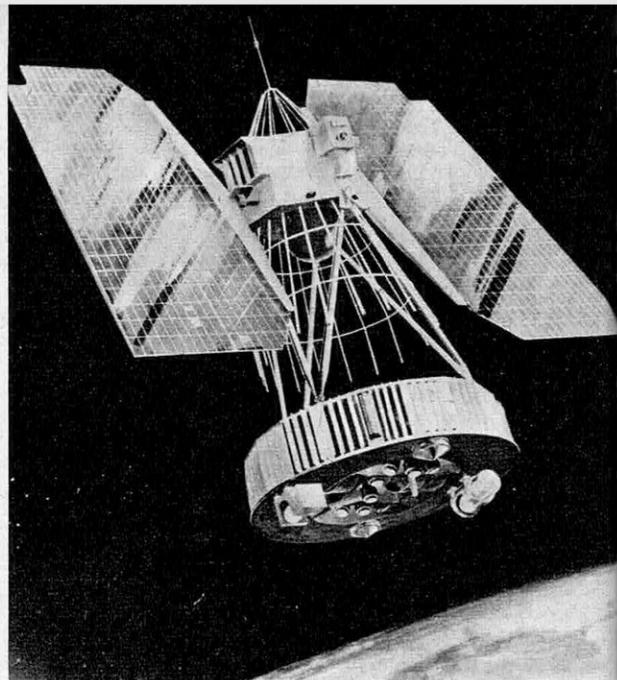
Il s'agit de remplacer l'impossible exploration verticale par une exploration horizontale au-dessus des zones pratiquement inaccessibles. Ou plutôt de compléter les renseignements recueillis grâce aux explorations verticales pratiquées sur les pays très évolués, par des explorations horizontales sur les autres.

Une flotte de ballons météorologiques, conçus pour demeurer en équilibre dans l'atmosphère pendant plusieurs semaines à une altitude à peu près constante, dérive autour du globe au gré du mouvement des masses d'air. Voilà quelle est l'idée fondamentale.

Mais comment recevra-t-on d'eux des informations quand ils survoleront l'Atlantique sud ou les forêts d'Amazonie... ? Ici, seconde idée à la fois spatiale et électronique : un satellite (un satellite français, un satellite de la série *Diamant*) les survolera de très haut et, au passage, les interrogera par radio, déclenchant leur réponse qui exprimera des télémesures.

Ici semble apparaître une nouvelle objection : un satellite ne pourra pas survoler tous les ballons de la flotte ! Fatalement, pense-t-on, certaines zones du globe seront favorisées un jour, d'autres seront favorisées un autre jour. L'objection tombe dès que l'on songe à un satellite polaire.

Si l'orbite passe par les pôles, il est évident que dans sa ronde le satellite balaira à la fois toutes les latitudes et toutes les longitudes. Aussi a-t-on calculé que *Diamant* évoluera à quelque 500 km d'altitude et, sa portée radio étant de 2 000 km, qu'il pourra interroger tous les ballons, où qu'ils se trouvent, une fois toutes les 100 minutes.

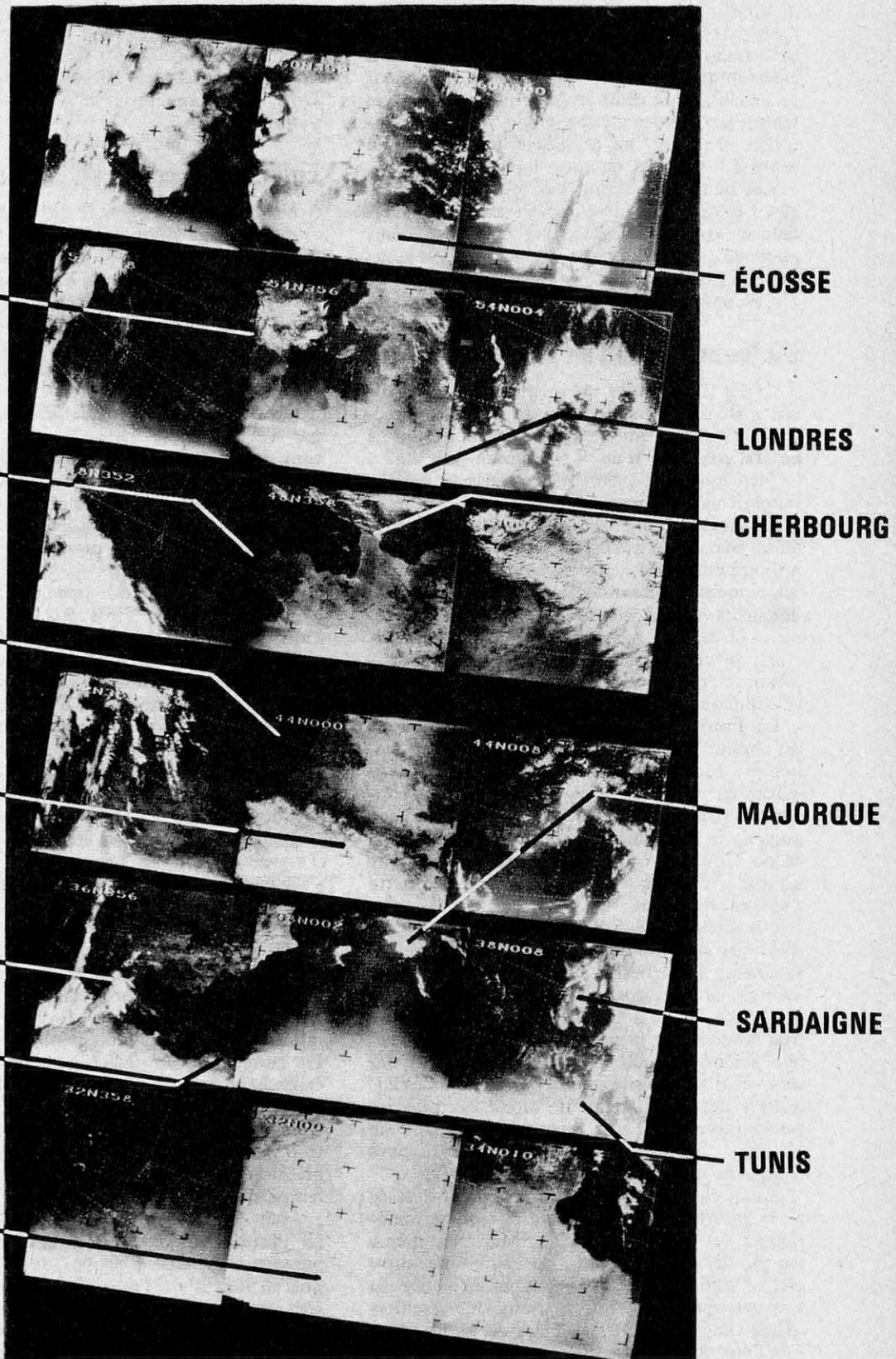


Le satellite Nimbus, ses panneaux de cellules déployées au soleil, exécute sa ronde autour de la terre. A droite, une série remarquable de photographies de l'Afrique du Nord et de l'Europe occidentale, prises du satellite. Chaque bande de trois images correspond à une superficie de 1,3 million de km².

La densité dans le temps des informations sera donc considérable. Et leur densité dans l'espace ne dépendra que des sommes que les pays accepteront de consacrer au lancement de ballons, car si la France offre le satellite et son électronique, elle ne peut évidemment lancer que sa part de ballons puisque ceux-ci doivent être remplacés dans les zones où ils viennent à mourir, n'importe où dans le monde.

Mais regardons mieux l'aspect électronique de l'affaire. Le satellite dont l'altitude est à peu près constante, puisqu'on choisit une orbite quasi circulaire, émet continuellement des messages d'appel. Quand un ballon se trouve assez près pour percevoir cet appel, cette réception radio elle-même déclenche son message en retour. Cette réponse permet de mesurer la distance du satellite au ballon avec une précision de l'ordre du kilomètre et deux mesures de distance, effectuées à partir de deux positions successives du satellite au cours du même passage, permettent de déterminer la situation géographique du ballon. De la sorte deux localisations à 100 minutes d'intervalle correspondant à deux passages successifs sur cette région de la mappemonde donnent une mesure précise du régime moyen des vents.

Évidemment, le signal de réponse comporte l'identification codée du ballon, dont chacun peut être ainsi toutes les 100 minutes situé sur



la planète. De plus, le message contient des renseignements sur la pression et la température mesurées par le ballon. Cet équipement électronique n'est rien autre qu'un répondeur radar. Bien que celui-ci doive posséder de très hautes performances, son poids, pile d'alimentation comprise, ne dépassera pas celui d'un poste à transistor, en tous cas pas 2 kg.

Les ballons ne seront pas lourdement chargés. Les nouvelles enveloppes étanches permettent de conserver, selon une technique inaugurée aux U.S.A., une légère surpression assurant un plafonnement prolongé durant plus de dix jours à l'altitude voulue, entre 5 et 10 km.

Où les courants d'air sont matérialisés

Quant au satellite lui-même, avec ses panneaux de piles solaires, avec ses antennes directives, avec ses émetteurs, sa mémoire, il ne pèsera pas plus d'une cinquantaine de kg.

Bien que les lancements ne puissent pas intervenir avant plusieurs années, le C.N.E.S. a d'ores et déjà prévu que la première expérience aurait lieu dans l'hémisphère sud. Deux raisons militent en faveur de ce choix : d'abord les renseignements météorologiques sont gravement déficients sur la moitié sud du globe où les terres émergées ne sont que l'exception ; ensuite, le ciel n'est sillonné que par de rares avions, ce qui lève l'objection d'un danger pour la circulation aérienne.

La France a annoncé, à la session de 1964 du comité exécutif de l'Organisation Météorologique Mondiale à Genève, son intention de lancer en 1967 des ballons équipés de répondeurs à partir de la Terre-Adélie, des îles Kerguelen, de la Polynésie française, de la Réunion et de Nouvelle-Calédonie. Mais elle souhaite qu'une collaboration internationale permette d'élargir ce cadre.

Un satellite, de par l'impossibilité où il est d'évoluer dans les couches de l'atmosphère, où sa vitesse le brûlerait aussitôt, semble fondamentalement incapable de mesurer la vitesse des vents. Mais, à travers l'idée lancée et déjà très étudiée par le professeur Blamont, directeur scientifique du C.N.E.S. et directeur des services d'aéronomie du C.N.R.S., il peut centraliser des renseignements mondiaux puis les transmettre à la Terre quand il est lui-même interrogé lors des passages au-dessus du pays chargé de collecter ces informations.

Ainsi, sur une carte continuellement dressée de la position des ballons, verra-t-on se matérialiser les courants aériens. Mais, en même temps, la météo dispose de toute une autre série d'informations qui recouperont celles du système Éole : les informations des satellites météorologiques du type Tiros ou Nimbus.

« Tout le monde se plaint du temps, ironisait

Mark Twain ; mais personne ne s'occupe d'y remédier. » Aujourd'hui, il ne pourrait plus le dire : on s'occupe du temps, on a brûlé pas mal de poudre pour lui en lançant, aux États-Unis, toute une série de satellites pour l'espionner.

Enfin, on s'occupe du temps

Ne cherchez pas dans le dictionnaire quel est ce personnage mythologique qui a donné son nom aux satellites météorologiques de la première génération : Tiros, cela signifie : Time Infra-Red Observation Satellite ! De Tiros I, lancé le 1^{er} avril 1960, à Tiros VIII, lancé le 21 décembre 1963, il s'agissait donc de photographier la Terre avec des films sensibles à l'infrarouge.

On connaît les remarquables clichés obtenus par ces satellites, mais on sait moins qu'ils sont dus à un objectif français grand angulaire au champ record réalisé par la firme Kinoptic. De larges zones de la Terre sont photographiées depuis des altitudes de 600 à 800 km. L'idéal est d'obtenir une orbite pratiquement circulaire afin que tous les clichés soient pris à la même altitude. Ce résultat, qui exige un tir très précis, a été atteint avec Tiros VIII qui évoluait à l'altitude constante de 685 km.

D'un coup d'œil, on saisit l'ensemble des formations nuageuses sur une large portion de la Terre, par exemple la Méditerranée occidentale, ou bien le golfe du Mexique. Certains clichés ont un extraordinaire pouvoir de démonstration ; aussi voit-on un vaste système nuageux formé comme une nébuleuse spirale ; on a le sentiment que les « bras » de cette nébuleuse ne pourraient pas être discernés par des Terriens levant le nez vers le ciel, même s'ils étaient munis de toutes sortes d'instruments de mesure, le dessin en spirale n'étant pas assez net pour apparaître à des observations localisées.

Cette fois, nous avons bel et bien quitté le village, la vallée, la province d'où sont parties les premières intuitions de la météorologie ; nous avons considérablement élevé le débat. Du coup, nous voyons les nuages, symboles du caprice, obéir à des schémas ordonnés. Si notre intelligence était désarmée devant le temps, c'est qu'elle s'embourbait dans des détails à trop petite échelle ! Du coup, nous avons l'impression que tout peut se comprendre, que le temps devient prévisible.

Mais les spécialistes se gardent, eux, d'un tel optimisme. Un jour qu'un grand journal parisien avait titré à propos de je ne sais plus quel exploit d'un Tiros : *la Météo ne se trompe plus*, nous avons rencontré un des dirigeants de l'O.N.M. qui ne nous avait pas caché son agacement devant cette affirmation.

Observation, transmission, exploitation, telle est la trilogie sur laquelle est fondée toute la météorologie. L'observation reçoit un instrument nouveau, un instrument certainement inégalable. Encore faut-il que les observations soient transmises immédiatement aux « prévisionnistes » chargés de les exploiter. Et encore faut-il que ceux-ci aient une assez longue habitude de ces nouveaux et inestimables documents pour savoir les « faire parler ».

Ce jour-là, nous avons bien senti la différence entre la photo exceptionnelle, que nous voyons publiée quelques jours après avoir été prise, et les photos de routine qui doivent s'amonceler sur la table des prévisionnistes dans l'heure suivant l'observation et qui ne seront pas toutes aussi expressives. Nous avons bien compris que s'il est certes possible d'en tirer des lois générales de la circulation des nuages, de leur formation, de leur disparition, cela ne pourra se faire qu'après des années d'études synthétiques.

Vers un système mondial

La transmission, c'est justement dans ce sens que se sont exercés les efforts techniques pour améliorer les résultats des premiers Tiros. Ceux-ci ne pouvaient être reçus que par des stations dotées de vastes antennes et de tout un équipement spécialisé. Or, le but est de transmettre les photos à des stations nombreuses et bien réparties sur la planète. A quoi servirait d'avoir immédiatement en un point des États-Unis une très intéressante photo concernant les Indes, qu'il faudrait ensuite des heures pour transmettre par les moyens classiques, en perdant de sa qualité, dans le pays où elle doit être le plus utile ?

Le Tiros VIII a donc inauguré un nouveau système de transmission, l'A.P.T. (Automatic Picture Transmission) qui permet la réception par un appareillage assez simple. L'image optique des nuages est transformée en une image électrique par balayage durant 40 millisecondes dans un tube Vidicon. L'image est alors automatiquement « développée » : sous l'effet de projecteurs qui s'allument, les charges électriques sont transférées de la couche photoconductrice à une couche isolante de polystyrine déposée sous vide contre elle. La couche sensible est alors prête pour une nouvelle photo, tandis qu'un balayage de la couche isolante transforme l'image en impulsions électriques transmises par radio.

Un autre inconvénient des temps « primitifs » que nous venons de vivre, c'est que les photos ne sont pas toutes prises sous le même angle. Les Tiros étaient stabilisés par rotation, ce qui leur donnait une position variable par rapport à la Terre. Aussi ont-ils photographié plus sou-

vent le ciel que les nuages. Par exemple, dans son premier mois, Tiros I prit 7 000 photographies, dont certaines montraient le Soleil ou la Lune, dont la plupart étaient de ciel vide et dont quelques dizaines seulement offraient des vues de la surface terrestre. Mais ces photos n'étaient pas directement utilisables, la grande majorité étant prises de biais ; il fallait donc, après les avoir reçues, leur faire subir une « restitution », c'est-à-dire ramener toutes leurs données à ce qu'aurait permis une prise de vues strictement verticale.

Aussi le perfectionnement essentiel apporté par les nouveaux satellites, nettement plus gros, de la série Nimbus (cette fois le nom parle de lui-même), c'est qu'ils sont constamment pointés vers la Terre. Ce résultat est obtenu par un système complexe de senseurs solaires et de détecteurs d'horizon, dont le but est double : orienter vers le Soleil les grands panneaux à 10 500 photopiles et orienter vers la Terre les trois caméras de télévision. Pour que les météorologistes puissent recevoir des informations des zones plongées dans la pleine nuit, un radiomètre à infrarouge a été prévu. Qui s'étonnera après ce que nous venons de dire de ce que les Nimbus pèsent 375 kg ?

Les malchances du premier lancement à la fin d'août (le second étage a mal fonctionné, ce qui a placé le satellite sur une orbite trop excentrique) n'ont nullement mis en cause les principes ou les appareillages des Nimbus. Ceux-ci sont reconnus bons pour le service.

Le service, ce sera un système de météo planétaire que la N.A.S.A. et le Bureau météorologique de l'U.S.A. ont étudié déjà dans le détail et dont ils ont proposé la réalisation à l'Organisation Mondiale.

Le projet prévoit des centaines de bouées automatiques ancrées dans les océans qui mesureront les données classiques de la météo et qui seraient interrogées par les satellites Nimbus à leur passage, de la même façon que les ballons d'« Éole » par les satellites Diamants. Et, naturellement, les Nimbus prendraient aussi des photos.

Au début, il serait difficile de digérer toutes ces données, même avec l'aide de calculatrices. Mais on finirait bien par dégager des lois de cette masse d'informations, car si les aventures d'un nuage sont imprévisibles, l'évolution des systèmes nuageux à l'échelle du globe doit pouvoir être dominée.

Et puis l'astronautique apportera, un jour sans doute déjà proche, une autre source de renseignements : ses stations spatiales lointaines détecteront l'arrivée des particules crachées par le Soleil, car nous vivons dans l'haleine du Soleil et ses flux électrisés ne peuvent pas ne pas tenir sous leur influence notre pluie et notre beau temps.

Pierre de LATIL

Un laboratoire fertile en découvertes

- **Toute la bible sur un timbre-poste**
- **De l'essence en poudre**
- **Des émetteurs-radio pesant 300 grammes**
- **Des "mémoires" photo-sensibles**

Ils vivent déjà dans l'an 2000: ce sont les chercheurs d'une des plus grandes firmes américaines: la N.C.R. Leurs découvertes? Elles sont multiples, mais découlent toutes de procédés physico-chimiques entièrement nouveaux rendant caduques bien des techniques actuelles concernant aussi bien le domaine de la photographie que celui de l'électronique.

Le texte intégral de la Bible sur un cliché de 5 cm de côté. 1 240 pages alignant leurs 750 000 mots sur une surface de 25 cm². Dans les expositions internationales, c'est actuellement la vedette du stand N.C.R. (1).

Il peut paraître étrange de voir un grand constructeur de calculateurs électroniques et de machines comptables présenter au public une réalisation apparemment fort éloignée de ses productions habituelles. Il s'agit, en fait, d'une indication révélatrice de la direction prise par les recherches actuelles pour l'amélioration du traitement de l'information.

On connaît l'énorme bond en avant qu'a permis l'apparition de l'électronique dans l'industrie des calculateurs. Mais l'évolution constante de la technique et l'accroissement de ses besoins imposent, de manière impérative aux constructeurs, une progression constante des possibilités de leurs machines.

Des résultats, inespérés il y a encore quelques années, se révèlent aujourd'hui insuffisants et la concurrence acharnée aidant, l'industrie du calculateur, pour pouvoir progresser, investit des sommes de plus en plus vertigineuses dans ses laboratoires de recherche. L'introduction des circuits électroniques avec leurs incroyables vitesses de réponse, l'utilisation du langage binaire ont permis d'envisager le traitement de l'information à l'échelle de la vitesse de la lumière.

Vitesse ou capacité

Bien entendu on est encore loin du but. Vo-lumineuses et bruyantes, les machines sont encore fragiles et d'un prix de revient prohibitif. Les besoins de la technique exigent le traitement ultra-rapide d'un nombre croissant de données utilisables dans des opérations de plus en plus variées. L'accès et le stockage des informations sur les systèmes de mémoires représentent donc les problèmes clefs qui se posent actuellement aux chercheurs. Le système de mémoire généralement utilisé est la mémoire à ferrite. Elle est basée sur de minuscules tores de ferrite cousus sur une grille de fils conducteurs. Chaque tore, à la fois magnétique et isolant, enregistre une information, c'est-à-dire un caractère binaire de valeur positive ou nulle, selon qu'il est ou non aimanté. Extrêmement performant, il est sensible à des impulsions d'une durée infime. Il "bascule" en une micro-seconde.

(1) La « National Cash Register » (Caisse Nationale Enregistreuse) se classe parmi les cent plus grandes firmes mondiales par son volume de chiffres d'affaires.

La mémoire magnétique des grands ordinateurs aurait-elle vécu ?
Un nouvel élément, l'aiguille à film mince, réalisé par un revêtement
de ferronickel sur un support de beryllium, présente le
double avantage d'une fabrication en « continu » sans intervention
manuelle et une capacité de « digestion » énorme : 40 informations par élément !



Son utilisation se heurte cependant à sa faible capacité. Ne pouvant enregistrer qu'un seul caractère, il est de plus d'un coût de fabrication et de montage extrêmement élevé.

La mémoire magnétique est, elle, capable de stocker un nombre infiniment plus important de données. Mais, disque ou bande, le temps d'accès à l'information — un dixième de seconde — fait perdre le bénéfice de la rapidité fulgurante des circuits.

Il est donc évident que les laboratoires des constructeurs, tout en améliorant le matériel existant, se trouvent contraints de rechercher de nouveaux procédés alliant la vitesse d'accès à une possibilité accrue de stockage. C'est en étudiant les ressources de la chimie moléculaire que les chercheurs en sont venus à envisager la réalisation d'une mémoire de type chimique.

L'utilisation de la numération binaire à base 2, c'est-à-dire 1-0 ou Oui-Non, illustrée par la présence ou l'absence d'aimantation du tore de ferrite, a conduit à la recherche d'une action similaire au niveau de la molécule. Si l'on réussit à modifier rapidement et de manière réversible la structure moléculaire d'une substance donnée, on obtiendra l'élément commutateur essentiel à un nouveau système de mémoire.

Les laboratoires N.C.R. occupent une position éminente dans ce domaine de recherche.

Fabriquant depuis 80 ans du matériel comptable, la maison a acquis une vocation multinationale. Elle occupe actuellement la troisième place parmi les constructeurs américains de calculateurs électroniques. Spécialisée tout d'abord dans les additionneuses et les caisses enregistreuses, elle évoluait ensuite vers les machines comptables, développant également depuis plusieurs années la fabrication d'ensembles électroniques. Ajoutons pour la petite histoire qu'à la suite d'un différent avec le président N.C.R. d'alors, M. Patterson, son adjoint quittait la société. M. Watson a cependant retrouvé du travail : il est le président fondateur d'I.B.M. Comme toute entreprise d'envergure internationale, N.C.R. s'est dotée de laboratoires de recherche de plus en plus importants. Leur budget pour les cinq dernières années a atteint 85 millions de dollars. C'est dire l'importance des moyens mis en œuvre. Les résultats obtenus semblent avoir justifié les investissements.

Les brillants enfants mis au monde par les chercheurs N.C.R. nous ont incités à nous intéresser de plus près à leurs travaux.

L'amélioration du traitement de l'information au niveau d'une grande entreprise implique que soient menés de front le perfectionnement des techniques existantes et la recherche fondamentale.



Les laboratoires N.C.R. viennent de lancer sur le marché un nouvel élément de mémoire : l'aiguille à film mince. Sur un support de beryllium et cuivre, on vaporise un revêtement de ferro-nickel d'une épaisseur de 4 000 angströms. Cette aiguille bascule en un temps extrêmement réduit, de l'ordre de 50 nanosecondes (50 milliardièmes de seconde). Sa capacité lui permet de stocker 40 informations. Ajoutons que la fabrication de l'aiguille de beryllium s'opère en « continu », sans aucune manipulation humaine. Elle est montée par enfilage sur des plaques de support. Son prix de revient est donc extrêmement réduit.

Le circuit intégré

Autre perfectionnement : le circuit intégré. La nécessité de la présence des calculateurs à bord des engins balistiques ou des véhicules spatiaux a conduit, depuis plusieurs années, vers une miniaturisation des circuits. Les informations dans ce domaine sont extrêmement difficiles à obtenir. Tenue au secret par la Défense nationale des États-Unis, la réalisation du circuit intégré, c'est-à-dire la micro-miniaturisation du circuit électronique, bien que fonctionnant déjà dans les calculateurs équipant les engins américains, est encore mal connue. Le

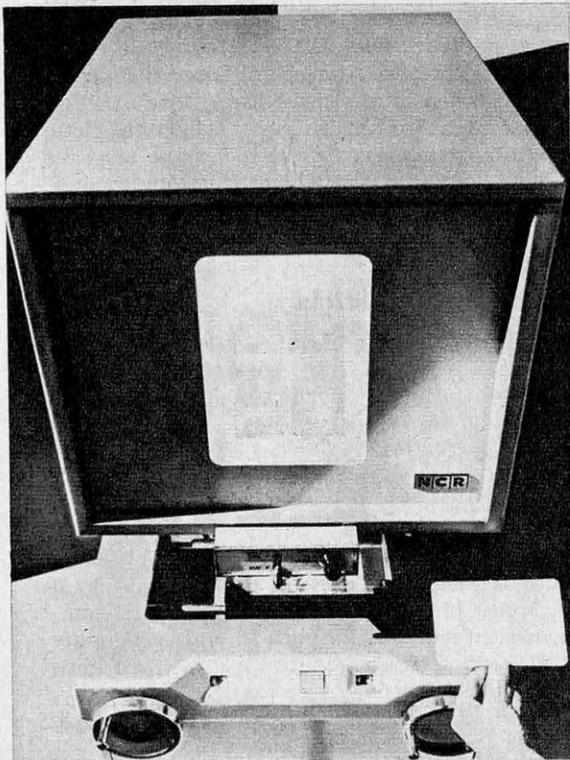
circuit intégré représente, sans aucun doute, un progrès révolutionnaire. Par comparaison avec d'autres circuits miniaturisés, il convient de préciser sa conception radicalement nouvelle. Réalisés grâce à la mise au point du transistor, utilisant la technique devenue classique du circuit imprimé, ces circuits groupent sous un faible volume les éléments miniaturisés et assemblés de manière classique. Le circuit intégré supprime totalement ces éléments sous la forme que nous leur connaissons. Se présentant comme une sorte de sandwich de quelques centimètres de côté, le nouveau circuit ne révèle aucun élément séparé. Taillés à même la masse du semi-conducteur, du silicium le plus souvent, par un procédé proche de la photogravure, les éléments du circuit sont formés par vaporisation de plusieurs couches successives, isolantes ou conductrices. Les éléments actifs, transistors ou diodes, sont le résultat de la jonction des couches successives. Les éléments passifs, les résistances, sont des conducteurs extrêmement fins. Ajoutons que les connexions sont réalisées par vaporisation sous vide de couches ténues d'aluminium. N.C.R. a ainsi réalisé pour les besoins militaires américains un type de circuit intégré, équivalent à 56 circuits ordinaires comprenant 280 diodes, 112 résistances et 56 transistors. On imagine aisément l'avenir

Technique de la Micro-Image

Le document à miniaturiser est tout d'abord microfilmé de manière classique. Un rayonnement ultraviolet passant à travers le microfilm le projette dans un second dispositif optique de réduction qui renvoie la micro-image, cette fois à la taille voulue sur le film photochrome. La micro-image, immédiatement visible sans autre développement, peut être immédiatement contrôlée. Dans le cas de la miniaturisation d'un long document, on déplace à ce moment le chariot où se trouve le film photochrome afin d'enregistrer la micro-image suivante. En cas d'erreur, une lumière jaune balayant la surface du cliché manqué, « efface » littéralement l'œuvre de l'ultraviolet qui se trouve donc en mesure de réutiliser la même parcelle du film photochrome.

Le stade suivant sera la diapositive de taille variable selon le nombre de documents enregistrés.

Rangée dans un classeur, le visiteur pourra la visionner sur un écran ou en demander la copie agrandie et reproduite par xéographie. La diapositive peut être protégée par un solide revêtement de plastique transparent.



Grâce à de nouvelles encres rendues phosphorescentes sous l'action d'un rayonnement ultraviolet, cette triuseuse automatique permet d'identifier les timbres de la poste aérienne et de séparer les plis par avion des lettres ordinaires.



d'un tel procédé. Il réalise le rêve d'un ensemble complexe, micro-miniaturisé, où, tout élément mobile ayant disparu, la résistance aux chocs est à toute épreuve. Parmi les premières applications de la technique de micro-miniaturisation, citons un radioémetteur de 280 g, grand comme un paquet de cigarettes. Réalisé pour permettre la localisation rapide des véhicules spatiaux retombés sur Terre, il envoie des signaux à une distance de 150 km avec une puissance de 100 mW. Il fonctionne dans une gamme de températures comprises entre -54° et $+55^{\circ}$ et résiste à des accélérations de 100 g. Construit pour des usages militaires, il équipera bientôt les aviateurs et les marins afin que l'on puisse les retrouver en cas d'accidents. Cette première application d'une technique nouvelle permet, dès à présent, la construction de calculateurs dont la taille sera de l'ordre de celle d'une machine de bureau traditionnelle.

Micro-encapsulation

Orientant leurs recherches vers de nouveaux types de mémoire, les laboratoires N.C.R. se sont tournés vers la chimie moléculaire. Là encore, le mystère est de règle, les renseignements sont rares. Seules les applications permettent de se faire une opinion.

Il y a quelques années, N.C.R. lançait sur le marché un nouveau papier aux propriétés étranges. Il permettait de faire des copies sans qu'il soit besoin d'user du traditionnel papier carbone. Demandait-on aux ingénieurs comment cela fonctionnait, on s'entendait répondre « que cela fonctionnait fort bien ». C'est ainsi que les Parisiens virent un jour fleurir sur leurs pare-brise de nouveaux « papillons » déposés par les soins vigilants du contractuel de service. Celui-ci n'a pas, non plus, de papier carbone

pour faire les deux indispensables copies. Le contact de son stylo à bille sur le premier feuillet impressionne également les deux feuillets suivants.

Le secret de ce papier miracle tient en un mot : la micro-encapsulation. Les chercheurs sont, en effet, parvenus à vaporiser les liquides en gouttelettes microscopiques et à encapsuler chacune d'elle dans un film d'épaisseur variable d'une matière proche de la gélatine. Chaque capsule, d'un diamètre de l'ordre du micron, renferme une micro-gouttelette de liquide incolore. Disposées en couche uniforme à la surface du deuxième et du troisième feuillet, les micro-capsules sont parfaitement invisibles. Sur l'envers du premier et du second feuillet, on a disposé une couche tout aussi invisible d'un produit réactif. La bille du contractuel, s'appliquant sur le premier feuillet vierge, écrase en même temps les micro-capsules disposées sur les feuillets suivants, libérant ainsi le liquide qui, entrant en contact avec son réactif, prend instantanément la couleur bleue bien connue des automobilistes.

La micro-encapsulation des liquides offre, bien entendu, une extraordinaire variété d'applications. Ce nouveau conditionnement permet d'emmageriser les liquides sous forme d'une poudre fine faite de petits grains microscopiques. Outre l'avantage de l'état solide, il permet de protéger les substances contre l'oxydation de l'air, facilite leur stockage et neutralise leur saveur et leur odeur. La micro-encapsulation permet aussi le transport aisé et sans danger, sous forme solide, des carburants ainsi que de tous les liquides explosifs. L'industrie chimique est intéressée au premier chef. Les produits pharmaceutiques désagréables seront désormais ingérés sous forme de granulés ou de capsules emboîtées qui, se dissolvant suc-

cessivement dans l'estomac du malade, permettront un traitement prolongé et régulier. Ayant acquis les brevets du nouveau procédé, la Minnesota lancera sur le marché, dans quelques mois, un nouvel adhésif ne fonctionnant qu'au moment de son application par pression.

L'essence micro-encapsulée se présente sous forme de blocs spongieux pouvant être manipulés sans danger. Sous une pression donnée, ils restitueront 97 % de leur volume en essence liquide.

Dans le domaine spatial, les applications possibles ne font qu'apparaître. Nous ne citerons que, pour mémoire, le transport toujours délicat des carburants pour fusées et leur utilisation, sous forme solide, dans les moteurs.

Destinée aux véhicules spatiaux, on réalise également l'encapsulation de certaines substances chimiques comprimées. Placées entre deux feuillets en matières plastiques à la forme pré-déterminée, les micro-capsules, parvenues dans le vide, sont libérées. Elles réagissent en se dilatant 30 fois, remplissant l'espace disponible d'une mousse plastique qui deviendra rigide, réalisant ainsi un solide de forme donnée. Embarquées sous un volume réduit, ces « mousses plastiques » permettent l'élaboration de collecteurs solaires ou d'écrans contre les météorites. Il est facile d'imaginer l'importance des mousses plastiques pour la construction des futurs abris humains sur la Lune.

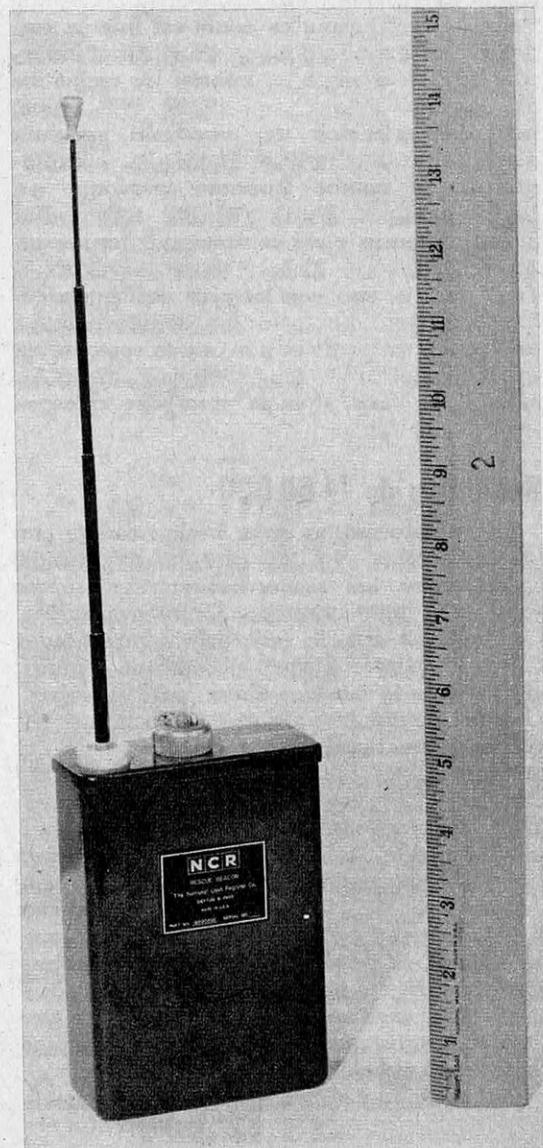
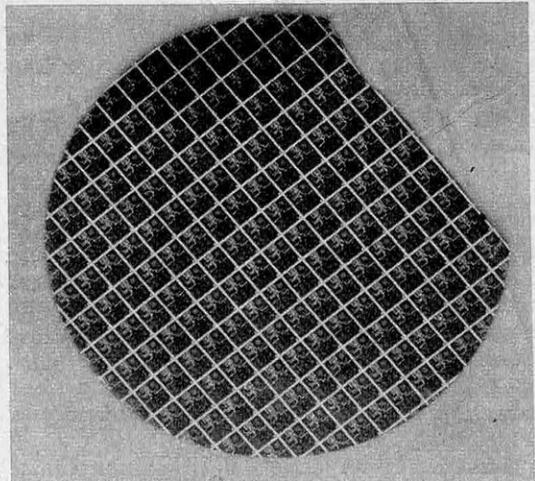
Voici enfin la plus récente utilisation de la micro-encapsulation : le dosimètre biologique. Afin de permettre la localisation des rayons cosmiques ainsi que la mesure de leur intensité, on encapsule des quantités précises de virus. Fixées sur une plaque photographique, plusieurs milliers de capsules seront disposées à l'altitude voulue, à l'extérieur du véhicule spatial et exposées aux rayons cosmiques. Revenu sur Terre, ce dosimètre indiquera, grâce à la pellicule photographique le tracé des rayonnements cosmiques. Le pourcentage des virus détruits par rapport aux virus vivants permettra de doser, avec une précision jamais atteinte, l'irradiation subie.

Vitres anti-éblouissement

Si spectaculaires que soient ses applications, la micro-encapsulation n'est qu'une technique annexe aux recherches visant à l'élaboration

Ci-dessus : un circuit intégré de la taille d'une pièce de 5 anciens francs. Il représente l'équivalent de 56 circuits ordinaires comprenant 280 diodes, 122 résistances et 56 transistors.

Ci-dessous : un radio-émetteur, de 150 km de portée, grand comme un paquet de cigarettes et pesant 280 grammes.



d'une mémoire chimique : elle servira sans doute de conditionnement.

Le problème essentiel des chercheurs était de trouver une, ou des substances susceptibles d'être influencées au niveau moléculaire de manière ultra-rapide et réversible.

Or de telles substances existent dans la nature. On les appelle substances photochromes. Connues depuis longtemps, elles étaient négligées par la science. Photo-sensibles, ces substances organiques ont la propriété de passer très rapidement, et de manière réversible, d'un état incolore, à un état de coloration. Soumises à un rayonnement ultraviolet, elles subissent, en effet, une réorganisation de leur structure qui leur confère des caractéristiques d'absorption différentes.

Les travaux sur les substances photochromes sont extrêmement mal connus (2). Ce que l'on sait des travaux en cours est mis en évidence par les applications apparues dans l'industrie. N.C.R. a signé un contrat de recherche de 230 000 dollars avec l'U.S. Air Force, pour la réalisation de pare-brise spéciaux destinés aux bombardiers atomiques. L'explosion d'une bombe atomique provoque un éclair lumineux d'une intensité telle qu'en moins de temps qu'il ne faut pour fermer un œil, celui-ci est définitivement aveuglé. Il s'agit donc de protéger les yeux de l'équipage. Une substance photochrome donnée, micro-encapsulée entre deux plaques de verre ou de quartz, supprime le danger d'aveuglement. Au moment de l'explosion, le pare-brise transparent s'obscurcit.

Réduction de 1/50 000

La miniaturisation de la Bible, réalisée par les techniciens N.C.R., est une application spectaculaire des recherches en matière de substances photochromes micro-encapsulées. Ce procédé appelé P.C.M.I. (pour Photo Chromis Micro Image) permet de réduire 48 000 fois la surface d'une page de texte. Utilisant un film de substance photochrome, les clichés miniaturisés ne présentent pas le moindre grain. La gamme des gris est très étendue et il n'est pas besoin de développement. Tant à la lecture directe qu'à la reproduction, la qualité des documents reste excellente. Les qualités spécifiques des photochromes permettent également après l'exposition du cliché à la lumière ultraviolette, indispensable pour les influencer, de leur faire retrouver leur état antérieur grâce à une exposition à la lumière jaune. L'on peut ainsi effacer une page importante et la substance redevient immédiatement sensible au rayonnement ultraviolet.

Une technique secrète permet de fixer indé-

finiment l'état de la substance photochrome. Le P.C.M.I. est donc un procédé relativement peu onéreux. Perfectionnement récent du microfilm, il réalise une véritable miniaturisation des documents, bouleversant les conceptions de classement.

Il est désormais permis d'envisager de condenser le contenu de la Bibliothèque Nationale dans un classeur métallique. Les connaissances humaines, les documentations spécialisées ou les archives administratives, qui occupent tant de place, pourront être miniaturisées tout en restant bien entendu faciles à consulter ou à reproduire, et ceci extrêmement rapidement. Car, si N.C.R. réalise le matériel nécessaire à l'élaboration du document miniaturisé, elle réalise également les appareils indispensables pour reproduire les documents.

Évolution considérable dans la technique du microfilm, le P.C.M.I. connaît lui aussi ses premières applications industrielles. Revenons une fois de plus à l'astronautique. D'ici peu, le cosmonaute emportera, fixée sur sa cuisse, une visionneuse de dimensions réduites, qui, grâce à un clavier de sélection opérant sur un système de micro-fiches, lui permettra de consulter depuis ses instructions de vol jusqu'aux consignes sur l'entretien du vaisseau. Il aura ainsi, à portée de main, une énorme documentation, qui lui permettra de faire face à n'importe quelle situation. Ce cosmonaute emportera avec lui une sorte de mémoire simplifiée. Par ce biais, nous en revenons au problème de la mémoire chimique.

Pourquoi les chercheurs s'intéressent-ils aux substances photochromes ? Ces substances sont photosensibles. Soumises à un rayonnement ultraviolet, elles changent de couleur avec une rapidité avoisinant un dix-millième de seconde. Elles « basculent » donc en un temps très réduit. Si l'on fixe sur un support une couche de quelques milliards de micro-capsules de cette substance, une émission ultraviolette extrêmement brève, suffisamment ponctuelle pour frapper électivement telle ou telle capsule, fera donc se colorer la substance photochrome. Chaque capsule est donc susceptible d'enregistrer un caractère binaire. Les caractéristiques « incolore » ou « colorée » remplacent dès lors les valeurs « aimanté » ou « désaimanté » du tore de ferrite.

On arrive ainsi peu à peu à concevoir un nouveau type de mémoire capable de stocker des quantités fantastiques d'informations, susceptibles par ailleurs d'être effacées par l'émission d'une lumière jaune. Voici, schématisée, la réalisation vers laquelle tendent, en ce moment même, les chercheurs. Il reste encore bien du chemin jusqu'à la mémoire chimique. Mais combien étonnante la récolte moissonnée tout au long de la route.

Marc GILBERT

(2) Cf. prochain numéro de *Science et Vie*.

La démocratie en péril (suite)

De nombreux lecteurs se sont intéressés au problème de « La démocratie en péril » (N° 566 - Novembre). Il s'agissait du paradoxe de Condorcet, montrant qu'il est parfois impossible de dégager une opinion qui ait un sens à partir des votes d'une assemblée.

Que la démocratie soit effectivement en péril à cause de ce phénomène, c'est à la pratique des votes de nous le montrer. Une autre question, cependant, abordée par nos correspondants, peut être résolue sur le plan théorique : est-il possible d'améliorer les techniques de vote, de telle sorte qu'on ne tombe jamais sur un cas douteux ?

Nous avons reçu quelques propositions de solutions, mais — hélas — la réponse est négative. En effet, même lorsqu'on élimine (en chiffrant les intensités de préférence, par exemple) les possibilités de « tourner en rond » (A préférable à B, B préférable à C, C préférable à A) d'autres anomalies peuvent surgir.

La question a été récemment approfondie par l'économiste américain Kenneth J. Arrow et par le mathématicien français G. Th. Guilbaud.

Présentons par exemple quatre candidats A, B, C, D à trois juges, et demandons-leur de les classer en leur attribuant 1, 2, 3 ou 4 points. Ils peuvent voter :

	A	B	C	D
Premier juge	4	3	2	1
Deuxième "	4	3	2	1
Troisième "	2	1	4	3
	10	7	8	5

Supposons que le candidat B meurt. Les juges conservent leurs opinions sur les survivants, mais ils les classent en attribuant 1, 2 ou 3 points :

A	C	D
3	2	1
3	2	1
1	3	2
7	7	4

Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, c'est-à-dire sans report de voix, et suivant que B est candidat ou non, A l'em-

porte nettement sur C ou bien ils sont ex aequo.

Cette situation rappelle le classement des nations suivant le nombre de médailles de différentes catégories obtenues aux Jeux Olympiques...

Autre cas : demandons à trois juges de noter de 0 à 10 trois candidats x, y et z, avec la condition que chaque juge doit choisir un premier et un dernier, c'est-à-dire attribuer au moins une fois un 0 et au moins une fois un 10. Cela peut donner :

x	y	z
10	9	0
10	9	0
5	10	0
25	28	0

y l'emporte. Mais z a obtenu 0 partout, il se sent ridicule, il abandonne la compétition. Les juges conservent toujours leurs opinions. Ils sont amenés, suivant le règlement, à noter :

x	y
10	0
10	0
0	10
20	10

C'est maintenant x qui l'emporte sur y !

Étudions enfin un cas de scrutin de liste :

23 voix pour la liste	A	C	B
19 voix pour la liste	B	C	A
2 voix pour la liste	C	A	B
16 voix pour la liste	C	B	A

C l'emporte sur B ($23 + 2 + 16 = 41$ contre 19) et l'emporte sur A (37 contre 23). B l'emporte sur A (35 contre 25). C est donc élu sans discussion possible.

Mais on aurait pu demander à chaque électeur de n'inscrire sur son bulletin que le seul nom de son candidat préféré. Alors A aurait été élu, par 23 voix contre 19 à B et 18 à C. De premier, C est devenu dernier.

Ces avatars ne sont pas aussi improbables ou rares qu'on pourrait le croire. Récemment, au Concile, l'ensemble d'un schéma a été rejeté alors que chaque article avait été accepté séparément.

BERLOQUIN

Le professeur Narlikar découvre l'effet ... avant la cause!

C'est arrivé de

L'expérience avait commencé tard le soir, alors que les lampes commençaient déjà à s'allumer dans le laboratoire; dès le matin une dizaine de savants se penchaient autour des écrans cathodiques sur lesquels de fugitives traînées, telles d'éphémères comètes, devaient témoigner du passage des neutrinos et consacrer le succès de cette expérience. Dès le matin de ce même jour, s'entend, pas le lendemain matin. Car ici le futur se met à l'imparfait.

Bien entendu, ce sont des théories physiques avancées qui sont au départ de ces recherches. Jusqu'ici, le temps s'est toujours écoulé dans le même sens; de nombreux théoriciens veulent maintenant le faire couler à l'envers, et certains résultats obtenus dans les centres atomiques leur donneraient raison: il est des particules qui semblent remonter le cours du temps.

L'un des premiers physiciens à avoir prévu cet effet est un Indien, le Pr. Narlikar, qui s'occupait alors de théories cosmologiques. Rappelons que la cosmologie est cette branche des mathématiques qui étudie l'évolution de l'univers depuis son origine, et en propose des modèles dont la seule condition d'exactitude est d'aboutir à l'univers tel que nous le connaissons. Aucune hypothèse mathématique n'est a priori exclue, aussi invraisemblable qu'elle puisse paraître.

Ce sont les équations fondamentales de l'électromagnétisme — les équations de Maxwell — qui sont à la base des travaux du Pr. Narlikar. Comme toutes les équations de la physique, elles expriment des égalités entre certaines inconnues, parmi lesquelles figure en particulier le temps. Et c'est là, dans ce terme t de l'équation, que se trouve l'inconnue la moins maniable et, partant, la plus étrange.

Considérons un exemple de physique élémentaire, la chute des corps. Une équation

très simple nous dit que si on laisse tomber un objet, la vitesse qu'il acquiert est proportionnelle au temps pendant lequel il tombe. Le facteur de proportionnalité est connu, c'est g qui vaut 9,81; au bout d'une seconde le corps a une vitesse de 9,81 m/s, au bout de deux secondes de 19,62 m/s, et ainsi de suite.

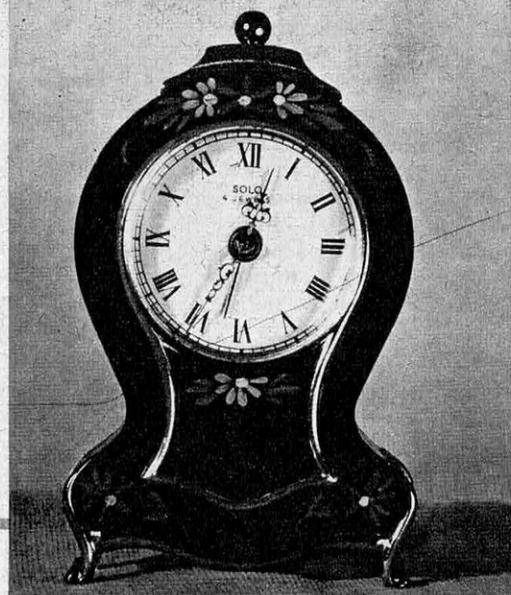
La loi exprimée par l'équation est vraie si, connaissant une inconnue, on peut calculer l'autre, et si le résultat est conforme à l'expérience. La loi de la chute des corps est évidemment juste car, depuis qu'elle existe, elle a toujours été conforme à l'expérience. Sachant qu'un corps tombe depuis tant de secondes, on sait qu'il a atteint telle vitesse, et, réciproquement, s'il a atteint une certaine vitesse, on sait depuis combien de temps il tombe. Et ceci, quelle que soit la valeur donnée à l'une ou l'autre des inconnues tant que cette valeur correspond à la réalité.

C'est là l'ennui, et cette restriction ne faisait nullement l'affaire des mathématiciens qui veulent pouvoir donner à l'inconnue n'importe quelle valeur comprise entre moins l'infini et plus l'infini. Puisqu'on connaît bien des températures négatives (l'hiver), des comptes négatifs (déficit), des ampérages négatifs (quand la batterie se vide), pourquoi pas des temps négatifs?

Pour le physicien qui considère une pomme en équilibre sur le bord d'une table, l'expérience commence quand une secousse fait tomber la pomme. Ayant déclenché le chronomètre au moment où l'équilibre s'est rompu, il lui suffit d'appliquer la loi pour savoir qu'au bout de trois secondes la pomme aura atteint la vitesse de 29,43 m/s. En remontant le temps, il sait qu'au bout d'une seconde sa vitesse n'était que de 9,81 m/s et nulle à l'instant zéro, puisque la pomme était encore sur le bord de la table.

Et si notre physicien a de la suite dans les idées, il peut se demander ce qui se passait

main !



avant la chute, à l'instant « moins deux secondes » par exemple. Étant purement mathématique, l'équation ignore les contingences terrestres et il suffit de faire $t = -2$ pour trouver $V = -19,62$ m/s. Autrement dit, deux secondes plus tôt, la pomme montait en l'air avec une vitesse de 19,62 m par seconde; du moins l'équation le veut ainsi.

Mais si le physicien a bonne mémoire, il se rappellera sans difficulté que deux secondes plus tôt la pomme était toujours sur le bord de la table, qu'il en était d'ailleurs de même trois secondes plus tôt, et, qu'en fait, elle n'avait pas bougé depuis que quelqu'un l'avait posée là. Ce qui contredit l'étrange vitesse ascensionnelle prévue par l'équation.

Comme il ne faut quand même pas bousculer la réalité, il convient d'éliminer toutes les valeurs du temps antérieures au début de l'expérience, c'est-à-dire ne garder qu'une partie des solutions de l'équation. Il y a là une divergence entre les mathématiques et la physique qui n'est pas toujours bien perçue. Sur le papier, toute valeur donnée aux inconnues et qui satisfait l'égalité exprimée, est bonne. Cette valeur, ou cet ensemble de valeurs, s'appelle une solution de l'équation et il y en a généralement une infinité. L'expérience oblige le plus souvent à couper sérieusement dans cet infini, et à ne garder que les valeurs visiblement en accord avec l'expérience.

Dans le cas que nous avons choisi, l'évidence conduit à exclure les temps négatifs. Mais quand les équations se compliquent, il est beaucoup plus difficile d'éliminer certaines solutions; en effet, les phénomènes étudiés étant beaucoup plus fins, il est fréquent qu'aucune expérience ne permette de rejeter certains groupes de valeurs. Cependant, pour des rai-

sons empiriques et par extension des solutions incompatibles avec les phénomènes simples, on est conduit à écarter certaines solutions des équations fondamentales de la physique, et en particulier les temps négatifs. (Nous disons négatifs au sens le plus strict, c'est-à-dire avant le départ de l'expérience; car il est courant en physique, pour des raisons de commodité, de noter l'instant de départ, non plus zéro, mais d'une valeur négative quelconque. Ainsi, dans notre exemple de la chute d'un corps, on peut noter zéro l'instant où l'objet touche le sol et obtenir ainsi un temps négatif pour le moment où il a commencé à tomber. Le hic serait de remonter au delà de cette valeur de départ, que nous considérons ici comme valeur zéro.)

Or, avec l'avènement de la relativité générale, les expériences susceptibles de vérifier les équations fondamentales de la physique devinrent à la fois si délicates et si colossales à monter que toute solution en contradiction avec une apparente réalité fut rejetée de manière purement empirique. Ce qui ne voulait nullement dire que ces solutions fussent rigoureusement fausses, mais seulement qu'elles l'étaient très probablement, sans plus.

Le mérite du Pr. Narlikar et de ses successeurs est justement d'avoir étudié certaines de ces hypothèses que d'autres avaient écartées a priori. Non qu'elles aient été aussi absurdes que la pomme s'élevant en l'air, mais elles mettaient en cause un principe que la physique a jusqu'ici toujours tenu pour sacré, le principe de la causalité.

Principe qui s'énonce : tout effet a une cause qui lui est toujours antérieure. Autrement dit, pas d'effet sans cause, étant sous-entendu que la cause a eu lieu avant l'effet. Mathématiquement cela conduit à donner une direction unique au vecteur temps : celui-ci serait toujours dirigé du passé vers le futur.

Si le bon sens et l'évidence conduisent à tenir cette proposition pour vraie et absolue, il faut se rappeler qu'ils nous pousseraient aussi à tenir pour vrais et absolus que la lumière voyageait en ligne droite, que l'espace était euclidien, et même que le Soleil tournait autour de la Terre, toutes conclusions qu'il a bien fallu abandonner.

Que le temps puisse s'écouler vers le passé nous amène à une révision de nos idées aussi déchirante qu'elle le fut pour les premiers disciples de Galilée, et pourtant cette hypothèse est vraisemblable. Peut-être pas pour nous, car si un jour l'homme parvenait à remonter le temps et à revenir en arrière, ces cosmonautes du temps à l'envers seraient déjà parmi nous. Pour être honnête, il est donc certain que l'homme ne marchera jamais à reculons, car sinon, il y a bien longtemps qu'ils auraient déjà enseigné aux Romains, aux Grecs, et même à des civilisations plus antiques encore, les merveilles de la Science. A moins d'admettre que quelques audacieux chercheurs du 22^e ou du 23^e siècle se promènent dans nos rues, comme ils s'y promenaient des années ou même des siècles plus tôt, mais qu'ils ont toujours jalousement gardé leur secret (ce qui exclut qu'une femme remonte jamais le temps à l'envers).

* * *

Si donc le vecteur temps coule toujours du passé vers le futur pour l'homme, rien ne permet d'affirmer qu'il en est de même pour les particules élémentaires de la physique nucléaire, et certaines théories ou expériences récentes autorisent à penser le contraire.

Pour le Pr. Narlikar, les particules capables de voyager dans le futur comme dans le passé sont les neutrinos. Corpuscules sans dimensions, sans masse et sans charge électrique, les neutrinos sont l'obsession, le poison des savants. Comment mettre en évidence un élément aussi insaisissable et qui ne réagit presque jamais avec les autres corps ? Il existe heureusement quelques procédés pour les détecter, ce qui a permis de confirmer leur existence, laquelle n'avait été prévue que par des travaux de pure théorie. Mais ces procédés sont ardu, longs et surtout coûteux car ils réclament la mise en service des plus grands accélérateurs de particules.

L'expérience proposée par le Pr. Narlikar, celle qui fut le départ de notre article, est la suivante, et elle est fabuleuse : on construit un émetteur de neutrinos (comme on construit un émetteur de rayons X, ou un laser), et de même un récepteur de neutrinos ; a priori il n'y a là aucune difficulté technique insurmontable.

On allume alors le récepteur, avec la ferme intention d'allumer ensuite l'émetteur. De deux choses l'une : ou il ne se passe rien, l'écran du récepteur reste obscur, ce qui prouverait que les neutrinos ne voyagent que dans le sens du futur et donnerait tort au Pr. Narlikar ; ou bien l'écran du récepteur s'illumine de traînées pointillées, ce qui prouve le passage des neutrinos que l'on va émettre ensuite et démontre qu'ils remontent le temps à contre-courant.

Bien sûr il ne faut pas manquer d'allumer ensuite l'émetteur d'où vont jaillir les neutrinos déjà enregistrés, ce qui soulève une grave objection d'ordre métaphysique : le chercheur allume le récepteur avec l'intention de déclencher l'émetteur quelque temps après ; l'écran enregistre le passage de neutrinos, ce qui prouve avec une absolue certitude que l'émetteur sera effectivement mis en marche ; et du coup l'expérimentateur se trouve privé de sa liberté, puisqu'il est obligé d'allumer l'émetteur dans les moments qui suivent, même si entre temps il n'a plus envie de le faire. Qui plus est, dès le moment où l'écran du récepteur s'est illuminé au passage des neutrinos, l'expérimentateur peut affirmer que tant de minutes plus tard il sera à tel endroit du laboratoire, la main sur tel bouton de l'émetteur, en train de regarder tel circuit, etc. Il peut donc prévoir l'avenir avec une absolue certitude, ce qu'aucun homme n'a jamais pu faire et lui conférerait une qualité divine. Il en est évidemment de même de toute personne qui, ayant observé le passage des neutrinos sur l'écran, pourrait prophétiser à son tour, ce qui transformerait le laboratoire en Delphes.

* * *

De telles contradictions ne doivent cependant pas nous arrêter car l'échelle de temps sur laquelle joueraient ces phénomènes est d'ordre atomique, c'est-à-dire qu'elle s'exprime en milliardièmes de secondes. Et les récentes découvertes faites en France par M. Turlay, du C.E.N. de Saclay, et MM. Christenson, Cronin et Fitch, de la Princeton University, montrent que le sens du vecteur-temps n'est pas aussi rigide qu'on le pensait. En particulier les expériences menées par ces chercheurs dans les accélérateurs géants prouvent que le principe d'invariance du renversement du temps, principe fondamental de presque toute théorie physique, n'est pas toujours juste.

Alors, peut-être le Pr. Narlikar a-t-il raison. Soyons prêts à réviser nos concepts encore une fois et nous n'aurons plus qu'à dire à nos lecteurs : notre prochain numéro en vente le mois dernier.

Renaud de La TAILLE

Ce simple geste

...peut décider de votre RÉUSSITE !

Postez le bon ci-dessous, avec simplement vos nom et adresse... ce geste si simple, si rapide et si peu coûteux peut changer merveilleusement votre vie. Il l'a déjà fait pour des milliers d'autres qui, comme vous, cherchaient leur voie... Alors ?

ALORS FAITES-LE ! ET TOUT DE SUITE

Plus vite vous le ferez, plus vite vous recevrez, discrètement sous pli fermé, notre captivante documentation. Sa lecture tonifiante éclairera votre avenir d'un jour nouveau, et stimulera votre volonté de réussite par ses idées-choc, par ses témoignages convaincants et son précieux "guide des carrières". Vous irez de révélations en révélations.

LA CHANCE DE VOTRE VIE

Première révélation : celle des métiers passionnantes et largement ouverts à tous et à toutes, sans diplômes, sans concours, sans capitaux et qui, cependant, vous permettront des gains nettement supérieurs à la moyenne, parfois même supérieurs à des traitements de hauts fonctionnaires ! Cette chance de votre vie, seule peut vous l'offrir une de ces

CARRIÈRES ACTIVES DU COMMERCE :

Représentant V.R.P. • Inspecteur des Ventes • Directeur commercial • Négociateur, Négociatrice • Chef de Stand • Démonstrateur • Gérant, Gérante de Commerce • Agent technique commercial • Mandataire • Courtier, Concessionnaire • Chef des Ventes, des Achats, du Service "après-vente" • Commerçant • Succursaliste • Vendeur, Vendeuse dans un magasin • etc.

PARTEZ GAGNANT ! Mais voici la révélation la plus décisive ! Pour vous faire accéder rapidement à ces situations enviables, l'ÉCOLE POLYTECHNIQUE de VENTE met à votre service cet atout-maitre : sa méthode révolutionnaire de "Formation technique accélérée par cours personnalisés". Grâce à elle, vous allez acquérir par correspondance la formation professionnelle indispensable, et ceci dans des conditions de travail idéales : chez vous, à vos heures, à l'insu de

De plus, seule l'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE VENTE peut vous faire bénéficier d'avantages inappréciables tels que :

PLACE ASSURÉE
grâce
à l'Association
des Anciens

GARANTIE TOTALE
de toute manière vous ne risquez
rien puisque vous êtes couvert
par la "garantie totale E.P.V."

ORIENTATION PROFESSIONNELLE
gratuite
par psycho-technicien
diplômé

PAIEMENT DES COURS
par petites
mensualités
sans formalités

SOUTIEN-CONSEIL
pendant
vos débuts
dans le métier

LA MINUTE DE VÉRITÉ

La minute est venue où vous allez savoir si vous possédez ou non la première des qualités indispensables à la Réussite : l'esprit de décision. Stylo ! Ciseaux ! Enveloppe ! Remplissez, découpez et postez vite le BON ci-contre à l'E.P.V., 60, rue de Provence, Paris (9^e), Bravo ! Vous vous en félicitez.

BON

n°114 pour une documentation
"GUIDE DES SITUATIONS DU COMMERCE"
GRATUITE et sans engagement

M _____
Profession (facultatif) _____

N° _____ rue _____

à _____

Dépt _____

École Polytechnique de Vente - 60, rue de Provence, Paris 9^e

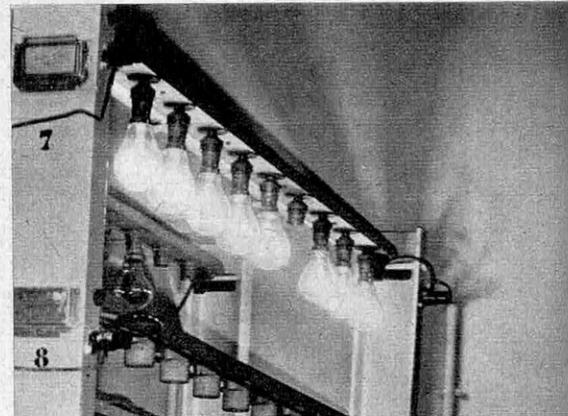
LA PLUS GRANDE ÉCOLE PAR CORRESPONDANCE POUR LA PROMOTION DES ADULTES



POOL TECHNIQUE PUBLICITE

Que valent les ampoules électriques ?

Où il est prouvé qu'un avantage de 25 % se paye 85 % plus cher...



In'est pas rare qu'on se plaigne de la qualité des ampoules électriques. Leur durée, surtout, est mise en cause car elle paraît bien souvent anormalement brève.

Mais il faut bien dire que ce jugement repose sur des observations assez imprécises. D'autre part la durée est loin d'être la seule caractéristique d'une ampoule. Il en est bien d'autres et certaines intéressent directement l'utilisateur: consommation de courant, blancheur de la lumière émise, puissance et rendement lumineux.

Ces caractéristiques sont déterminées par le fabricant de façon à obtenir une lampe d'un rendement optimal et économique. Ce qui n'est pas sans poser quelques problèmes, car il est difficile, sinon impossible d'accroître certaines qualités sans en réduire d'autres.

Une lampe à incandescence est constituée d'un filament de tungstène enfermé dans une ampoule et parcouru par un courant électrique qui l'échauffe. Ainsi est transformée en énergie lumineuse l'énergie électrique. Cette transformation ne s'effectue pas sans pertes. Pour les réduire et obtenir une lumière intense et blanche, il est nécessaire d'élever le plus possible la température du filament.

Malheureusement, en contre-partie, ce filament incandescent se désagrège et ce d'autant plus vite que sa température est

plus haute. Ce qui entraîne, au bout d'un certain temps, sa rupture et ainsi la mort de la lampe.

Les lampes: un compromis

En définitive, si en élevant la température du métal on accroît le rendement lumineux, on diminue en même temps la vie de l'ampoule. De ce fait sa fabrication ne peut être qu'un compromis. Il s'agit, en particulier, d'obtenir une lumière suffisamment intense et blanche compatible avec une durée théorique satisfaisante.

Il faut d'autre part préciser que la qualité de la lumière dépend aussi du gaz renfermé dans l'ampoule.

Les lampes d'avant 1914 étaient vides. Le filament de tungstène pouvait y être porté à 2 150° C. Dès 1913 furent créées des lampes contenant un gaz rare. Aujourd'hui encore, les lampes traditionnelles contiennent un mélange d'azote et d'argon. Ce dernier retarde la désintégration du métal, ses molécules lourdes jouant le rôle de frein. Son emploi a permis d'élever davantage la température du filament (2 600° C) et obtenir ainsi une lumière plus blanche.

Parfois, le gaz employé est le krypton (lampes Claude). Les molécules de ce gaz étant plus lourdes que celles de l'argon, le rôle de frein est plus efficace et la

LABORATOIRE CENTRAL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES

JOINTURE PAR RECETTE DU 21 JUIN 1952, MODIFIEE LE 17 JUIN 1952
REMARQUE: NE PAS APPONTE A L'INSCRIPTION AU REVERSE DE LA PAGE

33, Avenue GÉNÉRAL LECLERC & FONTENAY-SUR-BOIS (Seine) MC. 28-80 N° 14966

CERTIFICAT N° 132 957

FEUILLET 1

DEUVE A S C I E N C E et V I E

5, Rue de la Baume - PARIS VIII

OBJET : ESSAIS DE DUREE DE 40 LAMPES A INCANDESCENCE.

Les lampes sont marquées :

Philips - 75 W - 220/230 V 112 C n° 1 à 10.
Claude - 75 W - 220/230 V n° 11 à 20.
MAZDA - 75 W - 240 V 6A D n° 19 à 30.
Krypton CLAUDE - 75 W - 220/230 V n° 31 à 40.

Les essais ont été effectués conformément aux indications de la publication C 72-100 de l'U.T.E.

Les mesures de flux lumineux ont été effectuées au moyen d'une sphère intégrante de 2 mètres de diamètre, les lampes étant disposées verticalement au culot en haut.

Les essais de durées ont été effectués en courant alternatif de fréquence 50 Hz, la tension étant maintenue constante à $\pm 1\%$ au moyen d'un régulateur; ils ont été limités à 1250 heures.

Les tensions utilisées ont été les suivantes :

Tensions nominales marquées (Un) (Volts)	Tensions pour les essais photométriques (Un) (Volts)	Tensions pour les essais de durée (Us) (Volts)
220 - 230	225	240
240	240	260

La durée théorique a été calculée à partir de la formule $(\frac{U}{U_0})^2$ utilisée pour les lampes à atmosphère gazeuse.

Les mesures photométriques initiales ont été effectuées après 1 heure de stabilisation.

Les lampes ont subi 2 extinctions par jour suivies d'un réallumage brusque.

Dans le tableau suivant :

N désigne le numéro repère de la lampe.
U désigne la tension d'alimentation pour les mesures photométriques.
U₀ désigne la puissance absorbée initiale (Watts).
F₁ désigne le flux initial (lumens).
F₂ désigne le flux lumineux initial (lumens par watt).
M₂ désigne la puissance absorbée après 750 heures théoriques (Watts).
P₂ désigne le flux lumineux après 750 heures théoriques (lumens).
F₂ désigne le facteur d'efficacité initial après 750 heures théoriques (lumens par watt).
D désigne la durée théorique (heures).
+ lampes fonctionnant encore à la fin des essais de durée.

Pour éviter tout usage abusif qui pourrait en être fait, les certificats de laboratoire ne pourront être utilisés dans un but de publicité commerciale ou dans l'occulte. Ainsi le laboratoire

Des exemplaires de certificat original peuvent être délivrés sur demande.

LABORATOIRE CENTRAL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES - CERTIFICAT N° 132 937 FEUILLET 2

N	U	U ₀	F ₁	F ₂	M ₂	P ₂	F ₂	D
1	225	74,25	815	10,95	73,25	790	10,8	1210
2	225	74,0	800	10,85	72,55	780	10,75	1200
3	225	74,0	780	10,55	71,55	760	10,5	1250
4	225	74,0	790	10,65	72,65	760	10,45	1120
5	225	74,5	780	10,35	72,2	760	10,3	1140
6	225	74,9	780	10,4	72,2	750	10,3	910
7	225	73,8	780	10,65	72,8	750	10,4	910
8	225	74,5	780	10,75	72,1	750	10,4	1150
9	225	74,0	790	10,7	72,65	760	10,5	1120
10	225	74,25	770	10,35	72	755	10,5	1210

durée moyenne du lot : 1132 heures.

11	225	75,6	850	11,25	78	805	10,9	910
12	225	77,15	865	11,2	76,5	840	11	820
13	225	72,35	825	11,2	72,45	790	10,9	820
14	225	77,6	870	11,2	76,25	840	11	820
15	225	77,12	850	11	76,65	765	10,8	820
16	225	77,2	850	11	76,65	765	10,75	1210
17	225	78,05	920	11,8	77,4	860	11,1	1210
18	225	77,85	970	11,15	76,5	830	10,85	1240
19	225	74,7	825	11,05	72,25	800	10,85	1250
20	225	75,6	825	10,9	74,25	800	10,75	1250

durée moyenne du lot : 1097 heures.

21	240	76,8	770	10	76,3	750	9,8	1250
22	240	75,3	770	10,1	73,7	740	10,2	1250
23	240	77,05	770	9,85	82,45	740	10,05	1250
24	240	85,7	1060	12,35	82,1	1000	12,2	770
25	240	77,3	770	9,95	73,9	760	10,3	1140
26	240	76,55	740	9,65	72,95	730	10	1250
27	240	76,80	770	10,2	73,45	750	10,2	1250
28	240	77,5	770	9,85	73,15	750	10,15	1250
29	240	77,5	770	9,95	73,9	750	10,15	1250
30	240	77,05	780	10,10	73,9	755	10,2	790

durée moyenne du lot : 1142 heures.

Fontenay-aux-Roses, le 27 octobre 1964

Le Chef de Service,

Le Directeur du Laboratoire Central
des Industries Électriques,



J. Coute

désintégration du tungstène encore ralenti. Cela permet évidemment d'augmenter à nouveau la température du métal et d'accroître l'intensité et la blancheur de la lumière. Mais le krypton est un gaz coûteux. Pour en obtenir un litre, il faut traiter un million de litres d'air (pour l'argon, le volume d'air à traiter est 10 000 fois moindre). Les lampes au krypton sont donc plus onéreuses.

Le phénomène de volatilisation du tungstène a divers effets. Au fur et à mesure que le filament s'amincit, il passe moins de courant et la consommation de la lampe diminue. Le flux lumineux fléchit aussi, mais plus rapidement. Car la moindre baisse de la température du filament se traduit par une perte plus importante d'énergie lumineuse. Il s'ensuit que le rendement de la lampe (ou facteur d'efficacité), c'est-à-dire le nombre de lumens émis pour une consommation d'un watt, diminue également plus vite que la consommation seule. Ces pertes sont encore accrues par le fait que le tungstène vaporisé se dépose sur la paroi de l'ampoule, la noircissant.

Dès lors, le compromis que nous évoquons il y a un instant consiste à réaliser une lampe dont la vie cesse lorsque son rendement devient trop faible. Pour les lampes à usage domestique, cette durée optimale est d'environ 1 000 heures.

De ces considérations se dégagent déjà

les qualités essentielles des bonnes lampes. Les meilleures sont celles qui possèdent le rendement lumineux le plus élevé pour une durée aussi proche que possible de la durée théorique. Surtout, il importe que dans une fabrication le plus grand nombre de lampes aient ces qualités et que celles qui présentent des écarts importants de rendement ou de durée soient très rares.

Car, s'il est évident qu'on ne peut exiger d'une fabrication en série une constance absolue, il reste qu'en l'état actuel de la technique il est possible, par un travail soigné et des contrôles sévères, de réduire le nombre des mauvaises lampes et de parvenir à une production de qualité satisfaisante et assez homogène.

L'usager : un ignorant

Ces quelques notions montrent que l'usager ne peut pas apprécier directement la qualité des ampoules qu'il achète. Pour cela, des essais précis en laboratoire sont nécessaires.

Science et Vie a fait procéder pour ses lecteurs à de tels essais. Un test portant sur 4 sortes de lampes ordinaires a été demandé au Laboratoire Central des Industries Électriques de Fontenay-aux-Roses.

Afin d'obtenir des résultats valables, l'essai a été réalisé selon la norme publiée

sous le n° C 72-100 par l'Union Technique de l'Électricité. A cet effet, nous nous sommes procuré dans le commerce :

- 10 lampes Philips 75 W, 220/230 V,
- 10 lampes Claude 75 W, 220/230 V,
- 10 lampes Mazda 75 W, 240 V,
- 10 lampes Claude au krypton 73 W en 330/230 V.

Ces lampes ont été remises au Laboratoire Central des Industries Électriques qui a procédé aux essais suivants :

— Mesures du flux lumineux au moyen d'une sphère intégrante de deux mètres de diamètre dans laquelle les lampes furent disposées verticalement le culot en haut. Pour chaque lampe, deux mesures ont été faites, l'une au début après une heure de stabilisation, l'autre après 750 heures théoriques.

— Mesures de la consommation des lampes neuves, puis après 750 heures théoriques.

— Calcul du rendement lumineux (ou facteur d'efficacité) exprimé en lumens par watt consommé, au début de l'essai, puis après fonctionnement de 750 heures théoriques.

— Essai de durée théorique. Celui-ci a été arrêté après 1 250 heures de marche pour les lampes encore en vie à ce moment. Chaque ampoule a subi quotidiennement deux extinctions suivies de ralumage brusque.

Les tensions du secteur ont été maintenues constantes à $\pm 1\%$, aux niveaux suivants :

— Pour les lampes marquées 220/230 V : à 225 V pour les essais photométriques et à 240 V pour les essais de durée.

— Pour les lampes marquées 240 V : à 240 V pour les essais photométriques et 260 V pour les essais de durée.

Les résultats de cet essai ont été consignés par le laboratoire, lampe par lampe, dans un certificat. Ils appellent de notre part les conclusions suivantes :

En ce qui concerne la consommation, nous avions choisi des lampes de 75 W, sauf les lampes Claude au krypton marquées 73 W.

L'essai fait ressortir une consommation réelle voisine de ces 75 W. Les écarts sont généralement inférieurs à 5 %, au début de l'essai comme après 750 heures.

Cette constatation reste valable, en particulier pour les lampes au krypton dont la consommation moyenne se situe à 75,2 W au début et à 74 W après 750 heures (les écarts de la consommation initiale se situant entre 73,8 W et 76,25 W). Dans ces conditions, il apparaît que la différence

de 2 W dans la consommation inscrite sur l'ampoule (73 W au lieu de 75 W) ne se justifie pas, sinon à des fins commerciales.

La seconde série de mesures effectuées par le laboratoire porte sur le flux lumineux. Pour les lampes de 75 W, 220 volts les fabricants ont fixé ce flux à 850 lumens. Il devrait être de 1 000 lumens pour les lampes au krypton.

Pour les lots essayés ce flux s'établit, initialement, en moyenne à :

- 786,5 lumens pour les lampes Philips,
- 795 lumens pour les lampes Mazda,
- 847 lumens pour les lampes Claude,
- 997 lumens pour les lampes Claude au krypton.

Quoique se situant au-dessous du flux théorique, ces valeurs moyennes n'en sont toutefois pas éloignées de plus de 7 à 8 %.

Si l'on se tourne maintenant vers les écarts observés dans chaque lot, on constate que ceux-ci ont varié de :

- 770 à 815 lumens pour les lampes Philips,
- 740 à 1 060 lumens pour les lampes Mazda,
- 790 à 870 lumens pour les lampes Claude,
- 925 à 1 020 lumens pour les lampes au krypton.

Sans que l'avantage soit considérable (et sans vouloir généraliser à l'ensemble des productions des marques en cause), ce sont les deux types de lampes Claude qui serrent le plus près le flux lumineux théorique (850 et 1 000 lumens). On note aussi que le flux des lampes au krypton est supérieur en moyenne de 15 % à celui des lampes ordinaires de puissance sensiblement égale.

Après 750 heures théoriques, ces flux ont subi des baisses voisines de 3 % pour les lampes Philips et Mazda, 4 % pour les lampes Claude et 6 % pour les lampes Claude au krypton.

Le certificat du Laboratoire Central fait ensuite ressortir le facteur d'efficacité des lampes. Au début de l'essai, il est en moyenne de :

- 10,2 pour les lampes Mazda,
- 10,6 pour les lampes Philips,
- 11,2 pour les lampes Claude ordinaires,
- 13 pour les lampes Claude au krypton.

Après 750 heures ce coefficient a peu diminué (il est même monté à 10,31 pour les lampes Mazda). Ces chiffres montrent un avantage de 20 à 25 % pour les lampes au krypton par rapport aux lampes ordinaires. Cela est évidemment intéres-

LES RÉSULTATS D'ESSAIS

		PHILIPS	MAZDA	CLAUDE	CLAUDE AU KRYPTON
CONSOM- MATION (Watts)	Marquée sur la lampe	75	75	75	73
	Initiale	74,2	77,8	75,7	75,2
	Après 750 heures théoriques	72,5	74,7	74,5	74
FLUX LUMINEUX (Lumens)	Annoncé par le fabricant	850	850	850	1 000
	Initial	786,5	795	847	997
	Après 750 heures théoriques	762	772,5	812,5	937
RENDEMENT LUMINEUX (Lumens par watt)	Initial	10,59	10,18	11,17	12,97
	Après 750 heures théoriques	10,51	10,31	10,89	12,64
DURÉE THÉORIQUE (Heures)	Prévue par le fabricant	1 000	1 000	1 000	1 000
	Lors de l'essai	1 132	1 142	1 097	1 074
	Lampes fonctionnant encore à la fin de l'essai	2 (sur lot de 10)	5 (sur lot de 10)	2 (sur lot de 10)	3 (sur lot de 10)
PRIX D'UNE LAMPE		1,75	1,85	1,65	3,05

- Les chiffres indiqués correspondent à la moyenne des résultats établis sur des lots de 10 lampes.
- Les meilleures performances apparaissent en grisé.

sant. Il reste cependant pour l'usager à rechercher si ce gain justifie une dépense plus élevée de 80 à 85 % lors de l'achat des lampes.

Dernière caractéristique étudiée par le laboratoire : les durées théoriques des lampes. Elles s'établissent en moyenne à 1 132 heures pour les lampes Philips, 1 142 heures pour les lampes Mazda, 1 097 heures pour les lampes ordinaires Claude et 1 074 heures pour les lampes au krypton.

Le fait que la plupart des ampoules aient vécu plus de 1 000 heures surprendra sans doute ceux qui ont eu à se plaindre de la qualité des lampes qu'ils utilisent. La vérité est que les conditions de notre

banc d'essai ne sont pas celles d'un usage domestique. Dans ce dernier cas, il est bien rare que la tension du secteur corresponde exactement à la tension d'emploi des lampes. Un sous-voltage se traduit par une perte de rendement lumineux et la prolongation de la vie des lampes. Une surtension au contraire accroît ce rendement lumineux mais abrège sensiblement la durée (pour une augmentation de la tension appliquée de 1 %, la vie d'une lampe est abrégée de 13 %). De plus, la tension du secteur est sujette à des fluctuations parfois importantes et brutales. Cela suffit déjà à expliquer la fin prématurée de bien des ampoules.

Roger BELLONE



Galois et les théories physiques modernes

par André LICHNEROWICZ
membre de l'Académie des Sciences
professeur au Collège de France

En réfléchissant sur le problème de la résolution des équations algébriques, Galois a dégagé certaines des notions sur lesquelles est bâtie toute l'algèbre moderne et d'abord la notion de groupe.

Avec Klein et Sophus Lie, c'est d'abord en géométrie que la notion de groupe s'est imposée. Les « déplacements » de la géométrie euclidienne — ou transformations de l'espace qui laissent invariante la distance — forment un groupe pour le produit de deux transformations successives. L'égalité de deux figures est traduite par l'existence d'un déplacement amenant l'une sur l'autre. L'existence de ce groupe euclidien était déjà implicite dans Euclide lui-même, lorsqu'il énonçait les axiomes bien connus : une figure est égale à elle-même, (déplacement identique où rien ne bouge, jouant le rôle d'unité); si une figure est égale à une seconde figure, celle-ci est égale à la première; si une figure est égale à une seconde et la seconde à une troisième, la première est égale à la troisième.

A partir de cette réflexion, il a été possible de fonder des géométries variées sur d'autres groupes, les groupes des similitudes par exemple ou le groupe projectif. Klein généralisait ainsi la notion même de géométrie dans un célèbre article connu sous le nom de « programme d'Erlangen ».

Dès la fin du XIX^e siècle, le groupe surgit en physique et il l'a désormais complètement envahi au point que nos grandes théories physiques contemporaines, relativité et mécanique quantique, sont essentiellement affaires de groupe.

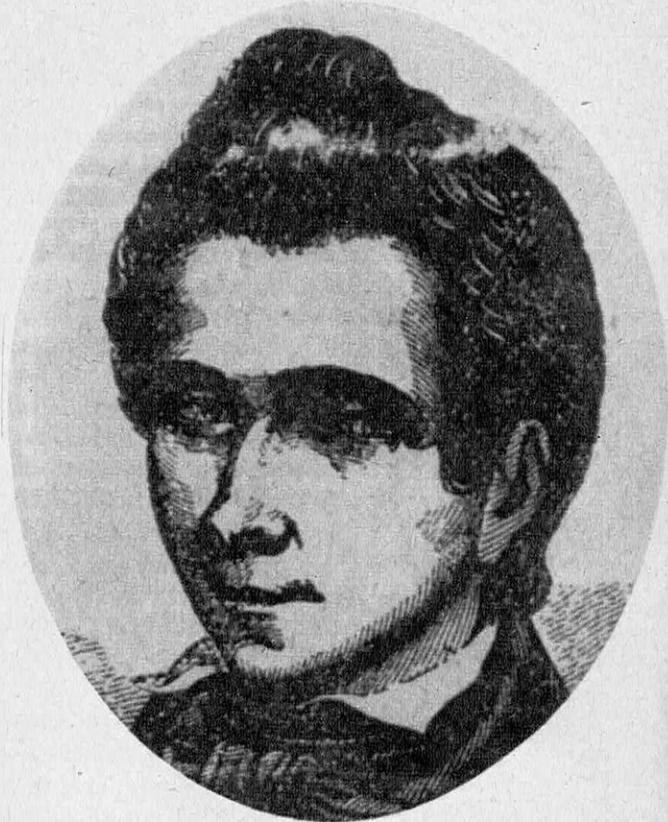
Depuis Maxwell, l'électromagnétisme est fondé sur un système d'équations qui porte son nom et qui régit la propagation du champ électromagnétique. Tout le développement des ondes radios, par exemple, est contenu dans les équations de Maxwell. Henri Poincaré chercha à déterminer les transformations concernant points de l'espace et temps qui laissent invariantes ces passionnantes équations. Il écrivit aussi, le premier, les célèbres formules qui déterminent le « groupe de Lorentz », groupe qui laisse invariante dans l'espace-temps une généralisation convenable de la notion de distance, celle d'intervalle. Ainsi se trouvait traduit mathématiquement le fait que, par rapport à n'importe quel observateur en mouvement, la vitesse des ondes électromagnétiques, celle de la lumière en particulier, conserve toujours la même valeur notée C ($C = 300\,000 \text{ km/s}$). Il apparaissait ainsi une vitesse C qui, composée avec n'importe quelle autre, redonnait elle-même et jouait le rôle d'une sorte d'infini pour les vitesses.

Ceci était contraire à la cinématique classique et ce conflit traduisait au fond l'existence de deux groupes d'invariance différents, pour l'électromagnétisme le groupe de Lorentz et pour la mécanique classique le groupe dit de Galilée. Pour résoudre ce conflit, Einstein décida de faire confiance à l'électromagnétisme et à son groupe et de modifier la mécanique de façon à la rendre elle-même invariante par le groupe de Lorentz. La relativité était née et ce mot de « relativité » — générateur de quiproquos — ne faisait au fond qu'exprimer la recherche des groupes d'invariance des théories.

Dans toute la mécanique quantique règnent aussi les groupes, mais c'est peut-être en théorie des particules élémentaires qu'ils jouent le rôle majeur. Dans notre conception actuelle, les différentes particules élémentaires correspondent strictement à différents groupes déduits algébriquement du groupe de Lorentz et dont chacun est caractérisé par des nombres (spin...) correspondant aux caractéristiques physiques de la particule. On est ainsi pratiquement parvenu à une caractérisation purement algébrique, en termes de groupes, des différentes particules élémentaires. C'est Wigner, prix Nobel de physique, qui a le plus puissamment développé cette conception de 1935 à nos jours. Quelques obstacles restent à surmonter, mais c'est en termes de groupes aussi qu'on les aborde.

On voit quels développements étaient en germe dans la réflexion, solitaire et pure, d'Évariste Galois.

Evariste GALOIS le Rimbaud des mathématiques



par Pierre Arvier

« Nous traversons, à coup sûr, l'une des périodes les plus admirables de l'histoire scientifique de l'humanité, — écrit Louis Leprince-Ringuet —. De toutes parts, les découvertes fusent comme les grandes étoiles d'un immense feu d'artifice mondial et nous sommes émerveillés... ».

Or, ces résultats qui nous bouleversent par leur ampleur sont l'aboutissement d'une somme d'efforts fournis par des générations de chercheurs. Cette rubrique, qui débute aujourd'hui par un hommage rendu au mathématicien Evariste Galois, n'a qu'une seule ambition : dérouler la passionnante aventure des hommes exceptionnels qui ont débroussaillé les chemins du savoir.

Pour expliquer l'immense influence sur notre monde moderne de Galois, génie qui atteignait à 20 ans le sommet des mathématiques, nous avons demandé à l'un des plus grands mathématiciens de notre temps, André Lichnerowicz, professeur au Collège de France, membre de l'Institut, de montrer, en guise de préface, comment cette pensée profondément originale a nourri les branches maîtresses de la science contemporaine.

Je n'ai pas le temps... je n'ai pas le temps. » Des mots griffonnés désespérément, une nuit de mai 1832, entre deux formules d'algèbre, semblent résumer le plus étonnant destin qu'ait jamais gouverné la « folie mathématique » : celui d'Évariste Galois.

Il est des créatures qui déploient harmonieusement leur inspiration au long d'une vie entière : Léonard de Vinci ou Einstein. Évariste Galois est d'une autre race ; celle des anges foudroyés. Météore, savant maudit... tous les clichés de la jeunesse prodige, du génie incompris, retrouvent, appliqués à lui, une sorte d'éclatante et atroce vérité. Il a vingt ans, hier, c'était un enfant, demain il sera mort. Et dans cette nuit de printemps trouée d'étoiles, il écrit. Il écrit une extraordinaire lettre d'adieu.

« *J'ai fait en analyse plusieurs choses nouvelles. Les unes concernant la théorie des équations ; les autres les fonctions intégrales.* »

« *Dans la théorie des équations, j'ai recherché dans quels cas les équations étaient résolubles par des radicaux, ce qui m'a donné occasion d'approfondir cette théorie et de décrire toutes les transformations possibles sur une équation, lors même qu'elle n'est pas soluble par radicaux.* »

« *On pourra faire avec cela trois Mémoires (...).* »

On pourra même bouleverser le développement des sciences exactes. Car ce qui est fondé ici, c'est cette « théorie des groupes », dont les applications s'étendent non seulement à l'analyse et à la géométrie, mais à la mécanique et à la physique. Évariste Galois le sait, qui note ailleurs, avec cette discrétion souveraine dont il a le secret :

« *J'ai mené à bien des recherches qui arrêteront bien des savants dans leurs.* »

Mais il sait aussi que les siennes vont s'interrompre, lorsque l'aube poindra dans sa petite chambre de la rue des Bernardins, lorsqu'une autre lumière que celle de la lampe à pétrole baignera ces feuillets où il ne cesse de jeter dans les marges : « *Il faudrait compléter, mais je n'ai pas le temps... Il faudrait une démonstration, mais le temps me manque...* », il se lèvera pour le rendez-vous avec la mort.

On reviendra toute à l'heure sur l'anecdote : banale et absurde, là encore, Évariste Galois en avait pris l'exacte mesure, écrivant : « Je meurs victime d'une infâme coquette et de deux dupes de cette coquette ». Un duel. Le 30 mai au matin, près de l'étang de Gentilly, à la glacière, un paysan qui passait par là devait découvrir le jeune homme inanimé, abandonné, une balle dans le ventre. Transporté à l'hôpital Cochin, il y expire le lendemain dans les bras de son frère, qu'on avait fini par joindre :

« *Ne pleure pas, lui dit-il simplement, j'ai besoin de tout mon courage pour mourir à vingt ans.* »

Quatre ans. Tout aura tenu en quatre ans : la révélation, la révolte, la certitude du génie, l'éclair des découvertes. Comme une mèche qu'on allume dans l'oxygène, Galois adolescent va briller tout à coup d'un éclat presque insoutenable, brûler et disparaître. Mais ces quatres ans de passion auront suffi pour le jeter d'un même élan vers les mathématiques les plus abstraites et sur les pavés des barricades.

Rien, comme on dit, ne semblait le destiner aux unes sinon aux autres. Né le 26 octobre 1811, à Bourg-la-Reine, dont son père, Nicolas-Gabriel Galois, était maire, le jeune Évariste passe jusqu'à 12 ans au sein d'une famille libérale les seules années paisibles de sa brève existence. Il la quitte pour entrer au collège royal Louis-le-Grand, l'actuel lycée, sans avoir encore manifesté, semble-t-il, pour les mathématiques un intérêt que nul, autour de lui, n'éprouvait.

A l'époque, d'ailleurs, le programme des classes terminales était organisé de telle manière que les cours de mathématiques se trouvaient un peu en marge d'un enseignement axé sur les « humanités ». Mais les élèves qui se destinaient aux carrières scientifiques pouvaient choisir, dès ce moment, de suivre des

cours supplémentaires dits de « mathématiques préparatoires ». Or Galois, d'emblée, ne le choisit pas. Comme si la certitude de son intelligence avait précédé, en lui, la conscience de son orientation, sa première ambition, alors, est d'entrer rapidement en rhétorique.

Ses professeurs le déconseillent : ils ne le jugent pas « assez mûr ». Il s'obstine, avec cette hâte qu'il ne cessera plus de manifester désormais. Il entre donc. Mais au début du deuxième trimestre, les ministres de Louis-le-Grand l'empotent : il doit retourner en classe de seconde.

C'est la première fois qu'il se heurte à l'incompréhension, à la routine du corps professoral. Ce ne sera pas la dernière, mais à la différence des autres, cet échec initial fut peut-être sa chance. Redoublant, il a le temps de suivre les cours de mathématiques préparatoires. Il a le temps, surtout, de commencer des lectures personnelles qui lui apportent un éblouissement. En marge de l'enseignement officiel, des manuels d'école, les *éléments de géométrie* d'A.M. Legendre, qu'il dévore comme un roman d'aventures, lui révèlent un monde nouveau. Sans transition, il passe aux travaux de l'analyste Lagrange qui lui donneront le point de départ de ses propres recherches. Résolution des équations numériques, théorie des fonctions analytiques, leçons de calcul des fonctions... il progresse sans effort d'un chapitre à l'autre à un âge où les collégiens, d'ordinaire, pâlissent sur les équations du second degré. Quand il revient en rhétorique, la mutation est accomplie : ce qu'il a découvert, ce n'est pas seulement l'univers des mathématiques, mais une méthode de pensée, une discipline intellectuelle et presque un art de vivre.

« Élève bizarre », note un de ses professeurs. « Étrange », assure un autre. « Singulier », « original », renchérissent un troisième, un quatrième. « C'est la fureur des mathématiques qui le domine », précise à sa manière l'un des plus perspicaces. Le vrai est qu'un fossé vient de se creuser entre Galois et ses maîtres qui ne cessera plus de s'élargir. Ce nouveau langage qu'il vient d'apprendre, cet art de raisonner qu'il exerce bientôt avec une agilité sans égale, tout lui rend insupportable la lenteur, la lourdeur de démonstrations qui se traînent interminablement, quand elles ne lui paraissent pas évidentes avant même d'avoir commencé.

Plus tard, il jugera sans ménagement « *Ces hommes qui n'ont pas l'intelligence de la science qu'ils professent* ». « *Jusqu'à quand, s'écriera-t-il encore, les pauvres jeunes gens seront-ils obligés d'écouter ou de répéter toute la journée, quand leur laissera-t-on du temps pour méditer sur cet amas de connaissances, pour coordonner cette foule de propositions sans suite, de calculs sans liaison?... On enseigne minutieusement des théories tronquées et chargées de réflexions inutiles, tandis qu'on omet les propositions les plus simples et les plus brillantes de l'algèbre* ».

Pour l'instant, il se contente — si l'on peut dire — de lire Euler, Gauss, Jacobi, d'avancer si au delà du programme de sa classe, avec un mélange d'enthousiasme rentré et d'hostilité boudeuse, qu'un de ses maîtres, pour définir son attitude, trouve cette formule singulière : « Il proteste contre le silence ».

La rage au cœur

S'il est un trait qui caractérise Evariste Galois, c'est, avec une implacable exigence de rigueur, celle de la rapidité. Tout en lui témoigne de l'impatience, d'une hâte étrange et presque prophétique. Comme s'il devinait obscurément que les jours lui étaient comptés, dans chacune de ses démarches il brûle les étapes et va à l'essentiel.

« *Sauter à pieds joints sur les calculs, proclamera-t-il un jour, grouper les opérations, les classer suivant leurs difficultés et non suivant leurs formes, telle est, suivant moi, la mission des géomètres futurs ; telle est la voie où je suis entré...* »

Le même souci d'efficacité, de simplification, il le manifeste dans sa vie. Pourquoi s'attarder aux préliminaires, se perdre dans les détours alors qu'il y a tant

Because I question the general acceptability of the analysis
that a ~~Review~~ ^{Review} ~~in line with the~~ ^{in line with the} ~~question~~ ^{question} ~~of~~ ^{of} ~~the~~ ^{the} ~~other~~ ^{other}



the last quarter of the 19th century.

à faire ? Foyer de la pensée mathématique, centre de libération, l'École polytechnique jouit à l'époque d'un immense prestige. Seul, sans préparation, avec la naïve assurance de son génie, Galois se présente au concours d'entrée et se voit, bien entendu, recalé.

L'heure de l'amertume n'est pas encore venue ; celle de la chance n'est pas passée. Sans se laisser troubler par cet échec, le jeune homme — il a 17 ans — saute à Louis-le-Grand la classe de mathématiques élémentaires et entre directement en mathématiques spéciales.

Son professeur se nomme Richard, Maître estimé, et à juste titre, puisqu'il aura formé, entre bien d'autres, l'illustre astronome Le Verrier et le grand analyste Charles Hermite. Ce sera le premier, en tous cas, et peut-être le seul à comprendre la valeur exceptionnelle d'Evariste Galois. « Cet élève, écrit-il un jour, ne travaille qu'aux parties supérieures des mathématiques. » « Cet élève, précise-t-il ailleurs, a une supériorité marquée sur ses condisciples. »

C'est lui qui achèvera de donner au collégien prodige, par delà les intuitions du génie, l'appareil intellectuel nécessaire. C'est lui encore qui permettra la publication de ses premiers travaux dans les *Annales mathématiques*. Il ne doute donc pas qu'à la fin de l'année, il réussira, brillamment cette fois, le concours de Polytechnique.

L'événement a assez d'importance pour qu'on s'y attarde un peu. Le jour venu, Evariste Galois monte sur l'estrade, face au tableau noir. Pâle, les yeux, fiévreux, le front barré d'une mèche brune, il paraît plus jeune et plus frêle encore que ses 17 ans 1/2 ; myope, d'autre part, il s'est toujours senti un peu malhabile, la craie en mains. Lorsque le premier examinateur lui pose une question sur les logarithmes, sa timidité se mue en irritation :

— Je ne suis pas un écolier, répond-t-il. Je ne répondrai pas à une question aussi facile.

On lui répond par une équation, assez difficile à résoudre, celle-là. Mais nullement troublé, Galois, sans presque réfléchir, lâche la bride à ses inspirations. Sa main trace sur le tableau l'esquisse d'une solution originale. Décontenancés, les examinateurs, Binet et Lefèvre de Fourcq, se mettent à rire. Le jeune homme se retourne, furieux. Un bref, violent dialogue s'engage entre les maîtres trop sûrs de leur science et l'élève qui à l'insolence des génies. En un éclair Galois comprend qu'il consomme sa perte, qu'il a beau avoir raison, ces juges bornés ont le pouvoir, et qu'il n'entrera jamais à Polytechnique. La rage au cœur, des larmes dans les yeux, il jette le chiffon à craie à la tête de l'examinateur...

« Ce rire fou des examinateurs », il lui brûlera encore le cœur, trois ans plus tard, puisqu'il l'évoquera dans une de ses dernières lettres.

« Pourquoi, demandera-t-il ailleurs, les examinateurs ne posent-ils les questions aux candidats que d'une manière entortillée ? Il semblerait qu'ils craignissent d'être compris de ceux qu'ils interrogent ; d'où vient cette malheureuse habitude de compliquer les questions de difficultés artificielles ? Croit-on donc la science trop facile ? Aussi qu'arrive-t-il ? L'élève est moins occupé de s'instruire que de passer son examen. Ainsi il est vrai de dire qu'on a fondé depuis quelques années une science nouvelle qui va grandissant chaque jours et qui consiste dans la connaissance des dégoûts et des préférences scientifiques, des manies et de l'humeur de MM. les examinateurs. »

De ce jour, en tout cas, pour lui, une rupture est consommée. Il comprend que si la science, en effet, n'est pas « facile », il est plus aisé d'avoir du génie que de le faire reconnaître. Il sait qu'il va avoir à se battre et qu'on ne lui fera pas de cadeaux. Il découvre enfin que tout se tient : la sottise des examinateurs, la sclérose de l'enseignement, l'irrationnalité des études, le régime dont tout dépend. La recherche mathématique ne se séparera plus, à ses yeux, du combat pour la liberté.

On a trop dit, à ce propos, que c'est l'amertume de l'échec qui l'avait conduit à l'opposition. C'est rabaisser à une mesquine réaction d'humeurs une démar-

Riquet à la Houppé...
ou Evariste par
lui-même.
Cette caricature figure
sur l'une
des pages de ses
cahiers d'étudiant,
quand il était
à Louis-le-Grand.

che où rien, au contraire, n'indique l'envie ou la rancune. C'est oublier surtout que le jeune Evariste, fils d'un maire libéral adoré de ses administrés mais en butte à l'hostilité du pouvoir, n'allait pas tarder à se voir rappeler tragiquement ce que cela voulait dire. Quelques jours après son échec à Polytechnique, ce père, accablé par une infâme cabale, se suicidait le 2 juillet dans le petit pied-à-terre qu'il possédait à Paris.

Ses obsèques achevèrent de marquer le destin du jeune homme. Il conduisait le deuil, avec sa mère. Les habitants de Bourg-la-Reine, eux, attendaient le convoi funèbre aux limites de la commune. Lorsqu'il arriva, ils prirent le cercueil sur leurs épaules pour le porter eux-mêmes jusqu'au cimetière. Le curé s'y trouvait, dont les attaques et les intrigues étaient à l'origine du drame. On le prit à partie, des poings se levèrent tandis que le service d'ordre intervenait. Bousculé, blessé, le prêtre dut s'enfuir tandis que le cercueil descendait dans la fosse au milieu d'une incroyable cohue.

Ce pourrait être tout, pour une année. Mais il était dit que rien, en cet an 1829, ne serait épargné à Evariste Galois. Avant le drame, il avait fini de rédiger le mémoire dont quelques fragments avaient paru dans les *Annales mathématiques*. Jour et nuit, possédé par cette fureur qu'on lui avait reconnue pour la recherche « la plus immatérielle et la plus logique », il avait démontré ses théorèmes sur les « fractions continues périodiques ». Puis il envoya le texte à l'Académie des Sciences, qui en confia la lecture à Cauchy. Le rapport ne sera jamais présenté : Cauchy perdit le manuscrit.

Evariste Galois ne se décourage pas aisément. Malgré l'échec, maintenant, malgré le deuil, il s'est remis au travail. Puisque Polytechnique lui est fermé, il entrerait à l'École Normale. Il fait mieux : il reconstitue son mémoire égaré, le complète de développements nouveaux et le renvoie à l'Académie pour le Grand Prix de Mathématique. C'est Fourrier, cette fois, le secrétaire perpétuel, qui s'en charge. On a peine à croire, ici, à une telle coïncidence, à une si invraisemblable malchance. Le fait est là, pourtant. Fourrier emporte chez lui le manuscrit pour le lire. Puis il meurt. Comme le premier, le second mémoire ne sera jamais retrouvé.

Apprentissage de la solitude

« Premièrement, le second feuillet de cet ouvrage n'est pas encombré par les noms, prénoms, qualités, dignités et éloge de quelque prince avare dont la bourse se serait ouverte à la fumée de l'encens avec menace de se refermer quand l'encensoir serait vide. On n'y voit pas non plus en caractères trois fois gros comme la tête un hommage respectueux à quelque haute position dans les sciences, à un savant protecteur, chose pourtant indispensable (j'allais dire inévitable) pour quiconque à vingt ans veut écrire. Je ne dis à personne que je doive à ses conseils et à ses encouragements ce qu'il y a de bon dans mon ouvrage. Je ne le dis pas, car ce serait mentir... »

Il faudrait tout citer, de ce texte souverain. Préface à deux mémoires d'analyse, Evariste Galois l'écrit en septembre 1831, à la prison de Sainte-Pélagie où l'a conduit son activité politique. Il y met cette espèce de sérénité ironique, d'assurance un peu hautaine qu'on ne cessera plus, jusqu'à sa mort, de trouver chez lui. Il sait qu'il est seul. Il sait aussi que l'avenir lui rendra justice. Parce qu'il est, de toute son âme, un homme du présent, cela ne le console pas. Mais parce qu'il croit en la science, cela l'aide à lutter. Il y gagne le style incomparable de ces textes où l'exposé mathématique le plus abstrait prend soudain les accents d'une lettre d'amour, où la courtoisie se fait cinglante, où la colère devient humour.

« J'ose espérer, écrivait-il six mois plus tôt, — après avoir renvoyé une troisième fois à l'Institut de France le mémoire égaré — que MM. Lacroix et Poisson ne trouveront pas mal que je rappelle à leur souvenir un mémoire relatif à la théorie des équations dont ils ont été chargés, il y a trois mois.



Le Faubourg St-Antoine en 1830.
Galois tentera de « faire le mur », à l'Ecole normale, pour se joindre aux insurgés. Il sera, d'ailleurs, mis à la porte de l'école.

« Les recherches contenues dans ce mémoire faisaient partie d'un ouvrage que j'avais mis, l'année dernière, au concours pour le prix de mathématiques et où je donnais dans tous les cas, des règles pour reconnaître si une équation donnée était ou non soluble par radicaux. Comme ce problème a paru, jusqu'ici sinon impossible, du moins fort difficile aux géomètres, la commission d'examen jugea a priori que je ne pouvais avoir résolu le problème, en premier lieu parce que je m'appelais Galois, de plus parce que j'étais étudiant. Et la commission égara mon mémoire. Et l'on me fit dire que mon mémoire était égaré... »

En premier lieu parce que je m'appelais Galois... Républicain, enfant du peuple. Evariste Galois avait naturellement la seule noblesse qui soit; celle de l'esprit. Il allait en éprouver les conséquences.

Écarté de Polytechnique, il entre, on l'a dit, à Normale. Il y achève, en juillet

1830, sa première année d'études lorsqu'éclate l'insurrection qui va renverser Charles X. Bien qu'il n'ait eu jusqu'alors, — tout absorbé qu'il était par les mathématiques — aucune activité politique, il n'imagine pas de rester en dehors d'un mouvement dont la jeunesse des facultés forme l'aile marchante.

Las ! L'École Normale est dirigée par un nommé Guigniault, dont la servilité n'a d'égale que la prétention. A peu près seul dans l'Université, il interdit à ses élèves de participer aux manifestations de rues et, pour plus de sûreté, ferme les portes de l'École.

Qu'à cela ne tienne : dans la nuit du 28 au 29 juillet, Galois tente de « faire le mur » pour se joindre aux insurgés. En vain. Mais il n'oublie pas le geste de Guigniault plus que Guigniault n'oublie cet acte d'indiscipline. A la rentrée suivante, devenu républicain convaincu tandis que le directeur de Normale s'est rallié au nouveau régime, il adhère à la Société des Amis du Peuple et s'engage dans l'artillerie de la garde nationale.

Guigniault riposte en lui infligeant une sanction exceptionnelle : la consigne indéfinie, qui doit le priver de tout rapport avec des cercles républicains. Du coup, Galois franchit le dernier pas. Dans son numéro de décembre 1830, *La Gazette des Écoles*, journal universitaire qui défendait « les idéaux de 1793 », publie une lettre signée « Un élève de l'École Normale ».

L'auteur ne se borne pas à critiquer l'enseignement de l'École, il rappelle la lâcheté du directeur Guigniault, ironise sur ses opportunitismes et dénonce les brimades qu'il inflige aux pensionnaires dont il craint « l'esprit turbulent ».

« Bientôt, conclut-il, nous ne sortirons qu'une fois par mois et nous rentrerons à cinq heures. Il est si beau d'appartenir au régime de l'École qui a produit MM. Cousin et Guigniault. Tout en lui annonce les idées les plus étroites et la routine la plus complète... »

Aux yeux de tous, Galois est l'auteur de la lettre. Quatre jours plus tard, Guigniault le fait reconduire chez sa mère.

Ce nouveau coup est le plus dur qui l'ait jamais frappé. Non seulement il lui ôte, pour la première fois, la possibilité de poursuivre régulièrement ses études, mais il le prive en même temps de moyens de vivre. On aurait tort, pourtant, de

Le brouillon d'un
« Mémoire »
qui dépassait
« l'entendement »
de trop dociles
savants.
« Je m'expose
sciemment
à la risée des sots »,
devait écrire
Galois.

Déterminables rationnellement.)

(Dans le cas de l'équation $\frac{x^n-1}{x-1} = 0$, si l'on suppose
 $a = r$ $b = r\theta$ $c = r\theta^2$
r une primitive, le groupe de permutations sera sans
doute celui-ci

$a \ b \ c \ d \ \ k$

$b \ c \ d \ \ ka$

$c \ d \ \ ka \ b$

$k \ a \ b \ c \$

dans ce cas particulier, lorsque le nombre de
permutations est égal au degré de l'équation, et
la même chose aurait lieu dans les équations
toutes les racines ayant des bûches.

croire qu'il s'accommode aisément de cette solitude. Rien de romantique en lui. Au lieu de trouver dans la malédiction qui semble le poursuivre on ne sait quelle amère satisfaction, il conçoit, pour tenter de la conjurer, le projet le plus orgueilleusement naïf, sans doute, de toute l'histoire de l'Université. Le 9 janvier 1831, l'annonce suivante le révèle, dans la *Gazette des Écoles* :

« Jeudi 18 janvier, M. Galois ouvre un cours public d'algèbre supérieure, chez Caillot, libraire, rue de Sorbonne, n° 5. Ce cours aura lieu tous les jeudis, à une heure un quart ; il est destiné aux jeunes gens qui, sentant combien est incomplète l'étude de l'algèbre dans les collèges, désirent approfondir cette science. Le cours se composera de théories, dont quelques-unes sont neuves, et dont aucune n'a jamais été exposée dans les cours publics... »

Audacieusement, l'élève exclu se muait en maître, un mathématicien de 19 ans défiait la Sorbonne. Le premier jeudi, assure-t-on, il y avait trente élèves, le second ils n'étaient plus que dix, les suivants, trois ou quatre, — jusqu'au jour où le « cours public » est définitivement fermé, sur ordre de la police. Quelques jours plus tôt, Galois avait été arrêté pour « provocation à un attentat contre la vie et la personne du roi des Français ».

Nous vous avons compris

Et comme si tout allait de pair, dans cette vie étonnante, c'est le moment que choisirent enfin les deux rapporteurs de l'Académie des Sciences, Lacroix et Poisson, pour faire savoir à la docte assemblée qu'ils avaient lu le fameux mémoire, qu'ils avaient « fait tous leurs efforts pour le comprendre », mais qu'ils n'y étaient pas parvenus.

Ce que Galois, férolement, ne tardera pas à commenter en ces termes, dans la Préface que nous citions plus haut :

« ... à mes yeux fascinés par l'amour propre d'auteur (cela) prouve simplement que M. Poisson n'a pas voulu ou n'a pas pu comprendre ; mais prouvera certainement aux yeux du public que mon livre ne signifie rien. Tout concourt donc à me faire penser que, dans le monde savant, l'ouvrage que je soumets au public sera reçu avec le sourire de la compassion, que les plus indulgents me taxeront de maladresse ; et que pendant quelque temps je serai comparé à ces hommes infatigables qui trouvent tous les ans une solution nouvelle à la quadrature du cercle (...). Tout ce qui précède, je l'ai dit pour prouver que je m'expose sciemment à la risée des sots. »

Reste la fin. C'est l'heure, précisément, où les sots ne rient plus : celle où ils s'apprêtent à tuer. Deux actes vont suffire. Mais à la différence d'une formule célèbre, si l'histoire se répète, ce n'est pas la première fois en tragédie et la seconde en farce : c'est d'abord en farce, puis en tragédie.

Premier épisode, donc, l'affaire des *Vendanges de Bourgogne*. Les Vendanges de Bourgogne, c'est un restaurant : le 9 mai 1831, la Société des Amis du Peuple y organisa un banquet de deux cents couverts. Son objet : célébrer l'acquittement en Cour d'Assises des artilleurs de la Garde Nationale qui avaient refusé de se laisser désarmer par le gouvernement de Louis-Philippe.

A la table d'honneur, entre autres, Alexandre Dumas et Raspail. Au dessert, on porte des toasts. Pour éviter des provocations, les textes, théoriquement, en avaient été rédigés à l'avance. Mais tout à coup, on se met à renchérir. On boit « à la Montagne ». « A 1793 ! » crie un autre. « A Robespierre » clame un troisième. Un jeune homme s'est levé. Il a un couteau à la main.

— A Louis-Philippe, lance-t-il... s'il trahit !

La plupart des assistants applaudissent. Certains sont effrayés d'une telle audace. Alexandre Dumas s'enfuit par la fenêtre. D'autres s'éclipsent plus discrètement. Le lendemain Evariste Galois — car c'était lui — est arrêté chez sa mère et conduit à Sainte-Pélagie.

Il comparaît le 15 juin devant la Cour d'Assises et l'on ne sait bientôt plus qui accuse, qui est accusé.

Quelques notions sur la

Si la notion de groupe appartient au domaine le plus abstrait des mathématiques, celui de la théorie des ensembles, il ne faudrait pas en conclure pour autant que seuls quelques initiés, docteurs ès-sciences ou professeurs d'université, sont susceptibles de la comprendre. La définition du groupe est en elle-même des plus simples: on appelle groupe tout ensemble G muni d'une loi de composition possédant les propriétés suivantes:

- 1) Elle est associative.
- 2) Elle possède un élément neutre.
- 3) Tout élément de G a un symétrique.

Reprendons un par un les termes de cette définition, sans pour autant faire ici une théorie axiomatique rigoureuse des ensembles; la notion d'ensemble est une notion primitive que l'on rencontre dès que l'on fait des mathématiques. On y parle en effet de l'ensemble des nombres entiers, de l'ensemble des nombres pairs, de l'ensemble des polynômes, de l'ensemble des triangles, etc. Dans la vie courante, il est de même question de l'ensemble des personnes composant une famille, de l'ensemble des voitures en circulation dans tel pays, de l'ensemble des animaux de l'espèce chat, etc. Un ensemble est composé d'éléments ou points.

Une loi de composition est définie sur un ensemble si, prenant deux éléments de cet ensemble, on peut leur en associer un troisième, appartenant également à l'ensemble. Nous prendrons comme

exemple l'ensemble le plus simple, celui des entiers... — 2, — 1, 0, 1, 2, 3... etc.

L'addition qui, à deux nombres, fait correspondre leur somme, est une loi de composition. Il en est de même de la soustraction, de la multiplication et de la division.

Un ensemble muni d'une loi de composition sera donc un groupe si la loi réunit les trois conditions citées précédemment. Tout d'abord, la loi doit être associative. Cela veut dire que l'élément composé de a et de b , lui-même composé avec c , doit être égal à l'élément composé de a , et de b composé avec c . Ce qu'on écrit $(a+b)+c = a+(b+c)$, si nous notons avec une étoile (*) la loi de composition. Reprenant l'ensemble des entiers, nous voyons que l'addition est associative car $(a+b)+c = a+(b+c)$, mais non la soustraction car $(a-b)-c \neq a-(b-c)$. Ainsi $(7-3)-2$ vaut 2, alors que $7-(3-2)$ vaut 6. La division non plus n'est pas associative $(24:4):2$ vaut 3, tandis que $24:(4:2)$ vaut 12, mais la multiplication l'est: $(4 \times 3) \times 2 = 4 \times (3 \times 2)$. L'ensemble des nombres entiers muni de la soustraction ou de la division, n'est donc pas un groupe puisque la première condition n'est pas remplie.

La seconde condition veut qu'il existe un élément neutre. On appelle élément neutre par rapport à la loi considérée un élément e qui, composé avec n'importe quel autre, ne le modifie pas; autrement dit tel que $a \cdot e = e \cdot a = a$. Si nous considérons

— Vous êtes des enfants ! s'écrie-t-il. Vous aviez mis nos têtes sur le billot et nous n'avez pas eu la force de faire tomber la hache. Nous sommes des enfants... mais des enfants progressifs. La corruption n'atteindra jamais nos âmes républi-caines...

Dressé dans le box, il semble si décidé que le Président, inquiet, croit bon d'intervenir :

— Ici, je vous arrête, s'écrie-t-il : dans votre propre intérêt.

— Vous ne me faites aucun tort, réplique Galois, j'avais fini.

Une demi-heure de délibération suffit aux jurés pour rendre leur verdict : non coupable. Mais, libéré aussitôt, le jeune homme ne restera pas longtemps libre.

Le 14 juillet 1831, à l'appel du parti républicain et malgré l'interdiction de tout cortège par Louis-Philippe, une troupe de 600 manifestants, bannières en tête, s'engage sur le Pont-Neuf. Au premier rang, Evariste Galois et son ami Duchâtelet. Ils ont revêtu l'uniforme d'artilleur de la Garde Nationale, portent ostensiblement une carabine et, plus discrètement, un poignard sous leur va-reuse.

Comme ils arrivent sur l'autre rive, un détachement de gardes municipaux s'avance, disloque le cortège, arrête les « meneurs ». Galois, le soir même, se retrouve à la prison de Sainte-Pélagie avec Duchâtelet, le général Dubourg et le général Dufour. Et il sera condamné, cette fois, à 9 mois de prison pour port illégal d'uniforme.

C'est là qu'il rédigera définitivement deux de ses grands mémoires, là qu'il

“théorie des groupes”

l'ensemble des couleurs, on peut définir une loi de composition par superposition des couleurs: le bleu plus le jaune donne le vert, etc. La loi est associative, car (bleu plus jaune) plus vert donne la même teinte que bleu plus (jaune + vert). Elle possède un élément neutre, qui sera un verre transparent car le rouge vu à travers un verre transparent est encore du rouge, de même le bleu, le vert, etc. Dans l'ensemble des entiers muni de l'addition, zéro est élément neutre car $a + 0 = a$; de même 1 pour la multiplication car $x \cdot a = a \cdot x = a$. Mais il n'y a pas d'élément neutre dans la soustraction, car il n'existe aucun nombre e tel que $a - e = e - a$.

Reste la dernière condition: tout élément a un symétrique. Dans un ensemble muni d'une loi de composition notée $*$, on appelle symétrique d'un élément a un élément a' tel que $a * a' = a' * a = e$, l'élément neutre. Dans l'addition, le symétrique de x est $-x$ puisque $x + (-x) = -x + x = 0$.

Dans la multiplication $\frac{1}{n}$ est symétrique de n puisque $n \times \frac{1}{n} = \frac{1}{n} \times n = 1$ (mais 0 n'a pas de symétrique et il faut alors l'éliminer).

On voit donc que l'ensemble de tous les nombres positifs, nuls, ou négatifs muni de l'addition est un

groupe. De même l'ensemble des nombres strictement positifs (c'est-à-dire que zéro est exclu) muni de la multiplication. De même l'ensemble des isométries d'un polyèdre de l'espace, l'ensemble des déplacements du plan, etc. Mais en fait, les découvertes géniales de Galois, d'Abel et de Cauchy qui menèrent à la théorie des groupes ont eu surtout pour avantage de faire progresser les mathématiques en étudiant non plus les éléments mathématiques sur lesquels se faisaient les opérations (tour à tour des nombres, des fonctions, des courbes, des polyèdres, etc.), mais les propriétés de ces opérations elles-mêmes. Ainsi on peut additionner des nombres, mais aussi des polynômes, des fonctions ou des couleurs. Ce qui importe, ce sont les propriétés de l'addition, qui ont conduit à une très large extension de cette opération puisqu'on note additivement (avec le signe +) les lois de groupes commutatifs. Pour le mathématicien en présence d'un ensemble muni d'une loi de composition, l'essentiel est de connaître les propriétés de la loi en question. Si c'est une loi de groupe, l'ensemble étudié aura au moins toutes les propriétés de la multiplication (celles de l'addition s'il est commutatif). Comme ces propriétés sont déjà très bien connues, on peut en déduire une foule de conséquences, et donc étudier des lois d'une extrême généralité. C'est là que réside tout l'intérêt des structures, qu'il s'agisse de groupes, d'anneaux ou autres.

apprendra un autre verdict, qui lui tenait plus à cœur que celui de la Cour d'Assises : celui de l'Académie des Sciences. De là il sortira, le 16 mars 1832, malade, pour la maison de santé du Dr Faultrier, 86, rue de l'Oursine, où il achèvera sa peine.

Il lui manquait, pour parfaire son destin, de connaître l'amour, — ce qu'il avait omis jusqu'ici, faute de temps. Un mois suffira pour le lui donner, avant de le lui ôter, presque d'un même élan.

« Comment se consoler, écrira-t-il à son meilleur ami, d'avoir épuisé en un mois la plus belle source de bonheur qui soit dans l'homme, de l'avoir épuisée sans bonheur, sans espoir, sûr qu'on est de l'avoir mise à sec pour la vie ? »

Qui est cette femme qu'il a rencontrée à la clinique de Faultrier et qui lui aura, un instant, fait croire au bonheur avant de le conduire, au petit matin, vers l'étang de la Glacière ? On ne sait rien d'elle et l'on ignore jusqu'à son nom. Comme s'il avait fallu que cette « infâme coquette » demeurât jusqu'au bout mystérieuse : véritable incarnation de la fatalité, messagère de mort.

L'instrument, ce sera sans doute l'ami Duchâtel, dans des circonstances dont on ne sait pas davantage. Il semble seulement que, pour le duel, l'un et l'autre s'en soient remis au hasard : celui de la roulette russe. Un pistolet est chargé. L'autre reste vide. Les deux armes sont tirées au sort. A vingt pas de distance, chacun appuie, au même moment, sur la gâchette. C'est Galois qui tombe, comme il n'en avait jamais douté.

« Adieu ! avait-il écrit dans l'une des lettres de sa dernière nuit, adressée « à tous les républicains ». Adieu ! J'avais bien de la vie pour le bien public ».

P. A.



LES LIVRES DU MOIS

La pendule française. Tardy. — 3^e partie: Les horloges des provinces françaises et les horloges et pendules étrangères. 228 p. 24×32, 900 documents, tables. 1964 F 45,00



Rappel: 1^{re} partie: De l'horloge gothique à la pendule Louis XV. 112 p. 24×32, 445 documents sur les horloges. Renaissance et les pendules Louis XIV à Louis XV. 1961.

2^e partie: De Louis XVI à nos jours. 170 p. 24×32, 700 documents sur les pendules Louis XVI, Directoire, Consulat, Empire, Louis XVIII, Charles X, Louis-Philippe, Napoléon III, 1900 et 1925; les cadans, aiguilles, ébénisterie, céramiques, bronzes, mouvements et échappements. 1963.

La pendule française. — Les trois parties décrites ci-dessus, ensemble F 120,00

Téléphériques et transporteurs aériens. Schneiger Z. (Traduit du polonais). — Historique des téléphériques. Caractéristiques techniques et classification des transporteurs à câbles. Problèmes économiques du transport par câble. Câbles. Statique et dynamique des câbles. Tracé. Installations de la ligne. Stations. Matériel roulant de téléphériques. Mécanismes de commande. Téléphériques spéciaux. Montage et contrôle technique des téléphériques. 602 p. 16×25, 374 fig., relié toile. 1964 F 76,00

Le jardin et son décor. Fleury M. — Organisation du terrain. Les portes. Les clôtures. Allées et escaliers. Terrasses et dallages. Murs, murets, talus. Bacs, potées et jardinières. L'eau au jardin. L'électricité au jardin. Les constructions. Les meubles de jardin. La décoration. Appendice: Les matériaux et leurs usages. Code civil. 256 p. 18×23, 104 photos, nombr. fig., cartonné. 1964 .. F 22,00

Calcul éclair grâce à la méthode Trachtenberg. Schroeder M. — A l'époque où machines à calculer et cerveaux électroniques révolutionnent les moyens scientifiques, voici enfin une méthode qui rénove entièrement nos conceptions du calcul mental et les adapte à la vie quotidienne moderne. A partir de quelques règles simples, la méthode Trachtenberg permet d'effectuer en un temps record les opérations les plus compliquées, de les vérifier et de déterminer infailliblement l'erreur qui aurait pu être commise. 96 p. 13,5×21. 1964 F 9,60

Statistique. Exercices corrigés. Labrousse Ch. — Tome I: *Elaboration et présentation des statistiques. Analyse statistique élémentaire*: Valeurs moyennes. Écarts. La concentration. Les indices. La corrélation. *Introduction à la statistique mathématique*: Introduction au calcul des probabilités. Premières notions de statistique mathématique. Annexe: Problèmes d'examen. 314 p. 16×25, 80 fig. 1965 F 22,00

Méthodes statistiques de l'ingénieur. Bowker A.H. et Lieberman G.J. (Traduit de l'américain par Vangrevelinghe G. et Bamas F.). — Distributions empiriques et histogrammes. Variables aléatoires et lois de probabilité. La loi normale. Autres lois de probabilité. Tests de signification. Test d'une hypothèse simple. Test d'une hypothèse paramétrique double. Estimation. Ajustements linéaires. Analyse de la variance. Etude des résultats de dénombrement. Le contrôle statistique de qualité: cartes de contrôle. Le contrôle sur échantillon. 516 p. 16×25, 160 fig., relié toile. 1965 F 94,00

Introduction au calcul analogique. Principes et applications. Truitt T.D. et Rogers A.E. (Traduit de l'américain par Callens P.). — *Principes et techniques du calcul analogique*: Introduction aux méthodes analogiques. Pourquoi employer des analogies? Éléments fonctionnels de calcul. Les mathématiques dans le calcul analogique. *Calculateurs analogiques universels*. Calculateurs analogiques en courant continu: éléments linéaires, éléments multiplicateurs. Calculateur analogique: générations de fonctions. *Emploi du calculateur analogique en courant continu*: Mesures et commandes. Programmation et problèmes. Applications. 408 p. 16×25, 258 figures, relié toile. 1964 F 58,00

Initiation à l'organisation et à la recherche opérationnelle. Muller Y. — Généralités sur les problèmes d'organisation. L'observation d'un domaine. Les méthodes d'études. Étude des domaines à un seul exécutant. Étude des domaines à plusieurs personnes. Organisation de la production dans un domaine complexe. Les phénomènes d'attente. La vie des équipements. L'étude des stocks. Les problèmes de transport et de trafic. Théorie de la décision. Tables. 350 p. 16×24,5, 148 fig., cart. 1964 F 67,00

Électronique et radioélectricité. *Thalmann G.*
 — Tome II: *Haute fréquence*: Le rayonnement électromagnétique. Les ondes hertziennes et leur propagation. Les circuits à haute fréquence. Les circuits couplés. Les éléments du circuit oscillant. La production d'oscillations. Les procédés de modulation. La détection. Des perturbations et de leur élimination. Les lignes de transmission et les antennes. L'amplification de haute fréquence. Le changement de fréquence. 342 p. 14×22, 421 fig. 2^e édit. 1964 F 41,00
Rappel: Tome I: *Basse fréquence* F 43,00
 Tome III: *Transistors, modulation de fréquence, instruments de mesures* F 37,00

Radio-amateurisme ondes courtes (*B.B. Technique Philips*). *Schaap J.* (Traduit du néerlandais). — Qu'est-ce que le radio-amateurisme? Composants des appareils pour amateurs. Récepteurs de trafic pour amateurs. Émetteurs pour amateurs. Systèmes de modulation. Antennes. Mesures et appareillages de mesure. Installation de la station de l'amateur. La pratique de l'émission. Projets pratiques de construction. 12 appendices. 186 p. 12×22, 130 fig., 8 planches photos, 4 dépliants, cart. 1964 F 33,00

Comprendre et organiser le traitement automatique de l'information. *Bernard J.* — Véritable cours, accessible sans aucune formation préalable, ce livre a précisément pour but d'enseigner progressivement l'organisation des traitements les plus complexes. *Comprendre*: La machine à traiter l'information. Un peu de technologie. Instructions et programmes. *Organiser*: Fichiers. Exploitation des fichiers dans les mémoires séquentielles, dans les mémoires à accès direct. Opérations de traitement. Étude du traitement d'une application donnée. Compléments et dispositifs technologiques. 424 p. 16×25, 193 fig. 1965 F 48,00

Construction du matériel photo. *Lambert Ch.*
 — Matériel de prise de vue. La chambre noire. Matériel de tirage. Les agrandisseurs. Les projecteurs. Techniques spéciales. 236 p. 13×20,5, très nombr. figures. 4^e édit. 1964 F 12,35

Manuel des industries thermiques (Co. S.T.I.C.). — Tome I: Chauffage. Fumisterie. Ventilation. Conditionnement d'air. — Généralités. Terminologie ; unités ; symboles. Thermodynamique. Mécanique des fluides. Transmission de chaleur. Physiologie. Thermique des bâtiments. Infiltrations ; ventilation naturelle. Déperditions. Charges frigorifiques. Combustibles ; combustion et sources de chaleur. Brûleurs ; avant-foyers ; alimentation en combustible. Chaudières ; générateurs d'air chaud. Conduits de fumée, tirage. Poèles, générateurs individuels. Chauffage: à air chaud, à vapeur basse pression, à haute pression et fluides spéciaux, à eau chaude. Radiateurs, conveuteurs, plinthes et corniches. Panneaux. Aérothermes, blocs-ventilateurs. Conditionneurs et appareils connexes. Tuyautes, pompes, accessoires. Isolation. Chauffage urbain. 648 p. 16×25, 278 figures, relié toile. 2^e édit. 1965 F 98,00

Éclairage (*B.B. Technique Philips*). *Favié J.W., Damen C.P., Hietbrink G. et Quaedvlieg N.J.* (Traduit du néerlandais par Cohu M.). — Radiations visibles et lumière. Concepts et unités. Réflexion, absorption et transmission. Sources lumineuses. La perception visuelle. Conditions d'un bon éclairage. Calcul du projet d'éclairage. Tables relatives aux questions d'éclairage. Exemples d'installation. 186 p. 16×25, 39 fig., relié toile. 1964 F 36,00

La charpente en bois, traditionnelle et moderne. *Labarrague P.* — Le bois: Structure, abattage, débit, cubage. Les bois de charpente. Débit, séchage, vices et défauts des bois. Conservation et protection des bois. Notions pratiques de géométrie. Résistance des matériaux: exemples de calculs. Géométrie descriptive appliquée. Les combles. Etude d'une ferme simple. Le trait de charpente. Les arrières. Les noues. Pannes et chevrons. Solives et planchers. Les empanons. Pans de bois. Etayage. La charpente moderne. Documentation sur la charpente moderne. Renseignements pratiques. 280 p. 13×19,5, 404 figures, 6 tableaux. 1965 F 22,00

Tous les ouvrages signalés dans cette rubrique sont en vente à la

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

24, rue Chauchat, Paris-IX^e - Tél. : TAI. 72-86 - C.C.P. Paris 4192-26

Ajouter 10% pour frais d'expédition.
 Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

UNE DOCUMENTATION INDISPENSABLE ►

CATALOGUE GÉNÉRAL

(9^e édition 1964), 5 000 titres d'ouvrages techniques et scientifiques sélectionnés et classés par sujets en 35 chapitres et 145 rubriques. 470 pages, 13,5×21. (Poids: 500 g) Prix Franco F 5,00



La librairie est ouverte de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture de samedi 12 h 30 au lundi 14 h.

Suggestions du mois

L'APPAREIL QUI FAIT LES PHOTOS EN COULEURS LES MOINS CHÈRES DU MONDE



0,07 F la vue
format 10 x 16
sur film de 16 mm
qualité égale au
24 x 36

APRÈS 400 PHOTOS LE PRIX DEVOTRE APPAREIL EST AMORTI

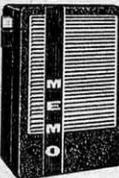
bobines de 45 à 300 vues
Montage en bande ou sur carton 5x5.

INDISPENSABLE, ÉCONOMIQUE pour: tourisme, microfilm, macrophoto. Documents scientifiques, éducatifs, commerciaux, industriels, etc.

Documentation illustrée PK 1 c. 1 F

Démonstration tous les jours

MUNDUS COLOR
71, bd Voltaire, Paris (11^e)
Métro-autobus : St-Ambroise



MAGNÉTOPHONES DE POCHE POUR ENREGISTREMENTS DISCRETS

« MEMOCORD »
4 pistes vitesse 4,75
1 h. d'enregistrement.
Prix: 495 + T.L. et piles

LE BLOC-NOTE SONORE « MINIFON »

Enregistreur double piste, 2 x 30 minutes d'enregistrement, le changement de piste s'opère par retournement du chargeur, micro extérieur avec cordon. Marche AV et AR rapides. Effacement, compteur. Arrêt automatique en fin de bande. PRIX : 1300 TTC

TALKIE-WALKIE JAPONAIS

Longue distance. Avec antenne incorporée jusqu'à 20 km. Avec antenne extérieure jusqu'à 40 km. Poids : 550 g.
Dim. : 40 x 70 x 175 mm.
Laissez les mains libres.
Prix et documentation détaillée sur demande.

Garantie totale UN AN

TOUS LES MAGNÉTOPHONES « STUZZI » à partir de 495.— TOUT LE MATERIEL JAPONAIS « NATIONAL »

Talkie-Walkies. Magnétophones. Pockets radio
LAMPE PORTATIVE A TRANSISTORS TUBE FLUO ÉCLAIRAGE PUSSANT
Alimentation : 9 piles 1,5 v ou batterie 12 v
Dimensions : 190 x 140 x 60 mm
PRIX 150,00
GARANTIE TOTALE

DÉPANNAGE DE TOUTES LES MARQUES

Documentation contre 0,50 en timbres

ASTOR ELECTRONIC
39, passage Jouffroy, Paris (9^e)
Tél. : PRO 86-75

Documentation illustrée PK 1 c. 1 F

PLUS DE PILES VENTE EXCEPTIONNELLE

de vulgarisation. Pour vous les faire connaître et apprécier: 50 000 éléments accumulateurs étanches.

CADNICKEL

L'élément 300 m A 3,50
» 500 m A 6,50
+ port 2 F

Petit chargeur 110/220 V en pièces détachées 10,00
+ port 3 F

CHARGEUR AUTOMATIQUE

110/220 V POUR ACCUS de voitures, camions, tracteurs, etc.

Charge: 5 A sous 6 V.

2,5 A sous 12 V.

Secteur: 110/220 V.

Coffret en tôle d'acier émaillé très robuste, redresseurs au silicium.

Valeur: 80 F
Remise 25%

PRIX NET: 60,00 + port 7,00.

AUTO TRANSFOS 110/220 V

40 W 10,00

80 W 12,00

100 W 14,00

150 W 18,00

+ Port 3,00

250 W: 26 + port 6

350 W: 30 + port 8

500 W: 36 + port 8

750 W: 48 + port 10 F

1 500 W: 85 F + Port 15 F.

2 000 W: 120 F + Port 15 F.

200 x 150 x 90 mm

4 octaves sur le clavier + 1 couplée en accompagnement.

16 timbres variés par commutation

« VARIÉTÉS »: 3 octaves + accompagnement sur 2 octaves graves couplées.

« CLASSIQUE »: 4 octaves avec possibilité d'unité de timbre sur le clavier.

Incorporés: vibrato réglable en fréquences et en amplitude. Pédale d'expression. Réglage de puissance. Écoute sur casque. Balance entre graves et aigus.

PRIX EXCEPTIONNEL: 2 500 F

FRANCE compact 88

CIBOT
RADIO

HAUTE
FIDÉLITÉ

• Amplificateur stéréophonique •

2 x 20 Watts. Très haute fidélité.



11 lampes + 4 diodes-double PP. Montage circuit imprimé. Sorties: 3-6-9 et 15 ohms. Transfo à grains orientés. Courbe de réponse: 30 à 40 000 p/s ± 2 dB. Distorsion harmonique: 0,5%. Coffret vermiculé noir. Face avant alu mat. Dim.: 380 x 315 x 120 mm.
KIT complet 513,58

En ordre de marche 1080,— F

Toutes pièces détachées Radio

Demandez notre Catalogue n° 104bis. CIBOT-RADIO - 1 et 3, rue de Reuilly, PARIS (12^e) Tél. DID. 66-90

NOUVEAUTÉ ORGUE ÉLECTRONIQUE POLYPHONIQUE



890 x 380 x 180 mm
4 octaves sur le clavier + 1 couplée en accompagnement.

16 timbres variés par commutation

« VARIÉTÉS »: 3 octaves + accompagnement sur 2 octaves graves couplées.

« CLASSIQUE »: 4 octaves avec possibilité d'unité de timbre sur le clavier.

Incorporés: vibrato réglable en fréquences et en amplitude. Pédale d'expression. Réglage de puissance. Écoute sur casque. Balance entre graves et aigus.

PRIX EXCEPTIONNEL: 2 500 F

FRANCE compact 88

EXTRA-PLAT: 350 x 200 x 80 mm
2 x 8 watts

16 transistors 8 diodes, 2 VU-MÈTRES

Courbe de réponse: 10 à 50 000 Hz ± 1 dB.

Distorsion inférieure à 1% à 8 watts.

Corrections: ± 14 dB à 40 Hz.

± 15 dB à 10 KHz.

Entrées: PU tête magnétophonique - 5 mV - Tuner 500 mV. Micro 0,5 mV. Prise monitoring. Sortie HP de 2,5 à 15 Ω. Sortie 3^e canal: 15 Ω.

Peut s'alimenter sur batterie 28 V.

EN ORDRE DE MARCHE, 560 F MFHIFI DIGEST. Tout ce que vous devez savoir avant de choisir 200 p.: 7,00

MAGNETIC-FRANCE
RADIO Paris

175, rue du Temple, Paris (3^e)
ARC 10-74 - C.C.P. 1875-41 Paris

Métro: Temple-République.

Ouvert de 10 à 12 h et de 14 à 19 h.

Fermé: Dimanche et lundi.



PRO-MAZOUT dans le fuel et votre chauffage n'enrassie plus du tout ! Pro-Mazout supprime suie et fumée. Pro-Mazout améliore la combustion et élimine les odeurs. Un flacon pour votre hiver: 7,90 F. Vente: quinc, drog., gr. magasins, négoc. en combustibles. Pro-Combur, 152, Ch-Elysées, Paris 8^e.

Science et vie Pratique

GRANDIR
LIGNE, MUSCLES
 grâce au nouveau procédé breveté du célèbre Docteur J. Mac ASTELLS. Allong. 8-16 cm taille ou jambes seules. Transform. d'embonpoint en muscles parfaits. Prix : 16 F. Résultat rapide, garanti à tout âge.

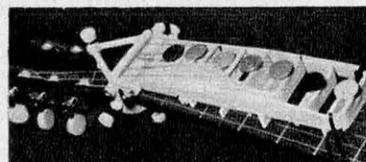
GRATIS

2 broch. : « Comment grandir, se fortifier et maigrir ».

AMERICAN W.B.S. 6
 Bd Moulins, Monte-Carlo.



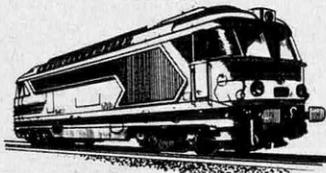
ACCOMPAGNEZ-VOUS
 immédiatement
A LA GUITARE!...



claviers accords s'adaptant à toute guitare. Grand choix de guitares.
LA LICORNE, 6, rue de l'Oratoire,
 PARIS (1^{er}). - CEN 79-70.
 Doc. sur demande (2 timbres).

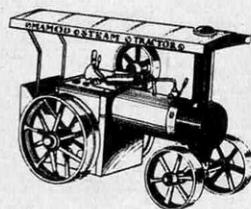
LE PLUS GRAND CHOIX LES PLUS RÉCENTES CRÉATIONS

TRAINS



MARKLIN - HORNBY - JOUEF

Tout le matériel roulant, les accessoires et la décoration de réseaux.



AUTOS



pour circuits routiers électriques
JOUEF, SCALEXTRIC, CIRCUIT 24

JOUETS SCIENTIFIQUES

LOCO TRACTEUR à vapeur - moteurs à vapeur, électriques, et les sensationnels coffrets **PHILIPS** montages électroniques.

AVIONS



Modèles volants
 • à moteur à réaction
 • à moteur à explosion
 • à moteur caoutchouc

Modèles d'exposition
 Planeurs — Fusées, etc.



sont présentés dans notre
DOCUMENTATION GÉNÉRALE N° 22

130 pages — 1 000 illustrations

— Envoi franco contre 3 F —

A LA SOURCE DES INVENTIONS

60, boulevard de Strasbourg — PARIS - 10^e

Magasin PILOTE

tous les jouets scientifiques et accessoires.

Conseils et service après-vente

ALLIANCE CHRÉTIENNE

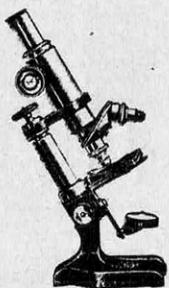
met en relation les personnes **CATHOLIQUES** qui désirent réussir leur **MARIAGE**. Envoyons sous pli discret, sans engagement, document et renseignem. sur Étude Prénuptiale. **ALLIANCE CHRÉTIENNE**, 10, av. de Joinville, **NOGENT-S-MARNE** (Seine). Divorcés s'abstenir.

SI VOUS RECHERCHEZ UN BON MICROSCOPE D'OCCASION

adressez-vous en toute confiance aux **Établ. Vaast**, 17, rue Jussieu, Paris (5^e)

Tél. GOB. 35-38. Appareils de toutes marques (biologiques, enseignement) garantis sur facture.

Accessoires et optiques (objectifs, oculaires).



LOCATION DE MICROSCOPES

ACHAT-ÉCHANGE

Liste S.A. envoyée franco.
 (Maison fondée en 1907)

Oh! La BELLE CARRURE

C'est si facile de l'obtenir avec

V I P O D Y

En 1 mois, en vous divertissant 5 minutes par jour, **VOUS DEVIENDREZ UN AUTRE HOMME**. Dès aujourd'hui saisissez l'occasion de parfaire votre physique. Une nouvelle vie vous attend. Beauté musculaire, Prestance, Force, Dynamisme, vous pouvez l'acquérir avec **VIPODY** (l'appareil aux 23 brevets). Faites confiance à des spécialistes, nous sommes, dans ce domaine, la plus grande organisation mondiale. **VIPODY** est notre dernière création.

À chaque exercice, un cadran à signal lumineux vous annonce le progrès réalisé. Chez soi, en voyage, à la caserne, en plein air, sans aucune installation, tout le monde (adolescents, adultes : hommes ou femmes) peut l'utiliser grâce à son embrayage à double rapport. Emploi facile, léger, peu encombrant et peu coûteux, **VIPODY** est indispensable pour votre esthétique. N'attendez plus, demandez notre brochure gratuite, sans engag., avec réf. médicales et sportives.

DISTRIBUTEUR OFFICIEL

VIPODY BS - 1, Raynardi, NICE

Science et vie Pratique



GRANDIR

Augmentation rapide et GARANTIE de la taille à tout âge de PLUSIEURS CENTIMÈTRES par l'exceptionnelle Méthode Scientifique « POUSSÉE VITALE » diffusée depuis 30 ans dans le monde entier (Brevets Internationaux). SUCCÈS, SVELTESSE, ÉLÉGANCE. Élongation même partielle (buste ou ambes). DOCUMENTATION complète GRATUITE sans eng. Env. sous pli fermé. **UNIVERSAL** (C. 10), 6, rue Alfred-D.-Claye - PARIS (14^e)



DANS E Z . . .

Loisir de tout âge, la Danse embellira votre vie. APPRENEZ TOUTES DANSES MODERNES, chez vous, en quelques heures. Succès garanti. Notice c. 2 timbres. **S.V. ROYAL DANSE** 35, r. A. Joly, VERSAILLES (S.&O.)

SOCIÉTÉ VIDEO

enquêtes
recherches
filatures

enquêtes avant mariage
enquêtes commerciales
surveillance-gardiennage
6, rue de la Bienfaisance
PARIS (8^e)
Tél. 522 15-60 et 57-52



Avec

VIPODY

acquérez
TRÈS VITE
sans perdre
un TEMPS
PRÉCIEUX

LA PUISSANCE MUSCULAIRE ET LA FORCE

Dans les conditions les plus agréables (cet extraordinaire appareil est léger, peu encombrant, peu coûteux), VIPODY vous donne rapidement : poigne de fer irrésistible, biceps et pectoraux puissants et la FORCE qui fera de vous un homme sûr de lui, de son pouvoir, admiré par les femmes, respecté par les hommes. Brochure GRATUITE « Triplez vos forces » et attestations. Discr., sans engagement. Écrivez dès aujourd'hui !

VIPODY X-1

6, rue Alfred-D.-Claye, PARIS-14^e.



DANS 5 MOIS
VOUS AUREZ UNE
BONNE SITUATION
comme COMPTABLE,
ou SECRÉTAIRE,
grâce à la célèbre
Méthode de formation
professionnelle
accélérée de L'ÉCOLE PRATIQUE
DE COMMERCE PAR CORRESPONDANCE à Lons-le-Saunier (Jura).

● Demandez le Guide n° 961 et la liste des situations offertes cette semaine à Paris, en Province, Outre-Mer, envoyés gratuitement.



Constructeur à THANN (Haut-Rhin).

DESSINEZ
à la perfection,
immédiatement.
Copiez - Réduisez - Agrandissez tout sans
effort. Demandez
Brochure gratuite
« Le miracle du
REFLEX » à
C.A. FUCHS,
Constructeur à THANN (Haut-Rhin).

MICROSCOPES D'OCCASION

RECONSTRUIS ET GARANTIS
SUR FACTURE

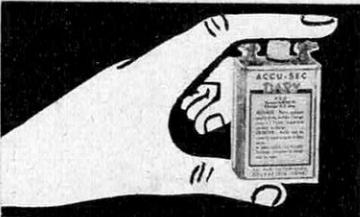
Mono - et
Binoculaires
(Agriculture,
Biologie,
Enseignement,
Contrôles
industriels)
Lampes.
Objectifs.
Oculaires.

Tarif franco



ACHAT -
ÉCHANGE - LOCATION
JOURDAN, 107, r. Lafayette, Paris
Maison fondée en 1860

LE PLUS PETIT ACCU



léger, irrenversable,
petit chargeur adapté

Doc. « MODÈLE RÉDUIT » franco

DARY

40, rue Victor-Hugo
Courbevoie (Seine)



GRANDIR
RAPIDEMENT de plus. cm ELONGATION de tout le corps avec **NOUVEAU MOYEN** scientif. (brevet 24 pays). Méthode ou appareil **GARANTI**, sans risque. Sans engag. Demandez notre **AMERICAN SYSTEM** avec réf. **MONIALES** Gratis. Pli fermé. **OLYMPIC**, 66 - Raynardi, NICE

GRATUITEMENT

- le coiffeur demain chez vous pour toute la famille
- plus d'attente, toujours net et propre grâce à **HAIR CLIP**

vos garanties :

- trois millions d'Américains l'ont adopté
- mode d'emploi détaillé
- si pas satisfait, retour dans les 5 jours, argent remboursé

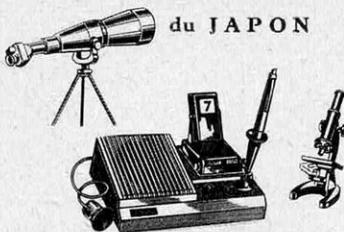
Envoi contre remboursement → **11,80 F** +
Prix de lancement → **11,80 F** +
(port gratuit par envoi de 2 appareils)

Achat récupéré en 4 coupes de cheveux

Demandez-le tout de suite à

« HAIR CLIP », 16, rue Lepelletier, LILLE — Serv. 66
Cadeau-surprise aux mille premières demandes
Distributeurs régionaux demandés





du JAPON

Télescopes - Microscopes - Amplificateurs téléphoniques - Interphones, etc.

Tout le matériel électronique

Catalogue contre 2 timbres-poste
ÉLECTRONIQUE MONTAGE,
111, bd Richard-Lenoir, PARIS (XI^e)
ROQ. 29.88.

ORGANISME CATHOLIQUE DE MARIAGES

Catholiques qui cherchez à vous marier, écrivez à

PROMESSES CHRÉTIENNES
Service M 2 - Résidence Bellevue,
M E U D O N (Seine-et-Oise)
Divorcés s'abstenir

CHAMPIGNONS DE PARIS

Cultivez-les en toutes saisons dans cave, cour, jardin, remise ou en caissettes, avec ou SANS fumier. Culture simple à portée de tous. Bon rapport. Achat récolte assuré. Documentation d'Essai gratis. Écrire : Éts CULTUREX, 91, VETRAZ-MONTHOUX (H.-Sav.)



SACHEZ DANSER

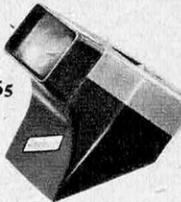
La Danse est une Science vivante. Apprenez chez vous avec une méthode conçue scientifiquement. Notice contre 2 timbres.

Ecole S.V. VRANY
45, rue Claude-Terrasse,
Paris (16^e)

Un VÉRIFICATEUR de mise au point pour agrandisseur.

Une VISION-NEUSE sans pile, sans lampe... c'est l'**AMPLISCOPE 65**

Chez tous les négociants Photo. Documentation à **MÉCANIPHOT**
rue de l'Industrie, POLIGNY (Jura).



POUR VOS EXPÉRIENCES

de chimie, physique, bactériologie... tous produits par ptes quantités aux Ets **BOURRET** - PARIS 7^e (four-nitures gles pour laboratoires) 6, rue St-Dominique - Sol. 98-89 - ouverts Samedi - 5 % sur prix magasin. Documentation gratuite sur demande.

CHEZ J. MULLER

14, rue des Plantes, PARIS (14^e)
FON. 93-65 - CCP Paris 4638-33

PROJECTEUR

5 x 5

En "Kit", 80,00
franco ...
Monté, franco ... 105,00

Documentation contre 2 timbres à 0,30.

GRAND, FORT, SVELTE

Grâce à mon Système breveté vous grandirez encore de 8-16 cm et transformerez embonpoint en muscles puissants. Allong, taille ou jambes seules. Renfort des disques vertébraux.

PRIX : 16 F. Succès vite et garanti à tout âge. Hommes, femmes, enfants GRATIS 2 descrip. illustr. Ecrire à Inst. International Dr NANCIE-LIEDBERG
S. 10 - Rue V. M. Vins STRASBOURG



POUR DANSER

en qq. heures, en virtuose, ttes les danses, sensationnelle méthode croquis imprimés. Vs apprendrez seul, chez vous, en secret, sans musique mais en mesure. Timidité supprimée. Notice S.C. contre enveloppe timbrée portant votre adresse.

COURS REFRANO (Sce 6) B.P. n°30 BORDEAUX-SALINIERES

Cours dynamique pour jeunesse moderne
Courrier clos et sans marques extérieures.



Quels que soient votre âge, votre taille, votre forme, vous découvrirez en 15 minutes seulement, ce que sont les techniques de défense des "mârines" et des agents du F.B.I.

Bien plus efficaces que le Judo et le Karaté réunis, ces méthodes vous rendront imbattables ; vous en finirez rapidement avec ceux qui pourraient s'attaquer à vous et aux vôtres ; même plus lourds, même plus forts, ils n'auront plus aucune chance !

Si vous voulez vraiment posséder la maîtrise de cet **implacable** système de défense, faites vous adresser, par Joe Weider, le célèbre instructeur des corps d'élite américains, l'étonnante brochure d'introduction. Finis les jambes de coton et les risques de défaite !

Dès aujourd'hui, demandez cette brochure **entièrement gratuite** qui changera secrètement votre vie en écrivant à Joe Weider, chez Sodimonde (salle 149) av. Otto, 49, Monte-Carlo. (En Belgique : 422 ch. de Boom, Anvers) Ca ne vous engage absolument pas.

Éts Jacques S. Barthe - 53, rue de Fécamp - Paris 12^e - Did. 79-85

SPÉCIALISTE DE LA HAUTE FIDÉLITÉ

Du plus simple électrophone

à la chaîne Hi-Fi la plus complète,

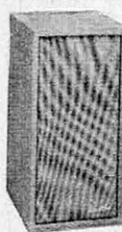
BARTHE = QUALITÉ

3 noms :

LENCO-BARTHE-TANDBERG



Électrophones BARTHE, 6 modèles de grande classe. Modèles agréés par le Ministère de l'Education Nationale



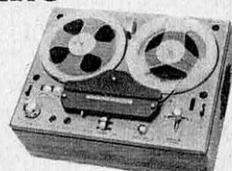
4 modèles d'enceinte acoustique.



Tourne-disques suisses LENCO, professionnels, semi-professionnels et amateurs.



Amplis BARTHE, Haute fidélité monau et stéréo.



Magnétophones TANDBERG, réputation mondiale, modèles agréés par le Ministère de l'Education Nationale.

Science et vie Pratique



1 800 à 2 500 F

PAR MOIS, salaire normal du Chef-Comptable. Pour préparer chez vous, vite, à peu de frais, le diplôme d'Etat demandez le **nouveau** guide gratuit n° 14. « Comptabilité, clé du succès »

Si vous préférez une situation libérale, lucrative et de premier plan, préparez

L'EXPERTISE COMPTABLE

Ni diplôme exigé, ni limite d'âge. NOUVELLE notice gratuite n° 444 envoyée par

L'ÉCOLE PRÉPARATOIRE D'ADMINISTRATION

PARIS, 4, rue des Petits-Champs.

GRANDIR



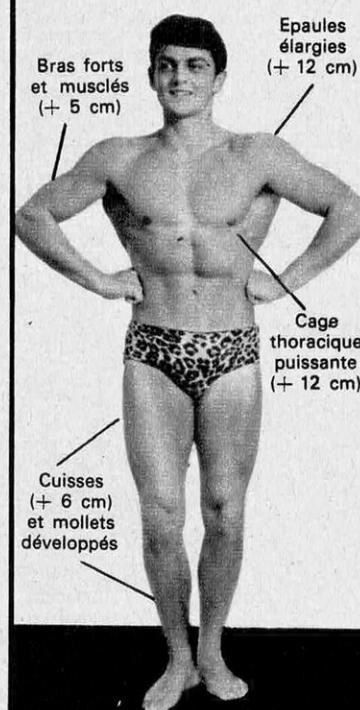
VOUS LE POUVEZ ENCORE de 10 à 20 cm. Procédé d'elongation et appareil ostéopratique breveté. Donne aussi **FORCE** et **MUSCLES** à Monsieur **ELEGANCE** et **SVELTESSE** à Madame. Envoi à l'essai. Notice gratuite (sous pli fermé 4 timbres). Ecrire: **INVENTIONS PRATIQUES** Serv. 145 - ANNEMASSE (Hte-Savoie) France.

DANSEUR

Vous aussi ! vous devrez devenir un excellent danseur - en qq. heures avec notre méthode perfect., facile, très illustr. (Twist et toutes les danses modernes). Doc. sur dem. contre 2 timbres.

UNIVERSAL DANSE (E 8)

6, r. Alfred-Durand-Claye, PARIS-14^e



EN UN MOIS UNE MÉMOIRE ÉTONNANTE

« Rien ne peut disparaître de l'esprit... Tout le monde peut et doit se faire une bonne mémoire », disait déjà le professeur G. HEMON dans son traité de psychologie pédagogique.

La nouvelle méthode MEMO-TRAINING n'a rien de commun avec les méthodes habituelles. Elle SEULE est basée sur ce principe nouveau, à la portée de tous et même des enfants, qui rend l'étude plus facile et plus rapide : tout en développant la mémoire au maximum, elle balaye l'émotivité qui paralyse et brouille les idées, augmentant ainsi d'une façon incroyable la puissance de travail et même l'autorité.

Sur simple demande, accompagnée de 3 timbres, le C.E.P. (Serv. KM 13), 29, avenue Saint-Laurent à Nice, vous enverra gratuitement, sous pli fermé, son passionnant petit livre « **Y a-t-il un secret de la réussite ?** ». Nombreuses références dans les milieux de l'Enseignement.

SENSATIONNEL ! JAGUAR TRAVELLER-KIT



La première trousse de voyage au monde qui contient :

- * Le Rasoir pour Homme
 - * Le Rasoir pour Dame
 - * La Brosse de massage de la tête
 - * La tête de massage du corps (Vibromasseur)
 - * Deux brosses à dents automatiques
- Moteur actionné par simple pile

79 F (pile comprise)

Cette combinaison unique en son genre, c'est votre institut de Beauté portatif, contenu dans un joli coffret, qui permet, à vous Monsieur, à vous Madame, d'être élégants et soignés partout, à tout moment, en quelques secondes.

R. DUVAUCHEL
49, rue du Rocher, PARIS-8^e
Téléphone : 522-59-41

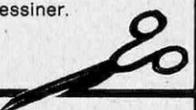
devenez un autre homme en un temps record ...

Pour être viril, sain et résistant, il vous faut un corps en pleine forme et santé, non seulement sur un plan physique — pour résister aux efforts de la vie courante — mais sur le plan psychologique — pour avoir l'esprit libre de complexes. Grâce à la méthode « SH », vous deviendrez un autre homme en un temps record ! Simple, naturelle, efficace, la méthode « SH » (Sculpture Humaine) fait de vous en trois

GRACE A LA MÉTHODE SH

En trois mois, chez vous, vous façonnerez votre nouvelle anatomie qui vous autorisera tous les succès professionnels, sportifs, sentimentaux. Ne courez pas le risque stupide de rester toute votre vie un être chétif, demandez aujourd'hui même, à l'aide du bon ci-contre, la documentation « **Comment multiplier votre capital force et santé** » et vous serez prêt à devenir un autre homme en un temps record.

mois un homme puissant et musclé, que les autres hommes respectent... et que les femmes admirent. Tout en vous respirera la tranquille assurance et la beauté plastique. Vous serez étonné vous-même de voir vos muscles « pousser » et prendre forme, vos épaules s'élargir, vos bras et vos cuisses se développer, votre poitrine s'épanouir, votre abdomen se dessiner.



BON pour une documentation à envoyer au Club SCULPTURE HUMAINE, service E 10

30, boulevard Princesse-Charlotte MONTE-CARLO (BC 171)
Belgique : 60, rue Eugène-Smits, BRUXELLES
Suisse : 42, chemin de Rovérez, LAUSANNE

Nom _____

Adresse _____

Ci-joint 3 timbres pour expédition

PETITES ANNONCES

2, rue de la Baume, Paris 8^e - ELY 78-07

TARIF : La ligne 6,50 F, taxes comprises. Règlement comptant. CCP. PARIS 5601-16.

PHOTO-CINEMA

Au service de l'Amateur depuis 27 ans
Spécialiste
de la Vente par Correspondance

LA MAISON DU FILM

vous propose à Prix imbattables
une sélection PHOTO - CINÉ - SON
Prix Export : Sac Appareil Photo compris

France Export

Agfa Iso Rapid I	46	—
Silette Record	296	—
Parat I (18 x 24)	122	130
Edixa Flex	510	405
Focasport 2,8	112	115
Exakta Varex IIb, Domip.	845	645
Exa II Méritar dépoli uni	463	350
Yashica Campus télém.	409	300
Yashica Lynx télém.	554	400
Réflex J3 Yashica	1 160	980
Rétina IF Xenar 2,8	399	390
Nikon F Reflex Nikkor 1,4	1 997	1 500
Polaroid 100 Auto	1 200	965
Rolleiflex T Tessar 3,5	900	760
Adox 800 M télécommandé	370	—
RobD61 s.-auto et Robmatic	330	280
Sfom 430-300 W	200	160
Braun DIO 110 et 220 V	190	142
Braun D6 Visionn.-project.	139	100
Braun D20 auto 300 W	449	—
Beaulieu MAR8 G aut.-Zo.	1 772	1 310
Beaulieu MR 8G Zoom	1 167	950
Beaulieu MCR 8G Z. cel.	1 426	1 140
Gevatic Carena II	733	585
Comète auto 8 mm	348	270
Auto-Camex, cell., zoom	1 347	1 077
Yashica 8 UP Zoom	1 250	965
Cinégal GS 8 10 V 50 W	320	265
Cinégal GS 8 10 V 100 W	360	300
Rex AT prise synchro	720	—
Heurtier P6-24 muet	607	—
Noris Super 200 auto	760	590
Paillard 18/5 auto 20 mm	760	655
Grundig TK 2	460	350
Lewé Opta 414	730	595

Bandes magnétiques
OCCASION

360 m s/bobine plastique 13 —
750 m sur galette 24 —
autres dimensions : demandez tarif

Service après-vente

Catalogue n° 27 contre 2 F en Timbres
remboursables au 1^{er} achat - Devis gratuits.

LA MAISON DU FILM

C.C.P. PARIS 319-26

104, avenue de la République
MONTGERON (S.-et-O.)

Tél. : 922.55.11. - Succursale :
10, rue Caumartin, PARIS (9^e),
Tél. : OPE. 81.17

DIAPPOSITIVES - COULEUR TERRE SAINTE

Mise en vente le 15 janvier
Série de 155 diapositives couleur 24 x 36,
montées 5 x 5, présentées en coffret-clas-
seur Jemco et accompagnées d'une impor-
tante relation historique.

Tirage limité et numéroté. — Prix : 85 F.
Encore disponibles dans la même col-
lection : Au pays des Croisés, Grèce,
Au pays des pharaons, Italie.

Doc. et 2 vues spécimen contre 4 timbres.

FRANCLAIR-COLOR
TURCKHEIM (Haut-Rhin)

PHOTO-CINEMA

CINE PHOTO LOEWEN

2 bis, rue Dupin - BAB 57-39
PARIS (6^e) Face Bon-Marché

SPÉCIALISTE 100% PAILLARD

Agent Officiel :

ADOX, AGFA, BEAULIEU, KODAK,
BELL-HOWELL, FERRANIA, LEITZ,
GRUNDIG, TESSINA

Quelques prix :

Caméras :

Paillard S I	1 220
Paillard P 3	1 200
Bell-Howell 315 Zoom	760
Beaulieu MAR 8 Zoom	1 660
Beaulieu MCR 8	1 440
25 % Remise sur toutes Caméras Beaulieu	

Projecteurs :

Paillard 18/5 Auto Zoom	880
Paillard 18/5 Auto 20 mm	760
Beaulieu Auto	800

Lanternes 24 x 36 :

Adox 800 M	390
Adox 300 M	320

Documentation gratuite

Expédition FRANCO par toute la France

CONSULTEZ
NOTRE SERVICE OCCASIONS

IMPRESSION PHOTOMÉCANIQUE

de vos documents comprenant dessins ou
photos, texte dactylo ou typographique de
50 à 20 000 exemplaires. C'est l'affaire de :

HENNEQUIN OFFSET

4, rue Poincaré, SARREGUEMINES (Mos.)
Tarif et documentation sur demande

Ets MAILLARD

PHOTO - CINE - SON
ACHAT - VENTE - ECHANGE

46, rue de Provence, Paris 9^e

Tarif N/prix

Bauer 88 R Zoom auto poignée	1 682	1 250
Projecteur 24 x 36 Pico N 12	265	210
Agrandisseur Maillard "S" 24 x 36	420	315
Magnétophone Philips EL 3548	920	730

EXCEPTIONNEL !

RASOIR « BRAUN SIXTANT »
110/220 V livre avec coffret .. 162

120

Catalogue gratuit sur demande. Listes
occasions contre 0,25 F.

EXPÉDITIONS RAPIDES

Contre remboursement (pour la
France seulement). Règlement par
chèque, mandat, virement à notre
C.C.P. n° 6218-18, Paris.

Nous vous invitons vivement à nous rendre
visite pour vous présenter notre large
gamme de matériels et vous guider dans
votre choix. Un personnel compétent est
à votre disposition tous les jours de 9 h 30
à 19 h sauf dimanche (Métro Chaussée-
d'Antin)

PHOTO-CINEMA

Les meilleures conditions sur toutes les
grandes marques d'appareils photo, cinéma,
projecteurs, accessoires, ainsi que de films
et pellicules noir ou couleurs.

Consultez notre rubrique exception-
nelle :

Prix courants avec légers bénéfices.

QUELQUES SPÉCIMENS :

EXCEPTIONNEL

F

Dignite Dacora Prontor	250	télé	190
Super Dignite LK, cellule	250		
Super Dignite E8, cellule, télé	300		
Rétinette IA	180		
Rétinette IB	275		
Kodak Supermatic 24 x 36 (500)	580		
Colora Zeiss	125		
Colora Zeiss Flash	150		
Contina LK Zeiss	300		
Contessa LK	390		
Contessa LKE	450		
Contessamat Zeiss	335		
Contessamat Zeiss SE	440		
Contessamat Zeiss SBE	630		
Contaflex Super B	1 080		
Contarex DM Planar 2	2 100		
Focamatic étui	200		
Kodak Ciné Brownie 8 mm	145		
Bell-Howell 390	350		
Bell-Howell 8 mm Zoom, 315	700		
Bell-Howell 315 P Z DM	900		
Bell-Howell 418 Reflex Zoom, Chargeur et Poignée	1 300		
Eumig S2	370		
Eumig S3	500		
Eumig C5	920		
Eumig C6	740		
Moviflex Super Zeiss 8 mm	2 500		
Rollei-16 en coffret	900		
Camera Bauer 88 R	1 175		
Camera Bauer Electric 88	760		
Réalt 24 x 36 Cady semi-auto	250		
Prestinox automatique complet	340		
Prestilux auto	450		
Malik 302	230		
Elysée 300 W 6 x 6, 24 x 36	270		
Eumig auto, Novo DM, valise	620		
Eumig Phonomatic Novo, valise	700		
Keystone 8/K 774 Zoom	600		
Polaroid 100	1 000		
Braun électronique F 65	300		

LES AFFAIRES DU MOIS

Rolleicord 6 x 6 V B Etui prêt	630
Ercsam Rex Zoom DM	680
Bell-Howell projecteur DM 266	680
Retina Reflex III 2,8	840

FILM QUI PARLE

28, rue Danielle-Casanova, PARIS (2^e)
(coin rue de la Paix). RIC. 84-11.

Adresser correspondance : 2, r. de la Paix,
Paris (2^e). - Timbre pour réponse.

Nous ne sommes pas une Maison à
catalogues, mais nous pouvons répondre
à toutes fournitures, marques et
matériels non annoncés.

VOTRE DEUXIÈME APPAREIL PHOTO

toujours dans la poche, poids 85 gr

COFFRET CADEAU :

un appareil STYLOPHOT, un étui,
un film couleur, développ. compris,
un accessoire gratuit. Prix : 63 F.

Documentation gratuite :

CHEDEX, 31, rue Tronchet, PARIS (8^e).

PETITES ANNONCES

2, rue de la Baume, Paris 8^e - ELY 78-07

TARIF : La ligne 6,50 F, taxes comprises. Règlement comptant. CCP. PARIS 5601-16.

PHOTO-CINEMA

ACHÈTE CHER et au comptant appareils photo-ciné. Exposition permanente de matériel neuf vendu au plus bas prix au comptant ou à crédit et d'occasions sélectionnées et garanties. **ACHAT-VENTE - ÉCHANGE, NEUF - OCCASION. REPORTERS RÉUNIS**, 45, rue R.-Giraudineau, VINCENNES. Pas de transactions par correspondance mais à votre service pour tous renseignements à notre magasin (fermé lundi) ou à DAU 67-91.

OFFRES D'EMPLOI

Pour connaître les possibilités d'emplois à l'étranger : AUSTRALIE, CANADA, AFRIQUE, EUROPE, hommes et femmes, toutes professions, demandez notre documentation : **FRANCE-VIE** (Service SC), B.P. 291-09, PARIS. (Joindre envoi à votre adresse.)

BREVETS

Préparation et dépôt de

BREVETS D'INVENTION

(France - Étranger)

Cab. PARRET 1, r. de Prague, PARIS (12^e)

UN BREVET D'INVENTION EST UN ACTE DE PROPRIÉTÉ, il doit être déposé par un Ingénieur Conseil pour vous assurer toute garantie. Conseils bons à suivre. Recherches d'antériorité tous pays.

LIAISON O. TOURNAY

Ingénieur, L. es-S.
151, avenue de la République, Montrouge,
(Seine) France.

Une demande de BREVET D'INVENTION

peut être déposée à tout âge. Jeunes comme vieux, vous pouvez trouver quelque chose de nouveau.

Autour de vous, dans votre profession, partout il y a une mine inépuisable de choses nouvelles à breveter. Vous en avez certainement déjà trouvé, et c'est un autre qui en profitera si vous ne protégez pas vos idées. Pendant VINGT ANS vous pouvez bénéficier de la protection absolue et toucher des redevances parfois extraordinaires pour une petite invention ou un simple perfectionnement d'un objet usuel. Demandez notre notice 49 contre deux timbres. Elle vous apportera une foule de renseignements intéressants.

ROPA - BOITE POSTALE 41 - CALAIS

COURS ET LEÇONS

Leçons particulières MATHÉMATIQUES, PHYSIQUE, CHIMIE, par élèves-ingénieurs ÉCOLE DES MINES. Entrée Mines, 60, bd St-Michel, Paris (5^e). M. Babusiaux, tél. : ODE 90-70 (12 à 14 h et soir).

COURS PRATIQUE DE CARACTEROLOGIE

documentation « VI » GRATUITE
J. CHARTIER, BP.18, FERTE-ALAIS
(S. et O.)

COURS ET LEÇONS

DEVENEZ CINÉASTE

CHASSEUR D'IMAGES « 3-D »

Initiation rapide assurant gros gains où que vous habitez. Doc. 2 timbres. CINECO (S1), 50, rue Châteaudun, Paris.

EXAMENS COMPTABLES D'ÉTAT
Préparation spéciale par correspondance C.A.P., B.P., PROBATOIRE, documentation SV et programmes officiels contre 4 F en timbres sur demande à E.P.C.C. **RODEAU**, 22, r. Treyeran BORDEAUX-CAUDERAN.

DESSIN INDUSTRIEL

une carrière bien rémunérée
Les praticiens d'un Bureau d'Études ont créé pour vous une méthode inédite d'enseignement par correspondance.
Préparation au CAP de Dessinateur en 40 semaines.

DESSIN ET TECHNIQUES D'OUTILLAGE

Bureau d'Études

23, rue de Neuilly - CLICHY - (Seine)

COURS PROFESSIONNELS

Enseignement par correspondance.

Section A : Cours photo; Prise de vues; Laboratoire Retouche pos. et nég.

Section B : Mécanicien-Électricien auto; Dieséliste; Mécanicien cycles et motocycles.

Section C : Monteur électrique; Bobineur radio-télévision, électronique; Frigoriste.

Section D : Méc. Génér. Ajusteur, Tourneur, Fraiseur, Chaudronnier.

Section Commerce : Aide-Comptable, Compt. Comm., Finance, Ind., Employé de bureau, de banque, Secrétariat.

Rens. grat. (spécifiez section) à

DOCUMENTS TECHNIQUES

(Serv. 7). B.P. 44 SAINT-QUENTIN

(Aisne)

Écrivez considérablement plus vite avec

LA PRESTOGRAPHIE

La sténo française, anglaise, espagnole, allemande et italienne apprise en une journée seulement. La méthode pour les 5 langues 11 F, documentation 1 timbre. **Harvest** (2), 44, rue Pyrénées, Paris (20^e).

Vous pouvez vous créer, Mademoiselle, une situation enviable ! Par correspondance chez vous, en quelques mois, sans quitter votre emploi, vous deviendrez

SECRÉTAIRE MÉDICALE

ou ASSISTANTE MÉDICALE

Documentation 581 cont. 3 timbres,

COURS MEDICA ÉCOLE SPÉCIALISÉE 9, rue Maublanc, PARIS (15^e). Placement des Élèves.

LE LATIN

FACILE - CAPTIVANT

avec la

MÉTHODE STRUCTURELLE

rens. c. env. timb. à R. HERCOURT
Profess., 52, Cours d'Albret, BORDEAUX

COURS ET LEÇONS

Échec touj. cher... Ms les livres-guides

DÉPANNEURS - ENTRAINEURS

REMBOURSÉS SI RETOURNÉS

MATH ANIMÉES

Class. Mod. Techniq. Recettes inédites. Tr. nombr. probl. résol. Entrainem. exam. Depuis 20 ans. Sc. et Vie. Dépanné+ de 100 000 élèv. pr prix qques paq. cigaret. Vous auc. risq. puisq. retour garant. CC Math-Digest 45IX.01 Paris. Classes : 6^e: 13,85 F | 5^e: bon dép. alg. géo : 15,85 | 4^e: 16,85 | 3^e spéci. BEPC : 18,85 2^e et init. gr. cl. : 17,85 | 1^{re} + 300 sol. 2 vol. : 28,85 | Villiers St-Frédéric. S.-et-O.

JEUNES GENS !

Assurez aujourd'hui votre situation de demain. Des milliers d'élèves nous ont accordé leur confiance. Faites comme eux, suivez notre enseignement par correspondance. Apprenez un métier d'avenir, un métier qui paye. Après quelques mois d'études faciles et attrayantes, vous pourrez présenter à l'une des multiples professions qu'offre le domaine de l'Automobile : Mécanicien-Réparateur, Mécanicien-Electricien de garage, Dieséliste, Motociste, Conducteur ou Réparateur de tracteurs, Employé-Magasinier, Vendeur de voitures, etc. Cours suivant temps disponible. Certificat de fin d'études. Grandes facilités de paiement.

Préparation au C.A.P.

Demandez brochure gratuite aux

COURS TECHNIQUES AUTOS

Serv. 12 SAINT-QUENTIN (Aisne)

Pour la Belgique : 117, avenue Henri-Jaspar - BRUXELLES

Sans diplôme

devenez (VITE)

MÉTREUR

d'entreprise

OU DE L'ÉTAT profession de GRAND AVENIR

en pleine expansion accessible à TOUS AGES - Gains immédiats élevés - TOUTES Industries, Travaux Publics, Bâtiment. Tous Corps d'État, Cabinet d'Architecte, Services Immobiliers, d'Expertises, d'Entretien, Administrations Publiques et Privées, etc.

SITUATION ASSURÉE, même aux débutants. Dem. Brochure gratuite explicative illustrée N° 4 766 ÉCOLE PRATIQUE DES TRAVAUX PUBLICS, 39, rue Henri-Barbusse, PARIS.

1/2 SIÈCLE DE SUCCÈS

FORMATION DE PERSONNEL

COURS ET LEÇONS

DEVENEZ

PSYCHOLOGUE CONSEIL

Exercez une

PROFESSION DE PRESTIGE

Vous pouvez, **VOUS AUSSI**, accéder rapidement aux passionnantes et rémunératrices carrières de la psychologie. Durée d'études - 8 mois à 2 ans suivant votre formation de base.

2 sessions annuelles d'exams

La profession de psychologue vous offre de NOMBREUX DÉBOUCHÉS

- Conseil d'enfants et d'adolescents
 - Conseil matrimonial et familial
 - Grapho/morpho-psychologie
 - Sexologie normale et pathologique
 - Orientation et sélection professionnelle
- Tous renseignements vous seront communiqués, sans engagement de votre part, sur simple demande manuscrite (J. 2 timbres)

OFFICE NATIONAL DE PSYCHOLOGIE

26, rue Vernet - PARIS 8^e

DIVERS

VOUS POUVEZ GAGNER BEAUCOUP D'ARGENT

en travaillant chez vous pendant vos loisirs et sans quitter votre emploi, en suivant les directives du « GUIDE PRATIQUE CETAC ». Doc. ctre 4 timbres. CETAC (Service A-55, avenue de l'Erdre NANTES (L.A.))

GAGNEZ DE L'ARGENT

sans sortir de chez vous. Tout ce que l'on peut faire chez soi se trouve dans « 400 Travaux à domicile pour tous ». Demandez documentation complète contre 3 timbres NBS SV - 70, rue Aqueduc, PARIS (10^e).

GAGNEZ DE L'ARGENT AVEC VOTRE MACHINE A Écrire VOTRE APPAREIL PHOTO

en créant vous-même une affaire indépendante qui rapporte bien. *Écrire et joindre 3 timbres à BON JOB*, 2, rue Richer, Paris (9^e).

ICI, RIEN QUE DU NOUVEAU
Toutes les nouveautés techniques. Stylo-bille pèse-lettres, lumineux, donnant l'alarme, machine à calculer, microscope de poche, télescopes grossissement 25, 30, 40 fois, étiquettes-adresses, etc... Documentation contre 2 T. à 0,25 F.

Comptoir DORDOIGNE SV 2
5, rue du Port - Le Mans - Sarthe

CORRESPONDANTS/TES TOUS PAYS

U.S.A., Angleterre, Canada, Argentine, Brésil, Mexique, Chili, Australie, Tahiti, etc. Tous âges, tous buts honorables (correspondance amicale, langues, philatélie, etc.), 25^e année. Renseignements contre 2 timbres. C.E.I. (Sce SV) B.P. 17 bis, MARSEILLE R.P.

DIVERS

SI VOUS CHERCHEZ

A VAINCRE LA SOLITUDE A VOUS FAIRE DES AMI(E)S

pour compléter agréablement votre vie, réaliser vos projets ou vos désirs,

Adressessez-vous à
CIRCUIT

6, rue de Paris, Boulogne/Seine

Correspondance orientée sur tous sujets, avec Paris, Province et tous pays. Documentation gratuite n° 9 sur demande.

AVIS AUX SOLITAIRES

Toujours dans le vent, le CLUB EUROPEEN a le plaisir de vous annoncer la naissance de son bulletin mensuel

« CONTACT », créé spécialement pour les relations par correspondance, et qui vous procurera en toutes régions de France et en tous pays les amis et amies que vous pouvez désirer. — Demandez B.P. 59 Aubervilliers notre notice gratuite. Joindre 2 timbres pour frais d'envoi.

VOTRE TIERCÉ

Jeu calculé. Le seul valable ! Doc. Passion. 1 F + essai 6 F (Timb. accep.) L. Commermont — 06 La Turbie (A.M.)

VOUS GAGNEREZ 3 000 FR PAR MOIS

et plus en devenant

AGENT-EXPERT IMMOBILIER

Situation active, passionnante et de très gros rapport. Formation accélérée en 3 mois. Documentation c. 2 timbres. EFRA, Service P. 55, av. de l'Erdre NANTES (L.A.)

GAGNEZ DONC BEAUCOUP PLUS !

Échappez aux multiples soucis et vivez plus heureux chez vous en gagnant plus. Notice grat. sur « Cent situations de gros rapport » à Centraffaires Serv. : MS 14, bd Poissonnière, Paris (9^e). J. 2 T.

GAGNEZ 1 500 F PAR MOIS

très agréablement, chez vous, même pendant vos loisirs. Documentation gratuite sur : « Les Bonnes Petites affaires Indépendantes pour tous ».

S. D. A. I. (SV-20)
LA MONTAGNE (Loire-Atlantique)

Joindre 2 timbres

PLUS DE 100 000 CORRESPONDANTS/TES

Toutes régions de France et dans le Monde entier. (Correspondance tous sujets : voyages, vacances, échanges divers, etc... Documentation avec photos c/2 Timb. à

ELY-CLUB-International
B.P. N° 11 - PARIS 17^e

DIVERS

Grâce à des relations de valeur, vous désirez

ÉLARGIR VOS HORIZONS

effacer l'isolement de l'esprit et du cœur. Le C.A.C.H. BP 22 MONTEUX Vse met en relations les personnes ayant le goût du perfectionnement.

ÉCRIVEZ-LUI !

L'INTERNATIONAL CORRESPONDANCE CLUB

vous offre la possibilité de nouer des relations à travers le monde entier : Europe (du Portugal à l'U.R.S.S.), Afrique (de l'Algérie à Madagascar), Asie (d'Israël au Japon), Amérique (du Canada au Brésil), Océanie (de Tahiti à l'Australie), ainsi qu'en toutes régions de France. Aussi, quel que soit votre but : voyages, émigration, vacances, camping, sorties, langues, collections (timbres, disques, cartes postales, bandes enregistrées, etc.), demandez document gratuit à I.C.C. (serv. Z.Y.), 31, boulevard Rochechouart, PARIS (9^e), en ajoutant 3 timbres pour frais d'envoi.

DES RELATIONS PARTOUT

en France, à l'étranger. Toutes correspondances dans le monde entier. Demandez notice gratuite c. 2 timbres au

RELAIS INTERNATIONAL DE L'AMITIÉ

Service S. 3,
17, rue Saint-Florentin -PARIS-8^e.

VOS MAINS PEUVENT

TOUT

Application de la psychologie des réflexes, une méthode moderne

D'INITIATION A LA FRAPPE DACTYLOGRAPHIQUE

permet d'acquérir en 2 à 3 jours la maîtrise du clavier. Écrivez en joignant 1 t. à : SOCLARS (service A13), 14, rue A.-Duhud — LA-COURNEUVE (Seine).

CONTREPLAQUÉ. Expéditions contre remboursement. 48 F 9 m² contreplaqué neuf de 4 mm en 24 panneaux de 129 cm sur 29. G.R.M., SAINT-RÉMY (Bouches-du-Rhône).

NAUTISME

Construisez barque de pêche, voiliers, à partir de 239 F. Contreplaqué marine. Contreplaqué extérieur et standard. Latté. Colle et résine polyester, etc. Expédition province accélérée.

Notice V c. 1 timb. de 0,25 F. NEOBOIS 11, rue d'Amiens, AULNAY (S.-et-O.).

PETITES ANNONCES

2, rue de la Baume, Paris 8^e - ELY 78-07

TARIF : La ligne 6,50 F, taxes comprises. Règlement comptant. CCP. PARIS 5601-16.

ORIENTATION

SI VOUS VOULEZ ÉVITER
de tourner en rond sans amélioration constructive, demandez un document psychologique personnel à **CENAF**
DÉPARTEMENT ORIENTATION
L'affirmation de votre personnalité, votre avenir, votre stabilité et votre promotion sociale en dépendent.

CENAF VOUS OFFRE
Une expérience de plusieurs années et une compétence approfondies des problèmes professionnels

RENSEIGNEZ-VOUS :
Vous serez conseillés utilement et aidés avec efficacité, 7, r. Chabanais, Paris (2^e)
RIC. 98-39 et 27-46

PHILATÉLIE

ACHAT : collection timbres France neufs.
FAIRE OFFRE, COURONNE, 3 bis,
r. Sévero - PARIS

REVUES - LIVRES

ÉCONOMISEZ 60 à 90 %

sur votre budget lectures.

Expéditions de toutes revues et grands prix littéraires à domicile (France et Etranger) dès leur parution. Documentation contre 2 timbres à I.C.C. (Serv. 26 31, boulevard Rochechouart, PARIS (9^e).

REVUES - LIVRES

RECEVEZ TOUS LES PÉRIODIQUES DU MONDE

Les plus courants et les plus difficiles à obtenir dans les conditions les plus plai-santes. Plus de 10 000 titres, ttes langues, ttes spécialités : agrément, ciné, technique, affaires, sports, psychologie, etc. Dem. aujourd'hui document. contre 2 timbres.

MONDIAL-REVUES, Service A
133, bd Albert-I^{er}. Bordeaux (Gironde).

Céde collect. compl. Science et Vie depuis n° 1. ARIFON, 184, av. Gallieni, St-Mandé
MEN. 31-60.

VINS

VINS SÉLECTIONNÉS

VINS DE TABLE — VINS FINS

Expédition
en fûts, bonbonnes, bouteilles

Maurice CHANTROT
AUBAIS (Gard)

Documentation gratuite sur demande.

VOTRE SANTÉ

POLLEN et GELÉE ROYALE

Directement du producteur. Documentation et échantillon gratuit. Jean **HUSSON**, Apiculteur-Récoltant, GÉZONCOURT par DIEULOUARD (M.-et-M.).

LE YOGA

apporte à tous relaxation, santé parfaite, équilibre nerveux, souplesse et beauté du corps, jeunesse, puissance vitale, volonté, pouvoirs psychiques, réussite dans la vie. Dem. documentation grat. à l'Institut du YOGA, Serv. : V8, 4, rue de Cléry, Paris (2^e), GUT 53-35. Joindre 3 timbres.

MUSCLES ÉLÉGANTS RELAXATION

VOLONTÉ DE FER — RÉUSSITE
par nos cours progressifs de

YOGA

Demandez la notice AZ contre 2 timbres à 0,25 F à G. DORAT B.P. 24 PARIS XV^e.

Devenez RADIO-ÉLECTRONICIEN

APRÈS 6 MOIS
D'ÉTUDES PAR
CORRESPONDANCE!

...et vous aurez
UNE BRILLANTE
SITUATION

sans aucun paiement d'avance
APPRENEZ L'ÉLECTRONIQUE
LA RADIO ET LA TÉLÉVISION
Avec une dépense minime de 35,00 F, payable par mensualités et sans signer aucun engagement, vous vous ferez une brillante situation.
VOUS RECEVREZ PLUS DE 120 LEÇONS
PLUS DE 400 PIÈCES DE MATERIEL
PLUS DE 500 PAGES DE COURS
Vous construirez plusieurs postes et appareils de mesures. Vous apprendrez, par correspondance, le montage, la construction et le dépannage de tous les postes modernes.
- Diplôme de fin d'études délivré conformément à la loi -
Demandez aujourd'hui même et sans engagement pour vous
LA DOCUMENTATION
ainsi que **LA PREMIÈRE LEÇON GRATUITE** d'Électronique

INSTITUT SUPÉRIEUR DE RADIO-ÉLECTRICITÉ
164, RUE DE L'UNIVERSITÉ — PARIS (VII^e)



**Cessez donc
de fumer!**

grâce à un nouveau produit américain

PARAFUMOL

BON POUR DOCUMENTATION GRATUITE

NOM _____

ADRESSE _____

**INSTITUT DE DÉFENSE CONTRE
LES MÉFAITS DU TABAC**

28, rue Saint-Charles - PARIS (15^e) - Service SV 3

agréé par la ligue française anti-tabac



JEUNES GENS
JEUNES FILLES
UN AVENIR
SPLENDIDE
VOUS SOURIT



mais pour RÉUSSIR

il vous faut un DIPLOME D'ÉTAT

ou un titre de formation professionnelle équivalent
PAR CORRESPONDANCE :

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL ET DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

forte de 50 années d'expérience et de succès, vous préparera
à tous les examens, concours ou formations de votre choix.

MATHS ET SCIENCES : Cours de Mathématiques, Sciences et Techniques à tous les degrés : du débutant en Mathématiques, Sciences et Techniques jusqu'aux Math. Sup. — Cours d'appui pour toutes les classes de Lycées, Collèges Techniques et Bacs. Préparation à l'entrée au C.N.A.M. et à toutes les écoles techniques et commerciales et aux écoles civiles et militaires. Préparations complètes au BAC TECHNIQUE et à M.G.P., M.P.C.

MINISTÈRE DU TRAVAIL : F.P.A. Concours d'admission dans les Centres de formation professionnelle pour adultes des deux sexes (18 à 45 ans). Spécialités : Électronique — Radiotéchnique — Dessinateurs en Mécanique — Conducteurs et dessinateurs en Bâtiment — Opérateurs géomètres, etc. — Diplôme d'État après stage de dix mois.

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE : Préparation aux C.A.P., Brevets Professionnels, B.E.I. et Brevets de Techniciens pour tous les examens de l'industrie, du Bâtiment, du Commerce (Secrétariat, Comptabilité) et des Techniques Agricoles. Cours spécial de Technicien en énergie nucléaire.

DESSIN INDUSTRIEL : A tous les degrés, cours pour toutes les Techniques (Mécanique, Électricité, Bâtiment, etc.). — Prép. aux C.A.P., B.P., B.E.I., Techniciens de Bureaux d'Études et P.T.A. ainsi qu'aux différents concours de l'État.

CHIMIE ET PHYSIQUE : Préparation intégrale au Brevet d'Enseignement Industriel (B.E.I.), examens probatoires et examens définitifs d'Aide Chimiste et d'Aide Physicien ainsi qu'aux Brevets de Techniciens Chimiste ou Physicien.

ÉLECTRONIQUE INDUSTRIELLE : Formation de Cadres — Cours d'appoint pour Techniciens des diverses industries.

MÉTRÉ : Préparation aux divers C.A.P. et à la formation professionnelle T.C.E. et de Mètres-vérificateurs.

TOPOGRAPHIE : Préparation au C.A.P. d'opérateur géomètre et à l'examen de Géomètre Expert D.P.L.G.

ADMINISTRATIONS : Tous les concours : Ponts et Chaussées — Mines — Génie Rural — P.T.T. — S.N.C.F. — Cadastre — Service N.I. Géographique — Service topographique (A.F.) — Météo — R.T.F. Algérie — F.O.M. — Défense Nationale, Ville de Paris, E.D.F. et Gaz de France, Eaux et Forêts, Police, etc.

MARINE ET AVIATION MILITAIRES : Préparation aux armes techniques, écoles de sous-officiers et officiers.

AVIATION CIVILE : Préparation aux Brevets de Pilotes professionnels et I.F.R. et à celui de Pilote de Ligne d'Air France — Mécaniciens navigants - Agents qualifiés d'Air France — Techniciens et Ingénieurs de la Navigation aérienne.

AÉRONAUTIQUE : Préparation aux Concours d'Agents techn. et Ingén. en Travaux de l'Air et formation des Cadres.

MARINE MARCHANDE : Brevets d'Elèves et Officiers Mécaniciens de 1^{re}, 2^{re} et 3^{re} classe. Motoristes à la Pêche — Préparation au diplôme d'Elève Chef de quart et au Cabotage — Entrée dans les Écoles Nationales de la Marine Marchande (Pont — Machines — T.S.F.). Brevet d'Officier radio.

MINISTÈRE DES P.T.T. : Préparation aux certificats spéciaux, 2^{re} et 1^{re} classe de Radio-Télégraphiste.

FORMATION PROFESSIONNELLE DE LA PROMOTION DU TRAVAIL : Mécanique, Moteurs thermiques, Automobile, Machines frigorifiques, Électricité, Électronique, Radiotélévision, Bâtiment, T.P., Topographie, Commerce et Secrétariat, Agriculture et Motoculture. Cours faits avec l'esprit de ceux du C.N.A.M. et des P.S.T. de province.

Cours de formation professionnelle pour tous les Cadres dans toutes les branches : Contremaire, Dessinateur, Conducteur, Technicien, Sous-Ingénieur et Ingénieur qualifié. Préparation au titre d'ingénieur diplômé par l'État, ainsi qu'aux Écoles d'Ingénieur ouvertes aux candidats de formation professionnelle. Préparation à l'École d'Électronique de Clichy.

Programmes pour chaque Section et Renseignements, contre deux timbres pour envoi.

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, avenue de Wagram — PARIS (XVII^e) — Tél. : WAG 27-97.

Cinéastes, avant de vous décider à un achat, visitez la Maison du Cinéaste Amateur. Un magasin comme les autres penserez-vous? Mieux que cela, une organisation uniquement réservée aux **seuls** cinéastes. Acheter un matériel au meilleur prix n'est pas tout, encore faut-il faire quelque chose pour que ce matériel soit adapté à l'utilisation que vous en faites. C'est pourquoi la Maison du Cinéaste Amateur a été créée.

un choix judicieux, parfaitement adapté à l'utilisation que vous en faites. C'est pourquoi la Maison du Cinéaste Amateur a été créée.

la Maison du Cinéaste Amateur®

Maison du Cinéaste Amateur, on traite du cinéma, mais rien que du cinéma 8-9,5-16 mm: Vous pouvez aussi bien acquérir une caméra très simple ou très complexe, un projecteur muet ou sonore, un matériel de sonorisation, un synchronisateur, un magnétophone, une platine, un accessoire ou un gadget astucieux, que souscrire un abonnement à une revue spécialisée, projeter vos films en salle, recevoir des conseils de cinéastes chevronnés, assister aux séances "Club", etc. Un stand librairie technique important, des rayons: location-réparation-travaux-couchage de piste magnétique-filmathèque, complèteront les services que la Maison du Cinéaste Amateur met à votre disposition.

La Maison du Cinéaste Amateur: une sélection des meilleures productions mondiales, bien entendu, au meilleur prix !!!!

Si vous ne pouvez vous déplacer, questionnez le service Province-Export, il vous répondra personnellement et vous adressera la documentation et les tarifs utiles à votre choix.



© 1980 CARAVAN

**la Maison
du Cinéaste
Amateur**

67

rue La Fayette ■ Paris 9^e ■ Tél. 878-62-60
Métro Cadet

OUVERT TOUS LES JOURS, SAUF DIMANCHE, DE 10 H. A 19 H. LE LUNDI DE 13 H. A 19 H.

Avez-vous demandé le "TARIF PROJECTION" gratuit ?...

Il contient les dernières nouveautés !