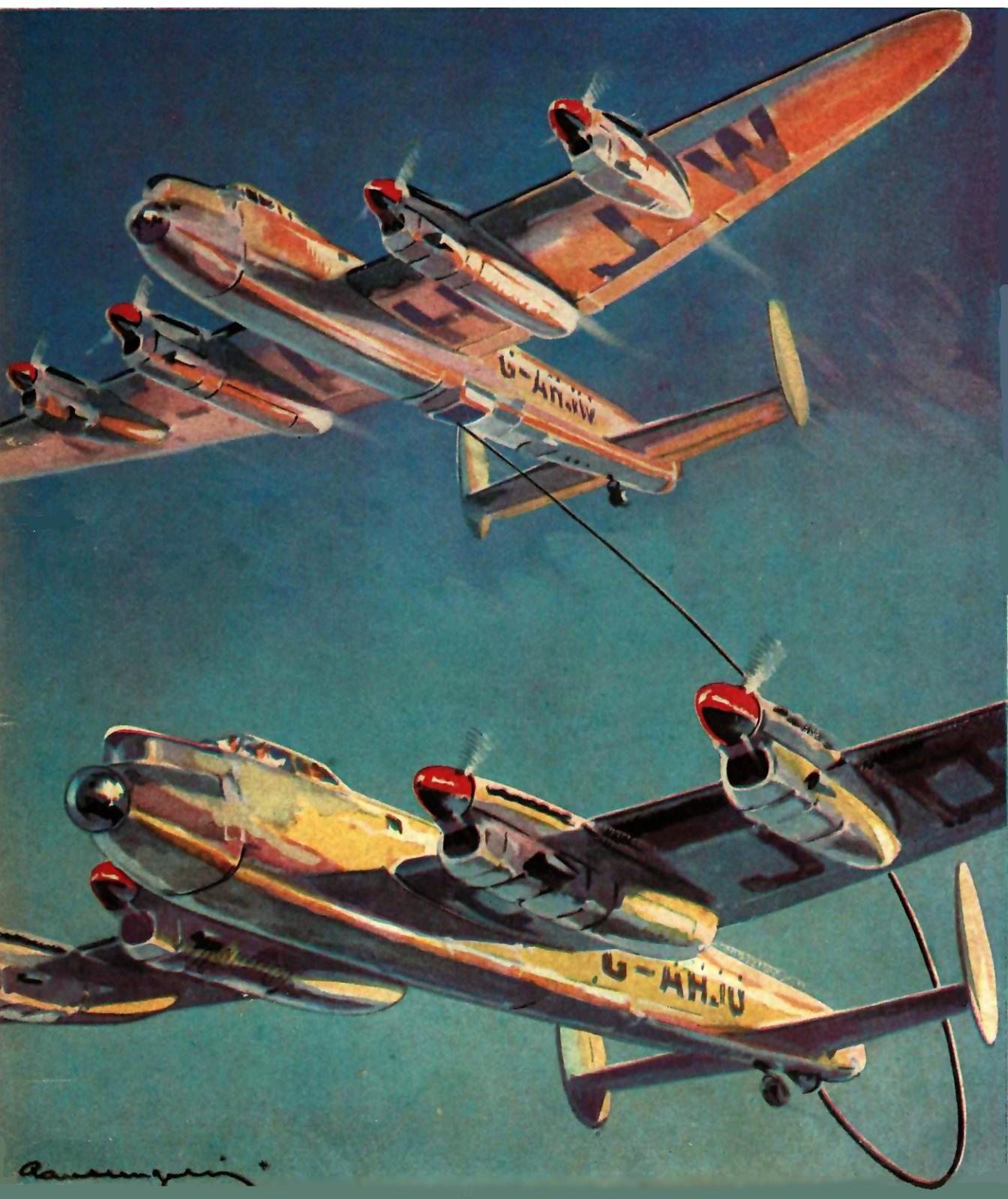


# SCIENCE ET VIE

JANVIER 1948

N° 364

40 FRANCS

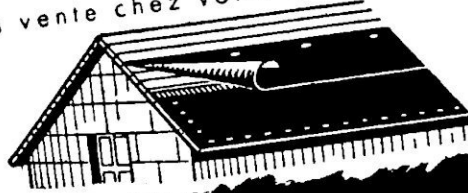


*Contre la pluie  
et l'humidité...*

## **ASFEUTROÏD**

PROTÈGE EFFICACEMENT  
et pour LONGTEMPS  
C'est la couverture  
ou le revêtement  
le plus économique

En vente chez votre quincoillier



# **L'ASFEUTROÏD**

le feutre asphalté solide

et tous matériaux d'étanchéité  
et d'isolation



*Imité... jamais égalé!*

Pour effacer l'encre sur le papier sans le jaunir.

Pour enlever les taches d'encre, les taches de fruit, de vin, de teinture d'iode sur les étoffes blanches, le bois, les mains,

Il n'y a que le **Corector**

Refusez les imitations  
EXIGEZ LA BOITE **Corector**



CH. LEMONNIER 601

**AVEC VOUS**  
*jusqu'au Succès final!*

**RADIO-CINÉMA-AVIATION**

**JEUNES GENS... JEUNES FILLES...**  
Ces carrières modernes répondent bien à vos aspirations. Préparez-les en suivant nos cours **PAR CORRESPONDANCE**

Notre organisation spécialisée sera tout entière avec vous jusqu'au succès final.  
Elle groupe, sous la direction d'une élite de professeurs, les Ecoles suivantes :

**ÉCOLE GÉNÉRALE RADIOTECHNIQUE**  
(Monteurs-dépanneurs, dessinateurs, opérateurs, sous-ingénieurs et ingénieurs.)

**ÉCOLE GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE**  
(Préparation technique du pilote d'avion, de navigateurs radios, mécaniciens, dessinateurs.)

**ÉCOLE GÉNÉRALE PHOTOGRAPHIQUE**  
(Opérateurs de studios d'art, techniciens de laboratoires, reporters, photographes.)

**PRÉPARATION aux Brevets officiels d'opérateurs projectionnistes.**

*Pour recevoir gratuitement la documentation de l'École qui vous intéresse, écrivez, en vous recommandant de Science et Vie, au*

**CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES DE PARIS**

69, rue Louise-Michel, LEVALLOIS (Seine) — Tél. : Pereire 55-10

MONTEUR DÉPANNÉUR

INGÉNIEUR RADIO

OPÉRATEUR RADIO D'AVION

MARINE MARCHANDE ET MILITAIRE

OPÉRATEUR DE PROJECTIONS

Voici un ouvrage  
Simple et clair sur



CET OUVRAGE VOUS PERMETTRA DE VOUS FAMILIARISER AVEC LA TECHNIQUE DE LA « RÉCEPTION PANORAMIQUE » ET DE CONSTRUIRE VOUS-MÊME, SELON LES DONNÉES DE L'AUTEUR, UN RÉCEPTEUR A TUBE CATHODIQUE DONT VOUS TIREREZ UN PROFIT IMMÉDIAT ET CERTAIN. LA RÉCEPTION PANORAMIQUE OFFRE, EN EFFET, DE **MULTIPLES APPLICATIONS**

parmi lesquelles :

- Possibilité de « voir » toutes les émissions fonctionnant dans une gamme donnée, y compris les signaux très faibles à partir d'un microvolt.
- Réglage de la modulation d'un émetteur O.C. en amplitude ou en fréquence sans autre appareil de mesure.
- Réglage des antennes.
- Etude de la propagation.
- Répartition des fréquences pour l'utilisation rationnelle d'une gamme de trafic.
- Vérification avant emploi des émetteurs et récepteurs sur O.C.
- L'analyse cinématique qui est une application de la réception panoramique et qui est à la base du dépannage moderne (station-service modèle décrite dans l'ouvrage).
- Toutes les mesures de fréquences.
- Alignement des récepteurs.
- Moyen de contrôle pour la mise au point d'une hétérodyne ou d'un générateur.
- Le récepteur panoramique peut servir de voltmètre à courant continu.
- Observation de la fréquence d'un signal ou de son amplification, et ceci dans tous les domaines.
- ...et un grand nombre d'applications industrielles : goniométrie, balisage, bloc-système, altimètre, etc., etc.

N'IMPORTE QUEL RÉCEPTEUR O.C. PEUT ÊTRE TRANSFORMÉ EN RÉCEPTEUR PANORAMIQUE EN LE CONNECTANT AVEC UN ANALYSEUR CINÉMATIQUE (montage décrit dans l'ouvrage).

Un ouvrage de 100 pages, format 135 x 210 mm, comportant de nombreuses illustrations, couverture 2 couleurs. Préface de E. AISBERG, directeur de la revue TOUTE LA RADIO. Prix (baisse déduite).

Expédition immédiate et franco de port et emballage c. mandat ou vers : à C. C. P. PARIS 3793-13, de

**SCIENCES & LOISIRS**

17, av. de la République, PARIS-XI<sup>e</sup>

**CIERPA-BESANÇON**  
A REPRIS SES  
FABRICATIONS DE  
HAUTE PRECISION

Le dernier cri de la perfection  
**L'ÉTANCHE A VIS**

CADRAN  
LUXE  
RADIUM



BON DE  
GARANTIE  
D'UN AN  
ECHANGE  
ADMIS

**20%**

au dessus des cours sur  
les 1.000 premières montres

Prix du  
Modèle  
**2.32**  
Net Franco.

MOUVEMENT HAUTE PRÉCISION

A ANCRE 15 RUBIS

ABSOLUMENT HERMETIQUE

**2.965 F.** Bracelet cuir véritable  
envoi contre remboursement  
ou mandat joint aux C<sup>des</sup>

LES DIFFUSIONS

**CIERPA**

69, RUE ROCHECHOUART.  
PARIS - 9<sup>e</sup>.

Votre visite sera la bien venue

**Chez vous**

sans quitter vos occu-  
pations actuelles vous  
apprendrez



**le DESSIN  
INDUSTRIEL**

méthode d'enseignement  
INÉDITE, EFFICACE et RAPIDE  
Préparation au C. A. P.  
de dessinateur et au  
**BACCALAUREAT  
TECHNIQUE**  
nouvellement institué

Placement des élèves  
dans l'industrie assuré

Luxeuse documentation  
illustrée gratuitement sur  
demande.

**INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE**

11, RUE CHALGRIN

A PARIS (XVI<sup>e</sup>)

# DESSINER

N'avez-vous pas dit souvent: « Si seulement je savais dessiner » ?



Ce croquis plein de vie et d'un mouvement très juste est l'œuvre d'un de nos élèves.

Maintes fois, sûrement, vous avez éprouvé l'impérieuse envie de rendre un paysage, d'exécuter le portrait ou la caricature d'une tête sympathique, de croquer un animal familier.

Maintes fois sûrement, si vous aviez été capable de tracer un petit croquis, quelle aide c'eût été pour vous dans votre carrière, votre vie professionnelle, vos relations commerciales ! Soyez-en persuadés : cette faculté, vous pouvez l'acquérir très facilement. Si vous savez écrire, vous pouvez dessiner.

## UTILISEZ VOS LOISIRS...

La méthode A. B. C. de dessin vous apprend à retrouver dans tout ce qui vous entoure les lignes, les courbes, les formes dont vous vous servez quotidiennement en écrivant.

Grâce à cette étonnante méthode vous pourrez chez vous, durant les moments jusqu'ici perdus, apprendre tout seul à dessiner, non pas d'impersonnelles copies, mais de véritables croquis, des études directes d'après nature. Ce sera pour vous, dès la première leçon, d'un intérêt passionnant, une distraction totale, un incomparable amusement. Et, si vous envisagez la vente de vos dessins, ils seront d'un rendement appréciable.



Que d'habileté dans ce croquis d'élève !

## NOUVELLE BROCHURE GRATUITE

Demandez la curieuse brochure illustrée (offerte gratuitement) où sont exposés les principes de cette nouvelle méthode et les moyens de vous spécialiser sans frais supplémentaires (Joindre 12 frs. pour frais).

IL EXISTE AUSSI  
UN COURS SPÉCIAL  
POUR ENFANTS  
DE 8 A 13 ANS  
DEMANDER L'ALBUM  
" ENFANTS "

## ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Stu. F. 25)

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8<sup>e</sup>)

Veillez m'envoyer, sans engagement de ma part, l'album illustré donnant tous renseignements sur la méthode A. B. C. (Ci-joint 12 frs. pour frais d'envoi).

NOM .....

ADRESSE .....

Pour la Belgique : 18, rue du Méridien, Bruxelles

# Gilbert & Blanzzy-Poure

Vous présentent  
leurs crayons  
mécaniques  
**CRITÉRIUM**  
pour le dessin  
le bureau  
l'atelier

## 7

MODÈLES

avec  
ÉTOUIS de MINES SPÉCIALES  
(GRAPHITE & COULEUR)



1836



FABRICANTS EXCLUSIFS  
DE LA PLUME  
**SERGENT-MAJOR**  
ET DES CRAYONS  
**GILBERT**

## Mon seul 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'École Universelle vous adressera gratuitement, par retour du courrier, la brochure qui vous intéresse et tous renseignements qu'il vous plaira de lui demander.

- Br. 42.520** : ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes ; préparation au C. E. P., Bourses, Brevets, etc.
- Br. 42.521** : ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.
- Br. 42.522** : ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres Sciences, Droit), Professorats.
- Br. 42.523** : GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.
- Br. 42.524** : POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., École nationale d'Administration.
- Br. 42.525** : CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.
- Br. 42.526** : CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.
- Br. 42.527** : COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSES, etc. : Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.
- Br. 42.528** : ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.
- Br. 42.529** : LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...
- Br. 42.530** : CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.
- Br. 42.531** : CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.
- Br. 42.532** : CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).
- Br. 42.533** : CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).
- Br. 42.534** : ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.
- Br. 42.535** : ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc...
- Br. 42.536** : COUTURE, COUPE, MODE, LINGERIE, etc...
- Br. 42.537** : ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.
- Br. 42.538** : CARRIÈRES DU CINÉMA.

Milliers de brillants succès aux baccalauréats, brevets et tous examens et concours.

## ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

59, boulevard Exelmans, PARIS ;  
Chemin de Fabron, NICE ;  
11-12, place Jules-Ferry, LYON ;

## SPECIAL CAMPING

16, BOULEVARD VOLTAIRE, PARIS  
11, COURS LIEUTAUD - MARSEILLE  
17, RUE DU MARÉCHAL JOFFRE - RENNES



### Tout pour le Ski

SKIS « ATTENHOFER »  
FIXATION « KANDAHAR »  
CHAUSSURES SKI  
PANTALONS FUSEAUX  
EN TISSU GABARDINE  
ANORACKS  
ÉQUIPEMENTS « E. ALLAIS »

### Pour le Foot-Ball

CHAUSSURES BALLONS  
MAILLOTS - BAS  
PROTÈGE-TIBIAS  
FILET DE BUTS, etc.

### Tout pour tous les Sports

VÊTEMENTS DE CHASSE  
WINDJACKS  
CANADIENNES  
modèle Sport  
Imperméables



Institut  
**PELMAN**

Fondé en 1890

## SURMONTEZ les difficultés présentes

L'histoire atteste que les époques heureuses sont moins fertiles en grands chefs que les périodes difficiles. C'est au contact des épreuves que les véritables hommes montrent leur ascendant. Ceux qui ont du caractère, c'est-à-dire l'aptitude au commandement, de la ténacité, de l'initiative, allié à une clairvoyance jamais en défaut, franchissent facilement les obstacles, laissant loin derrière eux ceux que ces barrières ont arrêtés. Soyez de ceux qui sauront vaincre en développant avec méthode ces qualités précieuses qui sommeillent en vous. Bénéficiez des cinquante-huit ans d'expérience mondiale de la MÉTHODE PELMAN, qui « forge » des hommes.

Demandez la brochure n° VI-33-K, contre 20 francs pour frais d'envoi.

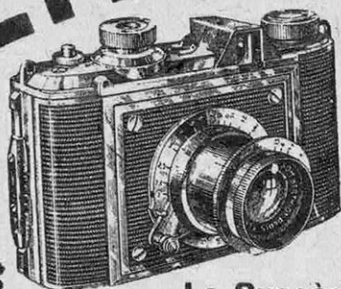
INSTITUT PELMAN, 176, boulevard Haussmann, Paris

LONDRES  
DUBLIN  
AMSTERDAM  
STOCKHOLM



NEW-YORK  
MELBOURNE  
DELHI  
CALCUTTA, etc.

# LYNX



### Le Succès

est certain, grâce au Lynx, le plus simple, le plus précis des appareils 3x4 :

- Corps métallique rigide ;
- Objectif ultra-lumineux "Flor" Berthiot F/3,5 ou F/2,8 ;
- Obturbateur local à 1/500"

Pour tous les amateurs  
**L'APPAREIL IDEAL**

Notice L 6 sur demande

## PHOTO-RAYLU

8, Avenue de la G<sup>e</sup>-Armée, PARIS

## LA CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

permettant de copier, agrandir, réduire d'après nature ou d'après documents.

Appareil de précision à 3 tirages dont 1 à crémailière - 12 lentilles.

PAYSAGES  
PORTRAITS  
OBJETS  
PLANS



**ÉTRENNES**

## LE SUPER DESSINEUR

Appareil de précision tige coulissante  
1 tirage — 8 lentilles

## LE DESSINEUR

Appareils d'études — tige alu — 8 lentilles  
Tous appareils et fournitures pour le dessin

# P. BERVILLE

18, rue Lafayette, PARIS (9<sup>e</sup>)

(Demandez catalogue n° 12)

# Partout...

les techniciens capables sont très recherchés.  
Les grandes entreprises réclament des praticiens entraînés.

Jeunes gens, jeunes filles, notez que plus de 70% des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'E.C.T.S.F.

IL N'EXISTE PAS D'AUTRE ÉCOLE POUVANT VOUS DONNER LA GARANTIE D'UN PAREIL COEFFICIENT DE RÉUSSITE.



Demandez le Guide des Carrières *gratuit*

# ÉCOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE - PARIS  
COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

Paraît par fascicules dans la  
Collection in-4<sup>o</sup> Larousse

## ASTRONOMIE

### Les Astres, l'Univers

par L. RUDAUX, astronome, et G. de VAUCOULEURS,  
attaché de recherches à l'Institut d'Astrophysique.

La science astronomique a réalisé d'extraordinaires progrès à notre époque. Cet ouvrage présente pour la première fois au grand public, avec les acquisitions consacrées de l'astronomie classique, les découvertes les plus récentes de l'astronomie moderne. Écrit dans un langage accessible à tous, illustré de 900 héliogravures et contenant de nombreuses planches en noir et en couleurs, il permettra à tous ceux que la science intéresse de s'initier à une étude passionnante entre toutes.

Le fascicule : 100 francs  
chez tous les libraires

Avantageuses conditions  
de souscription

PAGES SPÉCIMENS

et renseignements détaillés chez tous  
les libraires et LIBRAIRIE LAROUSSE  
13-21, rue Montparnasse, Paris-6<sup>e</sup>

## Les Cloisons s'effacent..



UN TÉLÉPHONE IDÉAL  
EN HAUT PARLEUR  
VOUS ASSURANT  
UNE LIAISON DIRECTE  
ET SÉPARÉE ENTRE  
TOUS VOS SERVICES

avec  
**INTERVOX**  
S.A.R.L.

135, AV. DU GÉNÉRAL MICHEL BIZOT (6 RUE VICTOR CHEVREUIL)  
PARIS 12 - Tel. DID 03-92

Demander Notice S. V.

## Je dessine!

et me voilà plongée dans la joie...

Voilà ce qu'écrit à Marc Saurel une de ses élèves enthousiastes, et un autre écrit : « Votre enseignement est le plus moderne, le plus sympathique. »

La nouvelle méthode Marc Saurel : « Le Dessin Facile », enseignée par correspondance, fera de vous en peu de mois un excellent dessinateur grâce à l'ingénieuse utilisation des magnifiques planches modèles qui accompagnent les cours. Tout est neuf, attachant dans cet enseignement qui ne ressemble à aucun autre. Car Marc Saurel est le véritable créateur du dessin par correspondance qu'il pratique depuis trente-cinq ans. Profitez de son expérience inégalable.

Cours spéciaux sur :  
croquis, paysage, portrait-peinture, illustration, publicité, mode, dessin animé, dessin industriel. Cours pour enfants de six à douze ans.

Une jolie brochure illustrée de 16 pages, véritable initiation à l'art passionnant du dessin, vous sera envoyée contre ce bon et 15 francs en timbres. Précisez le genre qui vous intéresse.



BON  
SV 14

## LE DESSIN FACILE

11, RUE KEPPLER, PARIS - 16<sup>e</sup>

## LE DESSIN INDUSTRIEL

### MÉTIER D'AVENIR

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le DESSIN INDUSTRIEL par les célèbres méthodes de l'École du « Dessin facile ». Outre les principes du dessin industriel, l'enseignement comporte les applications à la mécanique, architecture, topographie, chemins de fer, électricité, aviation, etc.

Aucune connaissance scientifique n'est exigée, aucun talent n'est nécessaire pour tirer un profit complet du Cours de Dessin Industriel. Il ouvre l'accès aux bureaux d'étude de toutes les industries et permet d'obtenir des situations très intéressantes et bien payées.

Demandez la notice-programme  
SV-15 (Section dessin industriel) au

DESSIN FACILE

11, rue Keppler, Paris (XVI<sup>e</sup>).  
(Joindre 12 francs en timbres.)



# SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS

106, RUE LAFAYETTE - PARIS - Métro : Poissonnière - Gare du Nord



LA JOIE D'OFFRIR...

2513. **Forme sport**, boîtier chromé, fond acier inoxydable.  
**3.485.»**

Qualité luxe.... **4.485.»**  
Supplément pour verre optique ..... **400.»**

2511. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable.  
**3.285.»**

Qualité de luxe.  
**3.585.»**  
Supplément pour verre optique .... **400.»**

2520. **Boîtier très plat**, fond acier inoxydable.  
**1.900.»**

Qualité de luxe.  
**2.750.»**

2519. **WATERPROOF STAINLESS.**  
**2.997.»**

Qualité de luxe.  
**3.885.»**

2514. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable ..... **3.485.»**

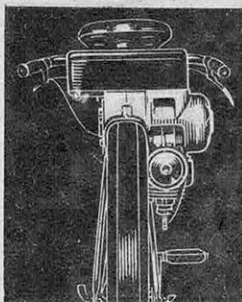
Qualité de luxe.... **4.885.»**

2516. **Boîtier chromé**, acier inoxydable, verre optique.  
**2.950.»**

Qualité de luxe.... **3.450.»**

*la montre de qualité*

Bulletin de garantie S. H. D. avec chaque montre.



## UN *Vrai* MOTEUR POUR VÉLO

créé par Eugène GADOUX  
(ex-technicien d'Hispano-Suiza)

Montage arrière sur pneu,  
moteur inversé, se fixe  
instantanément, en mono  
ou bi-cylindre, sans effort  
sur le cadre.

Évite le pédalage en côte.

Licences accordées à l'étranger.

Demandez Notice C

### MOTEURS

# CYCLEX

5, square du Thimerais, Paris-17<sup>e</sup>

R. L. D

# 9 GAMES

RÉCEPTEUR MÉTROPOLITAIN ET  
COLONIAL 9 LAMPES  
PUSH PULL



LE POSTE DES 5 CONTINENTS

Dim. 62 x 38 x 33 cm

**6 BANDES ONDES COURTES ÉTALÉES**  
19 circuits accordés. Cerveau électronique  
HAUTE FIDÉLITÉ et RELIEF MUSICAL  
**PLUS DE 200 STATIONS REÇUES**  
avec la précision du Radar

DOCUMENTATION ILLUSTRÉE 16 PAGES. — Réf. 222  
avec schémas détaillés et réalisation descriptive  
par Géo MOUSSERON. Joindre 15 fr. en timbres.  
Env. documentation Colon. par avion. Joindre 175 fr.

RADIO - SÉBASTOPOL

100, Bd SÉBASTOPOL, PARIS

Fournisseur des P.T.T., Préfectures, S.N.C.F., grandes Administrations  
VENTE A CRÉDIT - EXPÉDITIONS FRANCE ET COLONIES

PARIS A. G. LEBEUR

# VOICI VOTRE ÉCOLE

## LES MEILLEURES ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

se font à l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, forment les meilleurs élèves. Demandez, en la désignant par son numéro, la brochure qui vous intéresse. Envoi gratuit par courrier.

- |  |   |
|--|---|
| <p>N° 34000. <b>Classes secondaires complètes ;</b><br/>Baccalauréats.</p> <p>N° 34001. <b>Classes primaires complètes ;</b><br/>Brevets.</p> <p>N° 34002. <b>Enseignement supérieur ;</b><br/>Licence ès Lettres.</p> <p>N° 34003. <b>Cours d'orthographe.</b></p> <p>N° 34004. <b>Cours de rédaction.</b></p> <p>N° 34005. <b>Formation scientifique (Math.,<br/>Physique, Chimie).</b></p> <p>N° 34006. <b>Dessin industriel.</b></p> <p>N° 34007. <b>Industrie ;</b> Certificats d'aptitude<br/>professionnelle.</p> <p>N° 34008. <b>Radio, certificats de radio de<br/>bord (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes).</b></p> <p>N° 34009. <b>Commerce et comptabilité ;</b><br/>Certificats d'aptitude profes-<br/>sionnelle.</p> | <p>N° 34010. <b>Dunamis (Culture mentale).</b></p> <p>N° 34011. <b>Phonopolyglotte (Anglais, Alle-<br/>mand, Italien, Espagnol).</b></p> <p>N° 34012. <b>Dessin artistique.</b></p> <p>N° 34013. <b>Cours d'éloquence.</b></p> <p>N° 34014. <b>Cours de poésie.</b></p> <p>N° 34015. <b>Formation musicale.</b></p> <p>N° 34016. <b>Initiation aux grands pro-<br/>blèmes philosophiques.</b></p> <p>N° 34017. <b>Cours de publicité.</b></p> <p>N° 34018. <b>Carrières des P. T. T. et des<br/>Travaux publics.</b></p> <p>N° 34019. <b>Écoles d'infirmières et assis-<br/>tantes sociales, Écoles vétéri-<br/>naires.</b></p> |
|--|---|

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

## ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

16, rue du Général-Mallette, PARIS (16<sup>e</sup>).

LES CONSEILS DE  
**"Sésame"**

Les mines sont souvent de qualité discutable. S'il survient des bris de mines.

dévissez le capuchon et la pointe, puis nettoyez avec précaution la pointe et le canal d'amenée dont vous provoquez l'ouverture en pressant le porte-mine sur une table côté capuchon.

Sésame est à votre disposition pour vous adresser gracieusement une tige en acier calibré ad hoc.

**"Sésame"**

ST-CLAUDE — JURA  
 Les nouveaux Modèles "EXCELLENCE" et "COMPÉTITION" sont actuellement en distribution.



**LE FOCA**

★ ★

L'APPAREIL PETIT FORMAT  
 FRANÇAIS - HAUTE PRÉCISION  
 EN VENTE AU

**PHOTO-HALL**

5, RUE SCRIBE - PARIS-9<sup>e</sup>  
 NOTICE SPÉCIALE GRATUITE  
 CATALOGUE GÉNÉRAL 15 FRS

JEUNES GENS III  
 sans quitter votre emploi actuel  
 ASSUREZ VOTRE AVENIR !  
 CHOISISSEZ UNE CARRIÈRE REMUNÉRATRICE !

**LA RADIO** manque de spécialistes dans

L'ARMÉE, L'AVIATION, LA MARINE  
 L'INDUSTRIE, LE COMMERCE, L'ARTISANAT

SUIVEZ NOS COURS PAR CORRESPONDANCE  
 DEMANDEZ NOTRE DOCUMENTATION GRATUITE N° 45. COURS TOUS DEGRÉS. Préparation aux DIPLOMES OFFICIELS PLACEMENT ASSURÉ


VOUS RECEVREZ GRATUITEMENT LE MATÉRIEL nécessaire au montage d'un RECEPTEUR MODERNE QUI RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ

**LARADIO LARADIO**

JEUNES GENS ! devenez comptables agréés  
 COURS DE TOUS LES DEGRÉS  
 PRÉPARATION AUX DIPLOMES OFFICIELS  
 DEMANDEZ notre DOCUMENTATION GRATUITE N° 48

**ECOLE PRATIQUE  
 D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**

39, RUE DE BABYLONE — PARIS-VII<sup>e</sup>

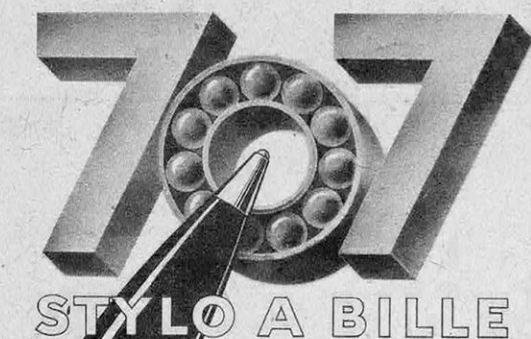


**LES LIVRES**  
*que vous cherchez*

... nous les avons certainement !  
 Venez nous rendre visite - ou passez votre commande à la

**LIBRAIRIE  
 TECHNIQUE ET  
 COMMERCIALE**

28, RUE D'ASSAS, PARIS (6<sup>e</sup>)



RECORD  
TECHNIQUE  
D'ÉCONOMIE D'ENCRE

707

**RECHARGE ASSURÉE**  
cartouche d'encre de rechange,  
en vente chez tous les détaillants

707

**ÉCRITURE RÉGULIÈRE**  
un trait net, sans interruptions,  
ni bavures.

707

**GARANTIE DE LA MARQUE**  
**STYLOMINE**

707

**STYLOMINE**

HONORE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

# ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, Avenue de Wagram  
PARIS (17°)

Enseignement par correspondance

**MATHÉMATIQUES** Les Mathématiques sont accessibles à toutes les intelligences, à condition d'être prises au point voulu, d'être progressives et d'obliger les élèves à faire de nombreux exercices. Elles sont à la base de tous les métiers et de tous les concours.

Candidats, apprenez les Mathématiques par la méthode de l'École du Génie Civil.

Cours à tous les degrés, de même que pour la Physique, la Chimie.

**MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ**

De nombreuses situations sont en perspective dans la Mécanique générale et l'Électricité. Les cours de l'École s'adressent aux élèves des lycées, des écoles professionnelles, ainsi qu'aux apprentis et techniciens de l'Industrie.

Les cours se font à tous les degrés : Apprenti, Monteur, Technicien, Sous-Ingénieur et Ingénieur.

C. A. P. : Préparation aux C. A. P. de Dessin, Électricité, Ajustage.

**BATIMENT** Cours de Commis, Métreur et Technicien.

**CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES** Cours de Monteurs, Techniciens, Dessinateurs, Sous-Ingénieurs.

**AVIATION CIVILE** Brevets de navigateurs aériens, de Mécaniciens d'aéronefs et de Pilotes. Concours d'Agents techniques de l'Aéronautique et d'Ingénieurs militaires des Travaux de l'Air.

**MARINE MARCHANDE** Préparation à l'examen d'entrée dans les Écoles Nationales de la Marine marchande. Préparation au brevet d'officier mécanicien de deuxième classe.

**MARINE MILITAIRE** Préparation aux Écoles de Maistrance et d'Élèves Ingénieurs Mécaniciens.

**T. S. F.** Préparation aux carrières de la Radio, P. T. T., Aviation, Marine, Colonies. Construction industrielle, Dépannage.

Envoi franco du programme de chaque section contre 10 fr. en timbres ou mandats pour les Colonies et l'Étranger.

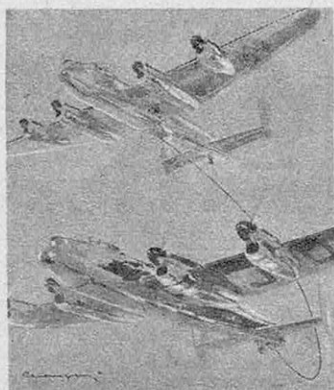
# SCIENCE ET VIE

Tome LXXIII - N° 364

Janvier 1948

## SOMMAIRE

★ Ravitaillement en vol, par Jacques Brédat.....	3
★ Le choléra, par P. Chassagne.....	11
★ Les antibiotiques, par Jean Héribert.....	19
★ Le « radar » à ultrasons des chauves-souris, par Ernest Baumgardt.....	32
★ Où en est l'industrie atomique ? par M.-E. Nahmias.....	37
★ Les puissants générateurs de rayons X de la métallurgie américaine, par Marcel Montamat.....	51
★ Le phare de la Tour Eiffel, par J. Castellan.....	55
★ A côté de la Science, par V. Rubor.....	57



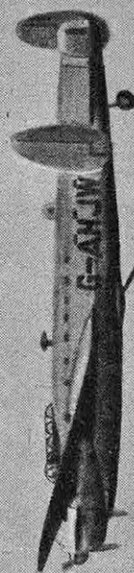
Le décollage est l'instant critique de toute traversée aérienne au long cours, car l'appareil, lourdement chargé non seulement du fait de la charge payante, mais surtout de la quantité de combustible nécessaire, est à la merci d'une défaillance d'un de ses propulseurs, et la perte de vitesse qui peut en résulter risque de provoquer l'écrasement au sol. Aussi les règlements internationaux prévoient-ils une limitation de la charge alaire au décollage qui entraîne une réduction difficilement admissible de la charge payante (un Lockheed « Constellation », pour atteindre son rayon d'action maximum de 7 700 km, doit emporter 17 750 l d'essence, soit 12 600 kg, ce qui, au poids total maximum au décollage de 41 800 kg, réduit à néant la charge payante). Une solution existe, déjà expérimentée il y a une vingtaine d'années pour les records d'endurance : elle consiste à apporter à l'avion, soit après son décollage et son ascension à l'altitude normale de vol, soit au cours de son voyage, le complément de carburant nécessaire au parcours par l'intermédiaire d'un autre avion équipé en avion-citerne. La couverture de ce numéro représente un tel ravitaillement en vol. (Voir l'article page 3 de ce numéro.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la Vie moderne.  
Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris (VIII<sup>e</sup>). Téléphone : Élysées 26-69 et Balzac 02-97.  
Chèque postal : 91-07 Paris. — Adresse télégraphique : SIENVIE Paris.  
Publicité : 24, rue Chauchat, Paris (IX<sup>e</sup>). Téléphone : Provence 70-54.  
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.  
Copyright by « Science et Vie », Janvier mil neuf cent quarante-huit.

**ABONNEMENTS.** — A franchissement simple : France et Colonies, 400 francs; recommandé : 550 francs. — Etranger : 550 francs; recommandé, 750 francs.  
Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés.  
Compte de chèques postaux : PARIS 91-07.

Tout changement d'adresse doit être accompagné de 10 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.

**Un ravitaillement en vol  
au-dessus de la Manche**



# RAVITAILLEMENT EN VOL

par Jacques BRÉDAT

*Les services aériens transocéaniques exigent des appareils possédant à la fois un rayon d'action très étendu et capables d'emporter une charge payante aussi élevée que possible. Indépendamment des problèmes constructifs que l'on peut considérer comme résolus, le développement de ces appareils, dont le tonnage dépassera bientôt largement la centaine de tonnes, se heurte, du point de vue de leur exploitation commerciale, à des difficultés soulevées par des considérations de sécurité au décollage. La nécessité de prévoir, lors de l'envol, la défaillance toujours possible d'un groupe propulseur, défaillance qui, sur un avion lourdement chargé en combustible, peut entraîner une catastrophe, a conduit les organismes internationaux de l'aviation civile à imposer des limites de poids au décollage. Pour les gros avions actuels ou futurs, cette limitation entraîne une réduction inadmissible de la charge payante, voire même sa suppression complète, dans le cas où on envisage de longues traversées sans escales intermédiaires qui exigent des tonnages considérables de combustible. Ce problème n'a pas encore reçu de solutions définitives. Une des plus intéressantes est le ravitaillement en vol, développé en Angleterre par le célèbre pilote de raid Sir Alan Cobham. Elle consiste essentiellement à faire décoller le paquebot aérien avec une charge de combustible réduite et à compléter celle-ci à l'altitude normale de navigation, soit immédiatement au voisinage de l'aérodrome de départ, soit en un ou plusieurs points de sa route, à l'aide d'un ou plusieurs avions-tankers spécialisés. Cette technique, expérimentée sur une grande échelle au cours des mois derniers, semble aujourd'hui parfaitement sûre, au point que l'on envisage son application commerciale régulière sur les lignes aériennes britanniques de l'Atlantique nord et sud.*

**L**a première tentative de ravitaillement en carburant d'un avion en vol par un second appareil jouant le rôle de citerne semble remonter à 1923. Elle eut lieu à Kelly Field, aux États-Unis, lors d'une fête aérienne, et se termina tragiquement par une collision. Il est remarquable de constater que c'est le seul exemple d'accident qui se soit produit lors d'un ravitaillement en vol, bien que le nombre de telles opérations effectuées toutes sans incident dépasse sans doute le millier à l'heure actuelle.

Au cours des années suivantes, la technique se développa lentement, avec quelques variantes, tout en demeurant fort primitive. L'avion ravitailleur laissait pendre au-dessous de lui un tube long de quelques dizaines de mètres, dont l'un des membres de l'équipage de l'avion ravitaillé s'efforçait de saisir l'extrémité pour l'engager dans l'orifice d'un réservoir où l'essence s'écoulait ensuite par gravité. C'est vers 1929 que ce procédé connu, aux États-Unis, une grande faveur pour l'établissement de records d'endurance de durée extraordinaire. C'est ainsi que le major C. Spaatz vola cent cinquante heures sur un appareil Fokker, puis que Jackson et O'Brien tinrent quatre cent vingt heures sur un Curtiss. En 1930, les frères Hunter accomplirent un vol de cinq cent cinquante-trois heures, au cours duquel furent accomplis deux cent vingt-trois ravitaillements en vol; le record fut porté à vingt-sept jours par les frères Keyes, en 1935, avec quatre cents opérations de ravitaillement, tant pour l'essence que pour l'huile et les vivres. Quelques esprits éclairés et entreprenants comprirent dès cette époque que le ravitaillement en vol pouvait trouver d'autres

applications pratiques que la conquête de records d'endurance en circuit fermé. Mais il ne pouvait être question de transposer la technique rudimentaire mise en œuvre dans ces exploits spectaculaires sur le plan militaire ou commercial sans une minutieuse mise au point et une expérimentation poussée.

Le célèbre pilote de raid anglais, Sir Alan Cobham, s'y employa au cours des quinze dernières années, s'efforçant inlassablement de persuader les milieux aéronautiques officiels des immenses avantages que pouvait apporter le ravitaillement en vol dans tous les cas où un grand rayon d'action devait s'allier à une charge utile élevée, qu'il s'agit d'exploitation commerciale de lignes aériennes transocéaniques ou de raids de bombardement à grande distance. L'appareillage imaginé et progressivement perfectionné sous son impulsion fit l'objet de nombreux essais systématiques qui permirent d'élaborer la technique actuelle de la prise de contact en vol entre deux appareils, ravitailleur et ravitaillé, et de l'opération même de ravitaillement qui tend, avec le maximum de sécurité, vers un automatisme de plus en plus parfait.

Rappelons que, dès avant la dernière guerre, au cours de l'été de 1939, des hydravions Short de la classe « Empire », *Cabot* et *Caribou*, ont accompli seize traversées de Hythe (Angleterre) à Montréal (Canada) avec ravitaillement en vol après décollage à l'escale de Foynes (Irlande) au voyage aller, et celle de Botwood (Terre-Neuve) au voyage de retour. Les avions-citernes, des Handley-Page « Harrow » transformés, étaient basés respectivement à Rineanna (Irlande) et Gander (Terre-Neuve); ils rattr

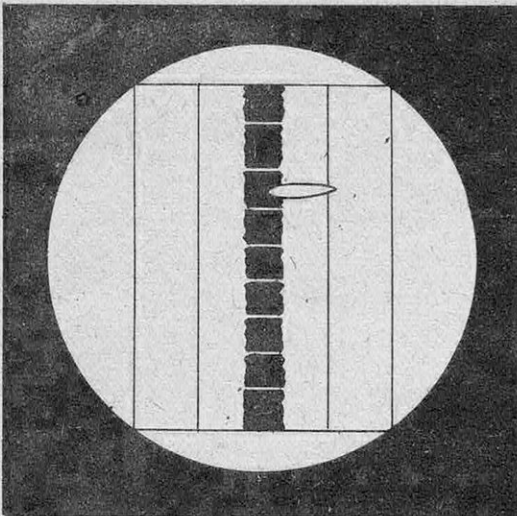


FIG. 1. — REPÉRAGE D'UN AVION PAR LE SYSTÈME EURËKA-RÉBECCA

Cette figure montre schématiquement ce qui apparaît sur l'écran de l'oscilloscope cathodique. La hauteur de la tache au-dessus de la ligne de base permet d'évaluer la distance de l'avion cherché, et sa position par rapport à la ligne médiane indique si cet avion se trouve à droite ou à gauche de l'observateur.

paient les paquebots aériens en vol et complétaient leur approvisionnement en combustible à 200-km/h, à raison de 400 litres/mn. Le poids total des hydravions au décollage, de 21 600 kg, se trouvait ainsi porté au début de la traversée à 23 800 kg, la différence représentant le poids de quelque 3 000 litres d'essence fournis par les avions-citernes en vol. Cette économie de poids se traduisait par une augmentation correspondante de la charge payante qui, sans cela, se fût trouvée insignifiante. La guerre vint interrompre ce service, que l'on se proposait de développer dans l'été de 1940.

Au début de 1944, la Royal Air Force projeta d'effectuer des bombardements à grande distance sur le Japon à l'aide de bombardiers Avro « Lincoln » qui devaient être ravitaillés en vol au milieu de leur parcours par des Avro « Lancaster » transformés. Plusieurs centaines d'avions devaient recevoir les équipements nécessaires et plusieurs centaines d'équipages devaient être entraînés pour ces opérations. La capitulation du Japon rendit inutiles tous ces préparatifs.

Enfin, au cours de l'année passée, des essais très poussés ont été conduits à l'instigation du ministère de l'Aviation civile britannique et des British South American Airways sur la route de l'Amérique du Sud, permettant d'accomplir sans escale le trajet Londres-Bermudes, avec ravitaillement en vol à la hauteur des Açores. Les avions ravitaillés étaient des Avro « Lancasterian » et les avions-citernes des Avro « Lancaster ». Ces essais doivent être repris au cours des mois prochains sur la route de l'Atlantique nord.

### Interception et « contact »

Le ravitaillement en vol suivant la technique de la *Flight Refuelling Co.*, que dirige Sir Alan Cobham, est une opération que l'on peut compa-

rer dans une certaine mesure au ravitaillement en mer d'un navire par un « tanker », tel que l'ont pratiqué en particulier, au cours de la dernière guerre, un certain nombre de sous-marins allemands. En fait, l'opération paraît beaucoup plus facilement exécutable en vol qu'à la surface de la mer et dépendre beaucoup moins des conditions météorologiques. L'expérience a prouvé que l'on pouvait la mener à bien la nuit comme le jour et par tous les temps' sauf au milieu des nuages, car, jusqu'à présent, la prise de contact entre les deux appareils exige la visibilité directe au dernier moment. Mais, dans l'immense majorité des cas, il doit suffire de choisir convenablement l'altitude de navigation pour que cette condition soit remplie.

La première phase de l'opération, qui s'effectue tout entière sous la responsabilité du pilote de l'avion-citerne, est l'interception de l'avion de ligne par l'appareil ravitailleur. (Nous nous plaçons dans le cas le plus général d'un ravitaillement à effectuer en un point et à une heure convenus à l'avance sur la route de l'avion de ligne : aux Açores, par exemple, sur la ligne Londres-Bermudes.) Bien entendu, tant avant le décollage que pendant tout son vol, le pilote ravitailleur est tenu informé par radio de la route, de l'horaire et de l'altitude de navigation de l'avion civil qu'il doit trouver, et il manœuvre en conséquence pour se placer sur son chemin.

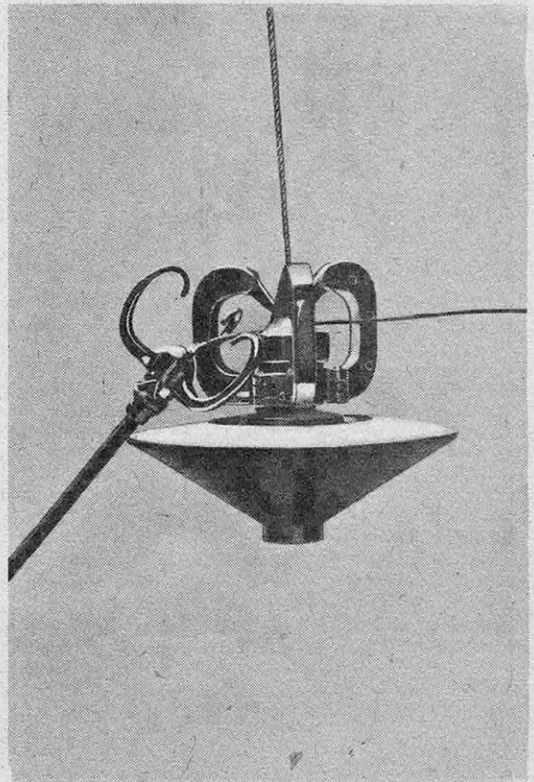


FIG. 2. — L'EXTRÉMITÉ DU CÂBLE DE REMORQUE PORTANT LE POIDS CONIQUE ET LE GRAPPIN OU S'EST ACCROCHÉ LE HARPON DU CÂBLE DE LIAISON DE L'AVION-CITERNE



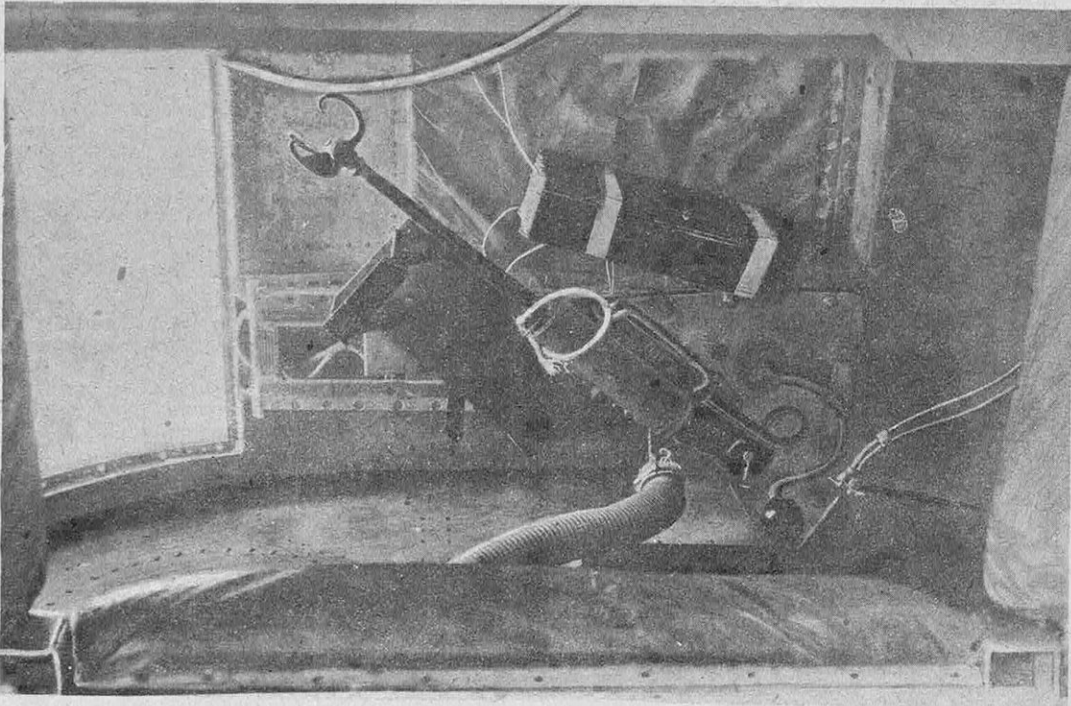


FIG. 3. — LE CANON LANCE-AMARRE EN POSITION DE REPOS

On aperçoit le harpon prêt au lancement et le câble de liaison replié dans le récipient rectangulaire.

Mais il est surtout guidé dans sa recherche par le radar, qui lui indique à chaque instant la direction dans laquelle se trouve l'avion de ligne et sa distance. Le système utilisé est celui qui, sous le nom de « Euréka-Rébecca », fut mis au point pendant la guerre pour les parachutages précis. Il met en œuvre, sur l'avion-tanker, un ensemble émetteur-récepteur, Rébecca, et sur l'avion de ligne une balise automatique réceptrice-émettrice, Euréka. L'émetteur de l'avion ravitailleur envoie des impulsions électromagnétiques brèves qui, reçues par la balise Euréka portée par l'avion à ravitailler, provoquent sa réponse sous forme d'émission d'impulsions nouvelles, lesquelles, à leur tour, sont reçues par le récepteur du premier appareil. Elles laissent une trace lumineuse sur l'écran d'un oscillographe cathodique ; on déduit de la hauteur de cette tache au-dessus d'une base de temps, hauteur qui est fonction de la durée de transmission dans les deux sens, la distance qui sépare les deux appareils et, de sa position à droite ou à gauche de la ligne médiane, la direction de la balise par rapport à la ligne de vol de l'avion-tanker (ce dernier porte deux antennes latérales réceptrices que les ondes viennent frapper successivement lorsque la balise ne se trouve pas exactement dans son axe). Ce dispositif de détection fonctionne entre une centaine de kilomètres et quelques centaines de mètres. A partir de cette distance, la prise de contact s'effectue à vue. (Des appareils radioélectriques seraient en cours de mise au point pour les cas rares où la visibilité serait insuffisante.)

Pour établir une liaison matérielle entre les deux appareils en vol, l'avion-citerne se place à

tribord, c'est-à-dire sur la droite de l'avion de ligne, un peu au-dessous de lui et sur son arrière. L'avion de ligne déroule un câble de remorque d'une centaine de mètres de long, portant à son extrémité un grappin et un accouplement bayonnette, et lesté par un poids conique qui l'empêche de « fouetter ». Sous l'action de la résistance de l'air, ce câble tendu dessine une courbe à concavité tournée vers le bas dans laquelle l'opérateur de l'avion-citerne lance un harpon fixé à un câble de liaison de 90 m. Il emploie pour cela un canon lance-amarre analogue à ceux utilisés pour les sauvetages en mer. Ce canon n'est pas orientable et est monté à poste fixe de manière à faire un angle de 40° environ avec l'axe de vol. Le câble de liaison du harpon se trouve rabattu vers l'arrière par le courant d'air relatif ; il rencontre le câble de remorque de l'avion de ligne et glisse sur lui jusqu'à ce que le grappin et le harpon s'accrochent.

Cette opération d'accrochage, qui semble la plus délicate, est en réalité d'une exécution très aisée. Sa réussite dépend essentiellement de la position adoptée par le pilote de l'avion ravitailleur pour le lancement du harpon (il dispose d'une marge d'une trentaine de mètres, plus que suffisante pour couvrir les erreurs qu'il peut commettre dans l'appréciation des distances). Elle est aussi facile à conduire la nuit que le jour, un simple projecteur de bord suffisant pour rendre visible le câble de remorque, coloré d'ailleurs en jaune afin qu'il se détache bien sur le fond sombre.

C'est au cours de cette prise de contact que s'effectue l'égalisation des potentiels électriques des deux avions. Les avions en vol se chargent

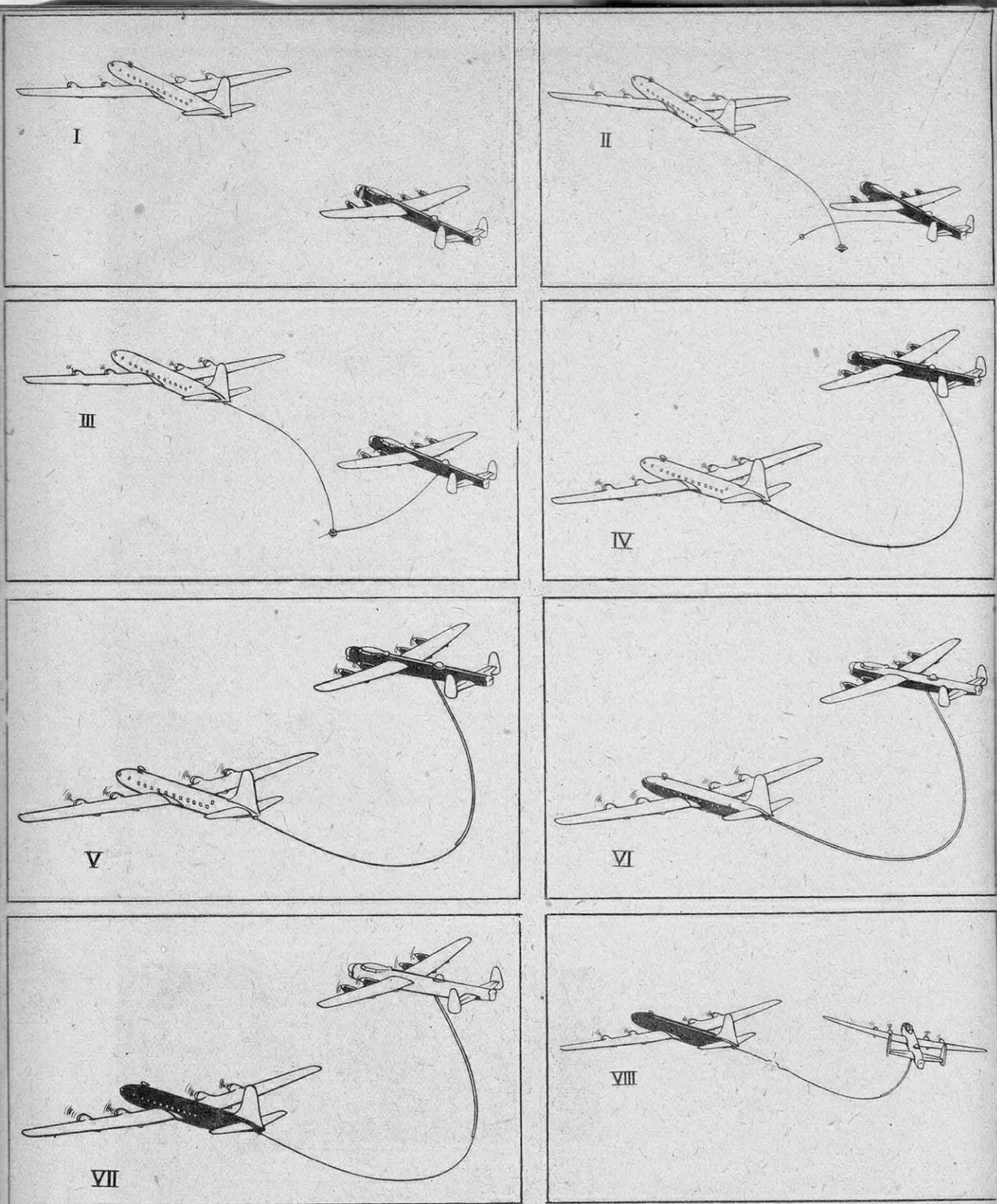


FIG. 4. — LES DIFFÉRENTES PHASES D'UN RAVITAILLEMENT EN VOL

I, l'avion-citerne prend position au-dessous, à droite et en arrière de l'avion de ligne; II, lancement du harpon dans la boucle du câble de remorque; III, accrochage du harpon dans le grappin à l'extrémité du câble; IV, l'avion-citerne hale le câble et prend position au-dessus, à droite et en arrière de l'avion de ligne; V, l'avion de ligne hale le câble de remorque auquel a été fixée l'extrémité de la conduite de carburant; VI, l'essence s'écoule par gravité d'un appareil à l'autre; VII, le ravitaillement terminé, la conduite est libérée à l'extrémité du câble; VIII, l'avion-citerne s'éloigne, le câble de remorque se rompt au point fixé à l'avance. Les deux appareils halent à bord l'un le câble, l'autre la conduite.

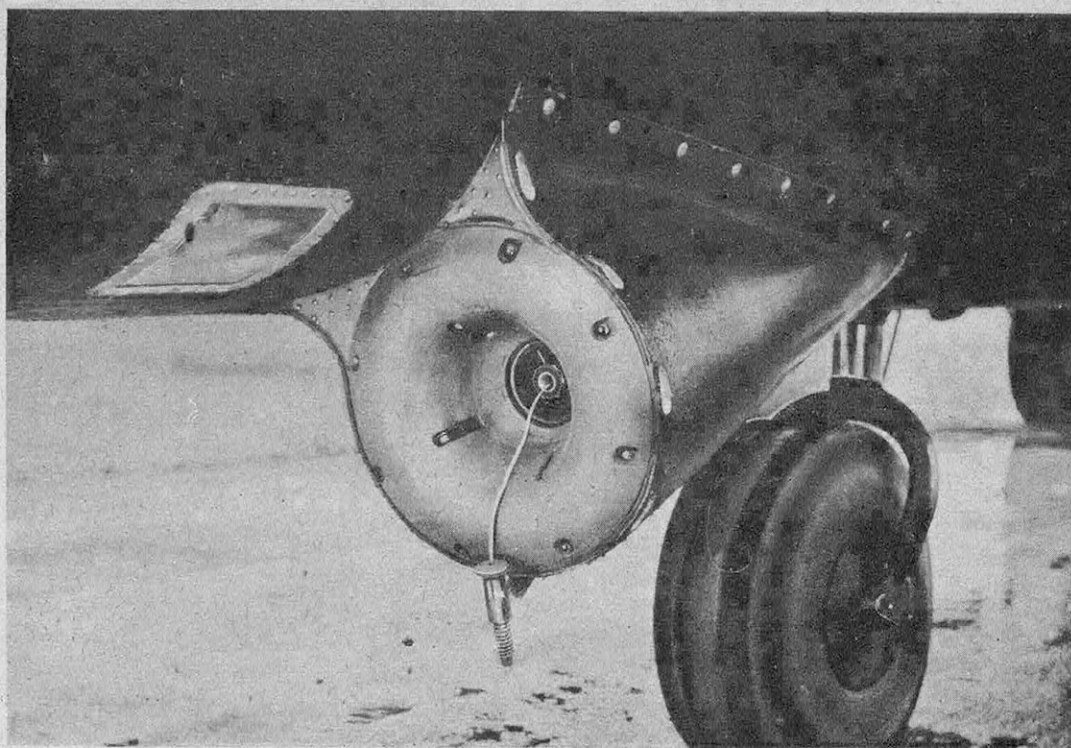


FIG. 5. — LA CLOCHE D'ACCOUPLMENT A L'ARRIÈRE DE L'AVION DE LIGNE, AU CENTRE DE LAQUELLE PASSE LE CÂBLE DE REMORQUE TERMINÉ PAR L'ACCOUPLMENT BAYONNETTE AUQUEL SERA FIXÉ LE BEC DE LA CONDUITE D'ESSENCE

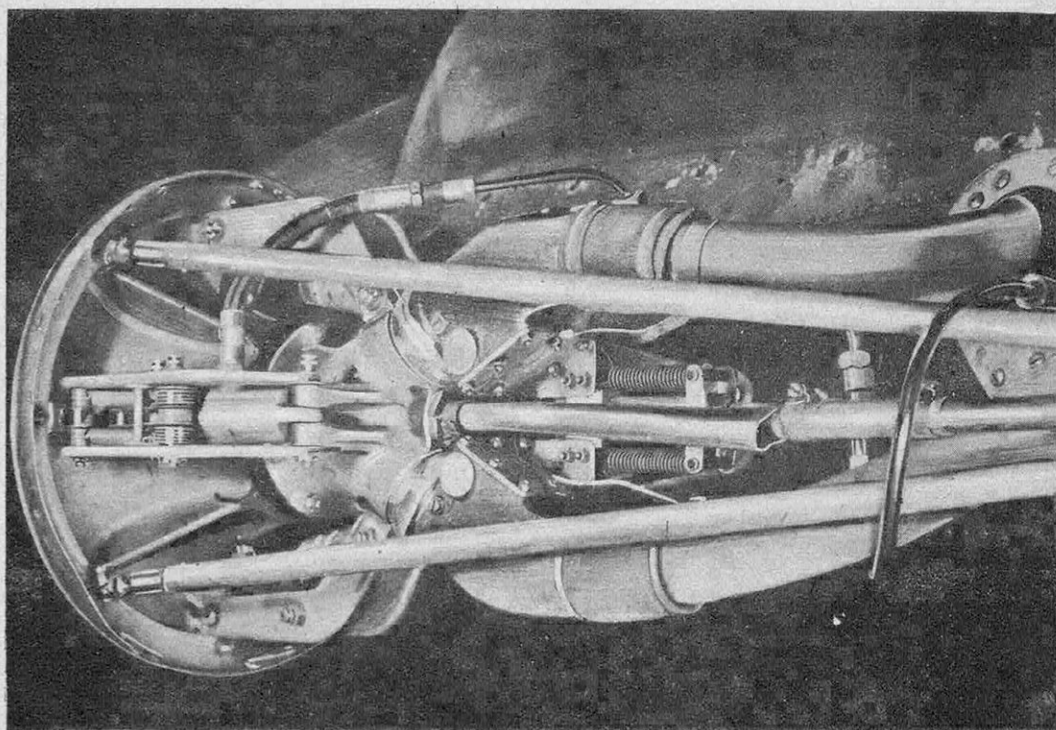


FIG. 6. — VUE ARRIÈRE DE L'ACCOUPLMENT PORTÉ PAR L'AVION RAVITAILLÉ

On remarque la bifurcation de la canalisation d'essence, entre les branches de laquelle est logé le tube où passe le câble de remorque. Sur la face arrière de la cloche, à gauche, les griffes d'accouplement liées à la commande hydraulique des valves.

en effet d'électricité et, si on laissait subsister une différence de potentiel, une décharge pourrait se produire au cours du ravitaillement et risquerait d'enflammer le combustible. Le câble de remorque en acier, recouvert de caoutchouc sur une grande partie de sa longueur, est dénudé à son extrémité sur une longueur de 20 m environ. C'est là, à une soixantaine de mètres de distance de l'un et de l'autre appareil, que jaillit éventuellement l'étincelle d'égalisation, lorsque le câble de liaison du « tanker » vient y frotter.

### Le ravitaillement

La liaison étant ainsi établie entre les deux appareils, l'avion-citerne change de position et va se placer à un niveau un peu supérieur à celui de l'avion de ligne, toujours à tribord. L'opérateur du « tanker » met en marche le treuil qui hale le câble de liaison, et, lorsque l'extrémité du câble de remorque de l'avion de transport arrive à sa portée, il en détache le poids conique et le grappin, engage l'accouplement bayonnette dans le bec de la conduite de carburant et déroule cette dernière. C'est au tour de l'opérateur à bord de l'avion de transport d'actionner le treuil de halage de son câble, jusqu'à ce que l'orifice du tube vienne s'engager dans l'orifice correspondant des canalisations de bord, à l'arrière de l'appareil, et s'y verrouille automatiquement.

Cet accouplement arrière comporte essentiellement un bloc en forme de cloche muni de quatre griffes actionnées hydrauliquement qui pressent

le bec de la conduite souple contre les parois de la cloche recouvertes de néoprène pour assurer l'étanchéité du joint. Le câble de halage passe par le centre de la cloche et s'enroule sur le treuil. Pour lui livrer passage, la canalisation reliant la cloche aux réservoirs de bord bifurque, et dans chacune des branches sont disposées des valves automatiques liées aux griffes d'accouplement de telle sorte que ces valves sont ouvertes lorsque les griffes sont serrées et se ferment automatiquement lorsque les griffes se desserrent. Ce dispositif joue un rôle important pour la sécurité de l'opération. En effet, il peut se produire, lorsque les conditions météorologiques sont très mauvaises, que les avions suivent difficilement leur ligne de vol et que la conduite de carburant se tende dangereusement. Lorsque l'effort sur l'accouplement dépasse quelque 600 kg, les griffes se relâchent pour libérer la conduite, ce qui provoque la fermeture automatique des valves, empêchant la fuite du carburant déjà transvasé. Il restera dans ce cas à rétablir la liaison en reprenant à son début la suite des opérations déjà décrites. Plusieurs harpons sont en réserve pour cela sur l'avion ravitailleur.

La conduite de carburant est un tuyau souple de 75 m de longueur et d'un diamètre intérieur de 5 cm, en caoutchouc résistant à l'essence, renforcé par un revêtement textile et armé d'un fil d'acier spiralé. Elle s'enroule dans l'avion-citerne sur un treuil à joint axial tournant qui la met en communication avec les réservoirs de carburant, et qui est muni d'un frein puissant mis en action lors du déroulement. Sa charge de rupture est de 2 700 kg.

Cette conduite une fois mise en place entre les deux appareils, il ne reste plus qu'à procéder au transbordement de l'essence, après avoir eu soin, pour éviter tout risque d'explosion, de purger toute la conduite, depuis la vanne de fermeture des réservoirs de l'avion-ravitailleur jusqu'aux évents de ceux de l'avion ravitaillé, en y envoyant un courant d'azote. De la sorte, dans toutes les canalisations, et au-dessus de l'essence dans tous les réservoirs, il règne une atmosphère inerte avant l'opération.

Le transvasement du carburant, amorcé si besoin est par une pompe à main, s'effectue tout simplement par gravité, à raison de plus de 400 litres à la minute. Sur les Avro « Lancaster », bombardiers transformés utilisés aux plus récents essais comme avions-citernes, on peut ainsi transvaser plus de 9 000 litres au total, en vidant les deux réservoirs spéciaux de chacun 2 700 litres installés à l'avant de l'ancienne soute à bombes et, au centre, le réservoir principal normal.

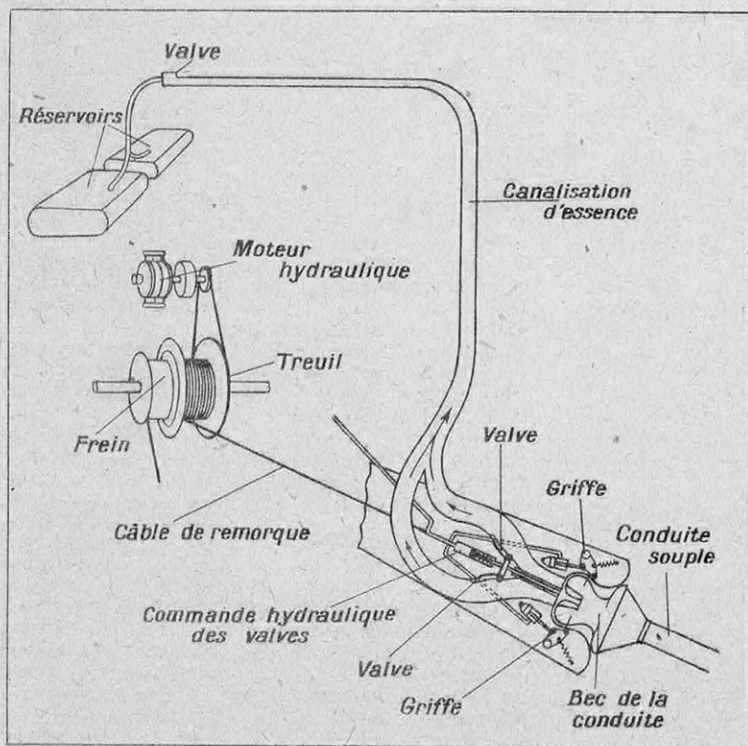


FIG. 7. — SCHÉMA DE L'ÉQUIPEMENT LOGÉ À L'ARRIÈRE DE L'AVION DE LIGNE  
Sur cette figure, on n'a représenté ni l'appareillage de commande des valves, ni celui de commande du moteur du treuil.

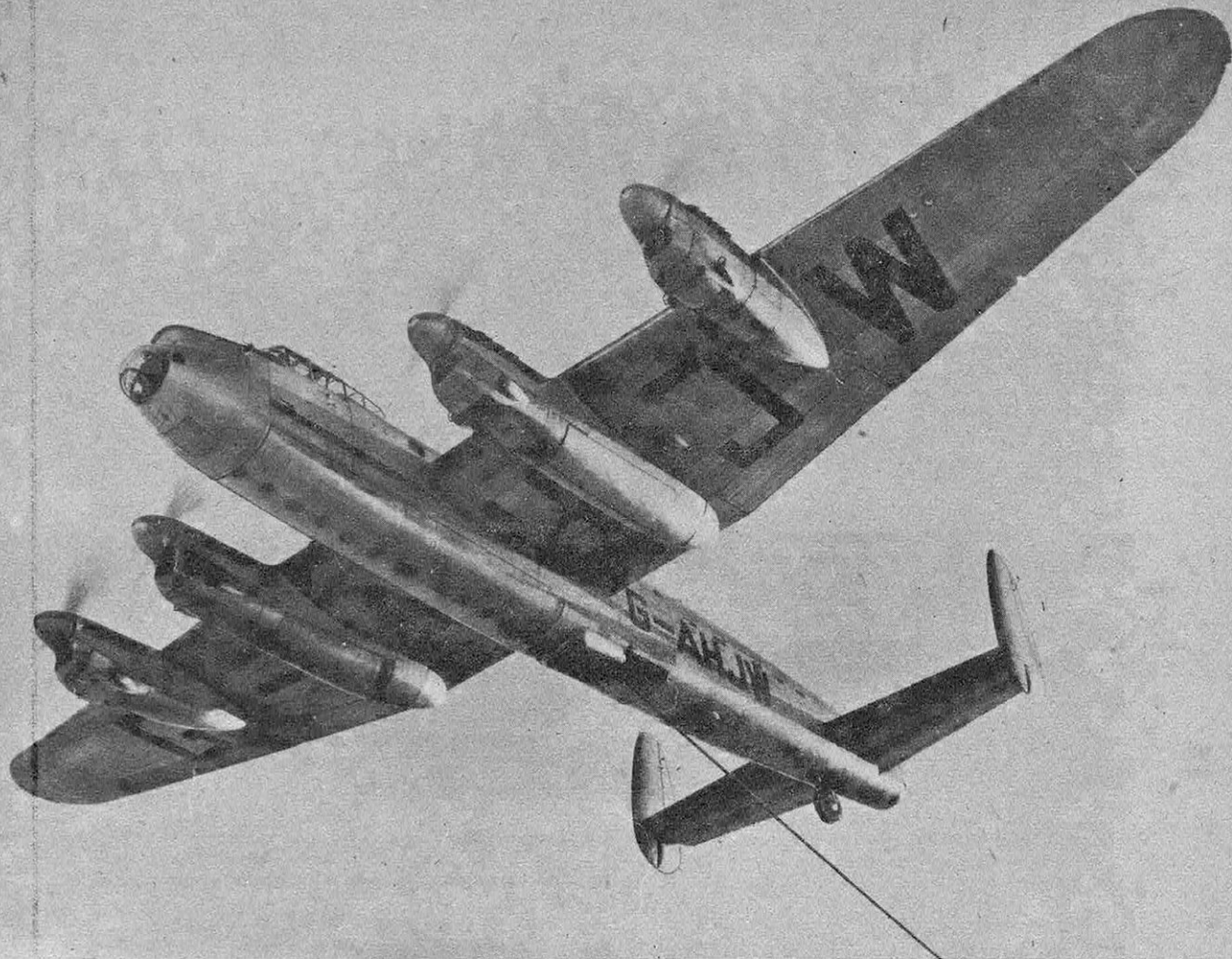


FIG. 8. — AVION « AVRO LANCASTER » ÉQUIPÉ EN AVION-CITERNE AU COURS D'UN RAVITAILLEMENT EN VOL.

Sur les réservoirs de l'avion ravitaillé, des valves automatiques de sécurité empêchent le débordement et provoquent, quand le remplissage est terminé, la fermeture des valves d'alimentation.

L'opérateur de bord découple alors la conduite qui flotte à l'extrémité du câble de remorque qui se déroule. L'avion-citerne s'éloigne à tribord en tendant la conduite et provoque la rupture d'un tronçon du câble de remorque que l'on a prévu à cet effet de plus faible résistance. Il ne reste plus aux opérateurs qu'à mettre en marche les treuils pour rentrer à bord, l'un le reste du câble, l'autre le tube ravitailleur.

L'ensemble des opérations de ravitaillement ne demande que vingt à vingt-cinq minutes, et l'on a pu les effectuer sans incident à la vitesse normale de vol de 360 km/h.

### Les avantages commerciaux du ravitaillement en vol

La technique du ravitaillement en vol, telle que nous venons de l'exposer, semble donc parfaitement au point. Elle ne comporte que des risques d'incendie négligeables et les résultats des plus récents essais sont plus qu'encourageants. Quels avantages peut-elle offrir pour l'exploitation des lignes aériennes ?

Le plus évident est la possibilité de réduire le poids total d'un appareil au décollage par rap-

port à son poids normal en vol, en lui permettant de quitter le sol avec une quantité de carburant très limitée et de compléter ses approvisionnements à l'altitude normale de vol. Or, avec les gros avions actuels, c'est précisément le décollage qui constitue de beaucoup la partie la plus délicate d'un voyage. L'augmentation des charges alaires et des charges au cheval oblige à de longs roulements au sol et par suite à prévoir des aérodromes de plus en plus vastes, donc de plus en plus coûteux à établir. On peut bien envisager de réduire ces longueurs de roulement par l'emploi de divers artifices tels que catapultes ou fusées auxiliaires (1), mais, outre qu'on peut difficilement les admettre dans une exploitation commerciale, car ils soumettent les passagers à des accélérations inadmissibles, ils ne permettent pas d'éliminer la menace la plus grave, celle de la défaillance inopinée d'un groupe propulseur. Si elle vient à se produire avant que l'avion ait pris une hauteur suffisante, celui-ci est rarement capable de manœuvrer pour atterrir de nouveau rapidement sans accident, et les énormes quantités de carburant chargées pour un long voyage transformeront trop souvent un tel accident en désastre. Aussi des limitations très strictes ont-elles été imposées par des organismes internationaux aux divers types d'appareils quant aux charges totales admissibles au

(1) Voir : « Les fusées de décollage » (*Science et Vie*, n° 357, juin 1947).

décollage. Comme on ne peut songer à réduire sensiblement la provision de combustible, fonction de la longueur de l'étape à franchir, on se trouve contraint de faire porter ces restrictions sur les charges payantes, au point que la rentabilité du service se trouve sérieusement compromise. On ne pourra y échapper qu'en augmentant, si tant est que cela soit possible, le nombre des escales intermédiaires.

Le ravitaillement en vol apporte à ce problème une solution séduisante. Au prix d'une faible augmentation de la charge non payante, due au poids de l'équipement spécial de bord (celui réalisé par la *Flight Refuelling Co.* ne pèse que 135 kg et n'exige pour son installation aucune modification de la structure de l'appareil), il apporte la possibilité d'embarquer la charge payante maximum sans dépasser les limites imposées au décollage et sans nuire au rayon d'action, puisque la surcharge de carburant est fournie en vol. Les ravitaillements intermédiaires en vol pourront supprimer une ou plusieurs escales et les pertes de temps et d'argent qui en résultent, gain d'autant plus appréciable que les vitesses de vol sont plus grandes. Ils ne nécessitent pas d'installations spéciales au sol et leur coût serait relativement peu élevé, 250 000 francs, estime-t-on, en moyenne, par opération, se traduisant par une augmentation de frais de l'ordre de 3 ou 4 fr par passager-kilomètre.

Des résultats encore plus appréciables pourront sans doute être obtenus lorsque entreront en exploitation les appareils commerciaux actuellement projetés, faisant appel à la propulsion par turboréacteur. Les conditions mêmes de fonctionnement de ces propulseurs ne leur permettent de développer au décollage, où la vitesse est relativement faible, que des efforts réduits, d'où une augmentation des longueurs de roulement. Le ravitaillement en vol de ces appareils ne doit soulever aucune difficulté spéciale.

Quoi qu'il en soit, avant que cette technique soit définitivement adoptée, un certain nombre d'objections devront être surmontées. Les plus graves visent le danger possible d'incendie, qui ne paraît pas à certains complètement écarté, les risques de collision en vol, la difficulté d'établir des contacts dans la brume et les défaillances possibles des liaisons radar qui exposeraient les avions se trouvant à court d'essence à des atterrissages imprévus dans des conditions météorologiques défavorables. Il paraît, d'autre part, fâcheux que le pilote de ligne, en principe seul maître à bord, doive se soumettre à l'autorité du pilote de l'avion-tanker pendant une phase particulièrement délicate du vol, celle du ravitaillement. Des recherches sont en cours pour rendre l'opération presque entièrement automatique en en laissant le contrôle direct au seul pilote de ligne.

Jacques BRÉDAT

La Grande-Bretagne est probablement le pays le plus avancé, après les États-Unis, dans le domaine de l'utilisation de l'énergie atomique. Son avance sur l'U. R. S. S. et sur la France est due à plusieurs facteurs, notamment aux travaux d'avant-garde poursuivis entre 1940 et 1942 en vue de produire des bombes atomiques, aux recherches menées après 1942 au Canada en collaboration plus ou moins étroite avec les physiciens et industriels des États-Unis, au potentiel industriel chimique et métallurgique très élevé dans les îles britanniques, aux sources importantes d'uranium et de thorium du Commonwealth, au nombre relativement important de physiciens atomiciens formés principalement par Lord Rutherford à Cambridge, enfin aux larges moyens financiers mis à la disposition des laboratoires par le Gouvernement (30 millions de livres sterling en 1946), par des mécènes (Lord Nuffield, Sir Austin, Sir Wills, Rockefeller, Carnegie) et par des entreprises industrielles (Imperial Chemical Industries, Sunlight, Metropolitan-Vickers, etc.). Une première pile atomique au carbone (1) est en fonctionnement à Harwell depuis le 15 août dernier et une seconde, plus importante, est en construction, qui sera achevée en 1948. Un cyclotron y est en chantier et fournira des protons de 150 millions d'électronvolts et un accélérateur type Van de Graaf de 5 millions de volts y est aux essais. D'autres établissements atomiques s'édifient en Grande-Bretagne, notamment celui de Malvern où l'on construit un accélérateur linéaire et un synchrotron (2). Les universités font de leur côté de grands efforts : Belfast, Glasgow, Edimbourg, Manchester, Leeds, Londres rivalisent avec Liverpool, Birmingham, Bristol et Harwell pour ravir à Oxford et Cambridge la première place à la tête de la recherche scientifique en Grande-Bretagne. Il est inutile de faire ressortir les avantages inhérents à cet esprit de décentralisation qui répartit les responsabilités et augmente le rendement en favorisant l'émulation.

(1) Voir dans ce numéro, page 41.

(2) Voir : « Nouveaux engins accélérateurs de particules » (*Science et Vie*, n° 346, juillet 1946).

# LE CHOLÉRA

par P. CHASSAGNE

Médecin assistant des Hôpitaux de Paris,  
Chef de la Section d'Épidémiologie de l'Institut National d'Hygiène.

**L'**un des plus terribles fléaux qui aient décimé l'humanité au cours de l'histoire faisait, il y a quelques semaines, plusieurs centaines de victimes par jour au Caire, à cinq journées de bateau et à dix heures de vol de Marseille. Le choléra, qualifié d'« asiatique » parce que ses foyers permanents se trouvent aux Indes, a plusieurs fois envahi le monde depuis que les communications, plus faciles, favorisent sa dissémination. Heureusement, nous sommes mieux armés que dans l'ancien temps pour lutter contre la maladie, et, si, malgré le progrès des méthodes curatives, la mortalité par le choléra reste très élevée, l'application stricte de mesures préventives beaucoup plus faciles à faire observer dans les pays occidentaux qu'aux Indes ou en Égypte, et en particulier une meilleure politique de l'eau doivent parvenir à empêcher qu'il n'étende ses ravages à notre pays comme il le fit plusieurs fois au XIX<sup>e</sup> siècle.

**L**e choléra asiatique ou *Cholera morbus* (d'un mot grec signifiant flux de bile) est une maladie infectieuse, épidémique et contagieuse à localisation intestinale. Bien que Filippo Paccini ait signalé, en 1855, la présence de « vibrions recourbés » dans les selles des cholériques, le mérite de la découverte de l'agent du choléra revient à Robert Koch. Celui-ci le mit en évidence en Égypte, en 1883, et put en effectuer la culture aux Indes l'année suivante. Sa forme spéciale fait parfois donner au vibron cholérique le nom de « bacille virgule ».

## Les grandes épidémies de choléra

Cette affection semble connue dès la plus haute antiquité. Les textes sanscrits, plusieurs siècles avant notre ère, décrivent sous le nom de

« visūci » ou « cftānga » une maladie qui y ressemble en tout point. Pendant longtemps, l'absence de moyens de transport a localisé l'affection dans l'Inde et en Extrême-Orient où elle est encore prédominante. Dans ces régions, il semble que les épidémies se déclenchaient de temps en temps à l'occasion d'une famine, d'une inondation ou d'une guerre. Les explorateurs des Indes furent les premiers Occidentaux frappés par la maladie. L'expédition de Vasco de Gama, en 1499, fut atteinte, et après elle les nombreux explorateurs portugais, hollandais, anglais, français qui suivirent. En 1620, MacPherson la signale dans l'archipel de la Sonde. Au xvii<sup>e</sup> et au xviii<sup>e</sup> siècle, des épidémies très meurtrières éclatent dans l'Inde et en Malaisie. Les peuples désertent les villes et créent une divinité protec-

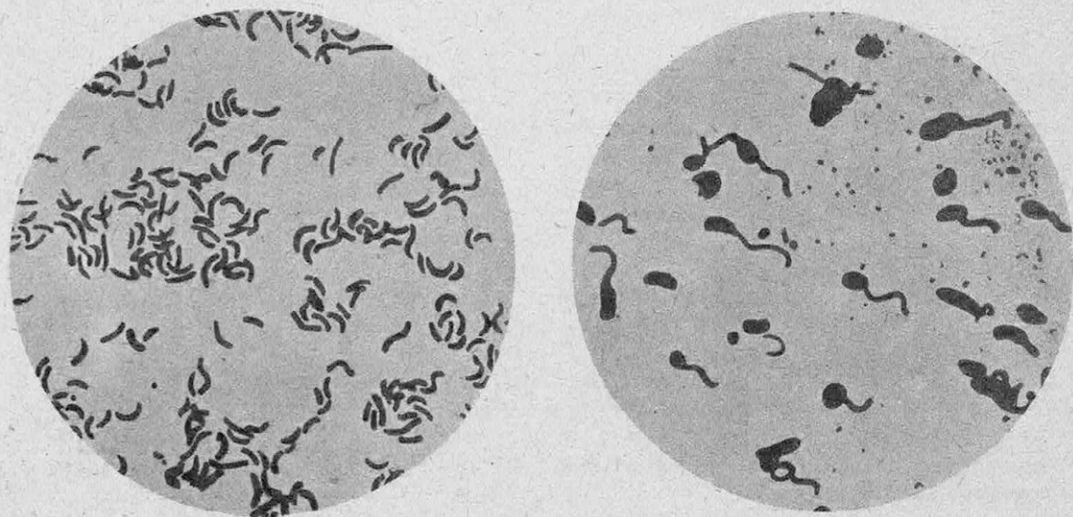


FIG. 1 ET 2. — DEUX MICROPHOTOGRAPHIES DU VIBRION CHOLÉRIQUE

A droite, une préparation fraîche : le vibron présente un cil spiralé que certains colorants mettent en évidence. A gauche, vibrions cholériques cultivés trente-six heures sur gélose ordinaire. (Photo Nowak.)

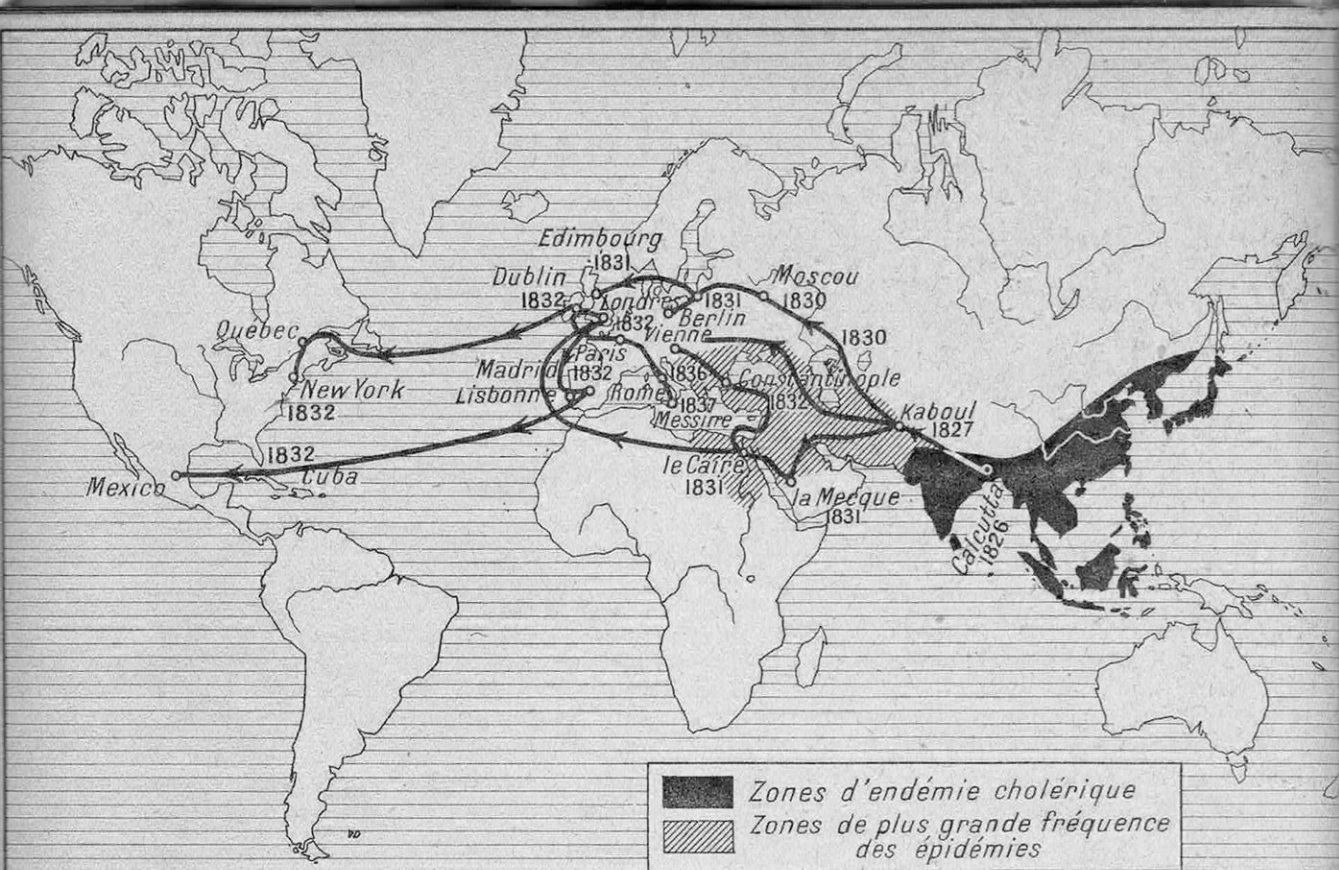


FIG. 3. — LA PREMIÈRE PANDÉMIE DE CHOLÉRA (1826-1837)

L'épidémie, comme toutes celles qui l'ont suivie, est partie du foyer permanent qu'entretiennent aux Indes les mauvaises conditions d'hygiène. Elle a emprunté tantôt le trajet des grands pèlerinages (retour du Gange et aller et retour de La Mecque principalement) et les principales voies de communications maritimes et continentales. Elle atteignit, en 1832, la France où elle sévit jusqu'en 1837.

trice du choléra, qu'ils implorent, la déesse Oola Beebee. Certains auteurs se sont demandé si la désaffection des populations pour certaines villes aussi florissantes que le témoignait par exemple les ruines d'Angkor n'était pas la conséquence d'un phénomène de ce genre.

En France, le choléra aurait déjà été signalé à Nîmes en 1564. Mais la première grande pandémie (fig. 1) débute en 1826, à Calcutta et frappe tout l'Extrême-Orient, la Perse, l'Arabie, l'Afrique du Nord, toute l'Europe. Elle atteint la France en 1832, puis, franchissant l'Atlantique Nord, touche Cuba et le Mexique. C'est au cours de cette épidémie que mourut Casimir Périer, premier ministre de Louis-Philippe. Il avait contracté la maladie au cours d'une visite à l'Hôtel-Dieu, où étaient soignés les cholériques.

Une deuxième pandémie débute en 1840, à l'occasion d'un déplacement de troupes du Bengale, région infestée, vers la presqu'île de Malacca. La maladie ravage la Chine, l'Himalaya l'Afghanistan, la Perse, la Russie, la Pologne, l'Allemagne, l'Angleterre et la France, qu'elle atteint en 1848. Elle franchit la Méditerranée, sévit en Afrique du Nord, traverse l'Atlantique et s'étend au Canada et aux États-Unis.

La troisième pandémie, venue également des Indes, frappe particulièrement la France en 1854. La quatrième débute au Bengale en 1863, suit la route des caravanes, atteint Marseille et apparaît en Amérique du Sud. La cinquième pandémie, de même origine que la précédente, ravage particulièrement l'Égypte et atteint la France en 1884. La sixième pandémie débute

également aux Indes, en 1891, à l'occasion de la grande fête des bains sur le Gange. Elle atteint la France en 1894. La septième et dernière pandémie débute aux Indes en 1900. Elle frappe divers pays d'Europe (Russie, Allemagne, Roumanie, Italie, Hongrie, Autriche), mais épargne la France.

Depuis cette date, le choléra est resté localisé en Asie, et des mesures prophylactiques très sévères, que l'on verra plus loin, ont été décidées par la Convention Internationale de 1912. Celle-ci visaient particulièrement l'état sanitaire des participants du célèbre pèlerinage de La Mecque. Leur efficacité a été certaine puisque leur application a fait tomber le nombre des décès de pèlerins dus au choléra, de 20 000 en 1907, à moins de 1 000 en 1912. Actuellement, le choléra persiste aux Indes et dans les colonies françaises d'Extrême-Orient. Dans ces dernières, la lutte entreprise par le Service de Santé colonial a diminué considérablement le nombre des cas et des décès (5 825 cas en 1929, 572 en 1932). Aux Indes, par contre, le choléra prend encore, de temps en temps, un aspect épidémique. En 1929, on a compté 336 950 cas avec 217 900 décès. En 1934, 544 243 cas avec 270 943 décès ; en 1945, 417 888 cas avec 278 507 décès. Par comparaison, on peut noter qu'en 1945 on a seulement constaté aux Indes 54 430 cas de peste avec 28 356 décès.

Le choléra apparaît ainsi comme une maladie extrêmement redoutable, dont aucun pays ne peut se considérer comme hors d'atteinte, et la brusquerie de son extension récente en Égypte en est une nouvelle preuve.



### Les principaux signes de la maladie

Le délai entre le contact avec le contaminateur et le début de la maladie est très court : de quatre heures à quatre jours. Brusquement, le malade est pris de vomissements incessants, de brûlures gastriques et d'une diarrhée d'une intensité variable, mais toujours très marquée, pouvant atteindre cent selles par vingt-quatre heures. Celles-ci sont blanchâtres, eau de riz, d'odeur fétide (1). Très rapidement, le malade (fig. 4) est profondément déshydraté, le ventre creux, les lèvres bleues, les dents sèches, les yeux encaqués, en proie à des douleurs abdominales intenses, à une soif intolérable qu'il ne peut satisfaire, rejetant aussitôt tous les liquides qu'il absorbe. La température cutanée baisse progressivement ; elle peut atteindre 30°, 25° et même 19° C : c'est l'*algidité*, très caractéristique de la maladie. Par contre, la température rectale s'élève souvent et peut atteindre 39°. La tension artérielle est extrêmement basse, les bruits du cœur sont sourds. Le malade se plaint de crampes musculaires très pénibles atteignant principalement les membres inférieurs et l'abdomen, se répétant par périodes. L'extrême déshydratation explique l'absence d'urine. L'intelligence reste cependant intacte au milieu de ce tableau dramatique. Le malade assiste avec une angoisse croissante à l'évolution de sa maladie. Celle-ci est variable suivant la gravité des épidémies. Dans certains cas heureux, on assiste à une réaction favorable : les vomissements s'atténuent, la diarrhée se tarit, le malade se réhydrate avec avidité, la tension artérielle se

(1) En ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique à un échantillon de selle cholérique, on obtient une teinte rouge due à la présence d'indol (réaction du choléra-roth).

relève, et le sujet se rétablit avec une rapidité parfois surprenante. Par contre, dans les formes sévères, l'évolution se fait vers la mort par atteinte bulbaire, précédée, dans certains cas, d'une période de délire avec agitation, dans un état de déshydratation complète ; le malade semble avoir la peau collée aux os et a déjà l'aspect d'un cadavre avant sa mort.

La gravité du choléra varie suivant les cas. Certaines épidémies tuent 90 p. 100 des malades, d'autres beaucoup moins, de 15 à 20 p. 100. Chez les jeunes enfants, la mortalité est voisine de 100 p. 100. Il ne faut toutefois pas confondre l'affection qu'on a coutume d'appeler « choléra infantile » et qui est une gastro-entérite saisonnière, relativement fréquente sous nos climats, avec le choléra asiatique. Ces deux affections n'ont de commun que l'intensité de la diarrhée et la sévérité de l'évolution. Bien entendu, la gravité de la maladie est encore augmentée lorsque s'y associent d'autres affections épidémiques : la dysenterie ou le typhus (retraite de l'armée serbe en Albanie, en 1916). Une première atteinte de choléra confère en général l'immunité, mais celle-ci n'est pas absolue ni surtout très durable, et ne dépasserait pas quelques années.

### Le vibron cholérique et sa transmission

Le vibron de Koch se rencontre dans l'intestin et les selles des cholériques, mais également chez certains individus sains qui sont porteurs de germes. On le met en évidence dans l'eau, la boue, certains aliments : les fruits, les légumes, le lait. Certains animaux (chiens, porcs) ou insectes (mouches) peuvent parfois être infectés, mais toujours de façon peu durable.

Le vibron abonde dans la bile. Certains auteurs l'ont retrouvé dans le sang des malades,



FIG. 4. — LE FACIES CARACTÉRISTIQUE DU CHOLÉRIQUE (D'APRÈS « LE CHOLÉRA » DE VIOLE, MASSON, ÉDITEUR)

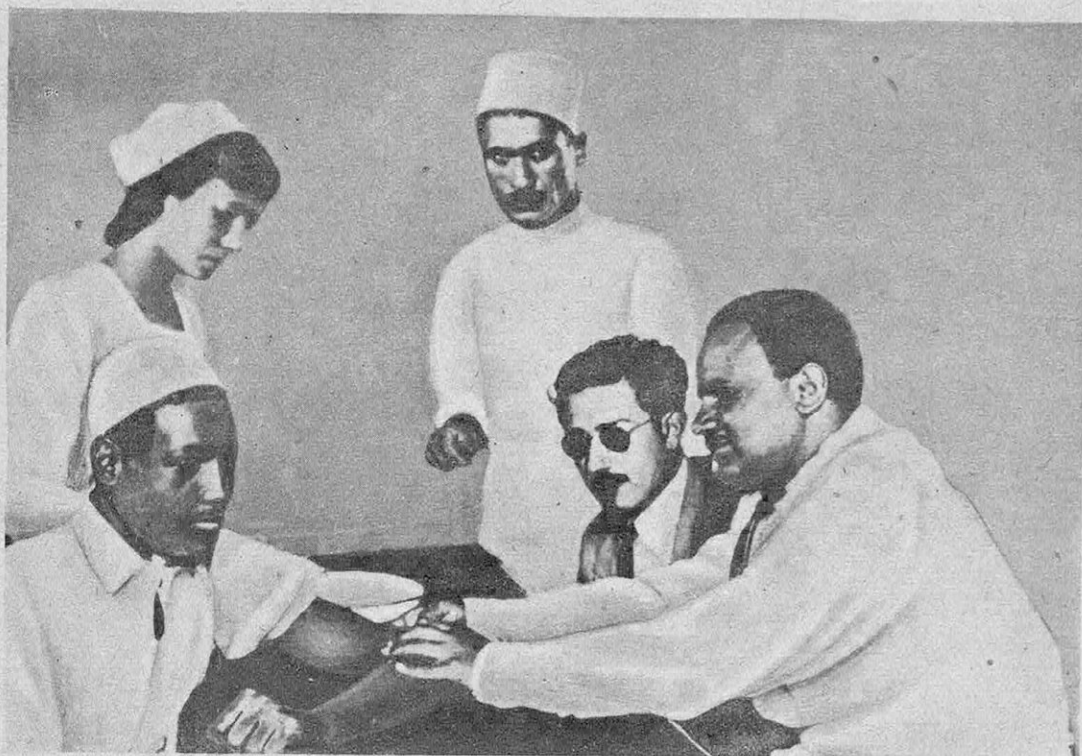


FIG. 5. — UN MÉDECIN ÉGYPTIEN INOCULE LE VACCIN ANTICHOLÉRIQUE (KEYSTONE)

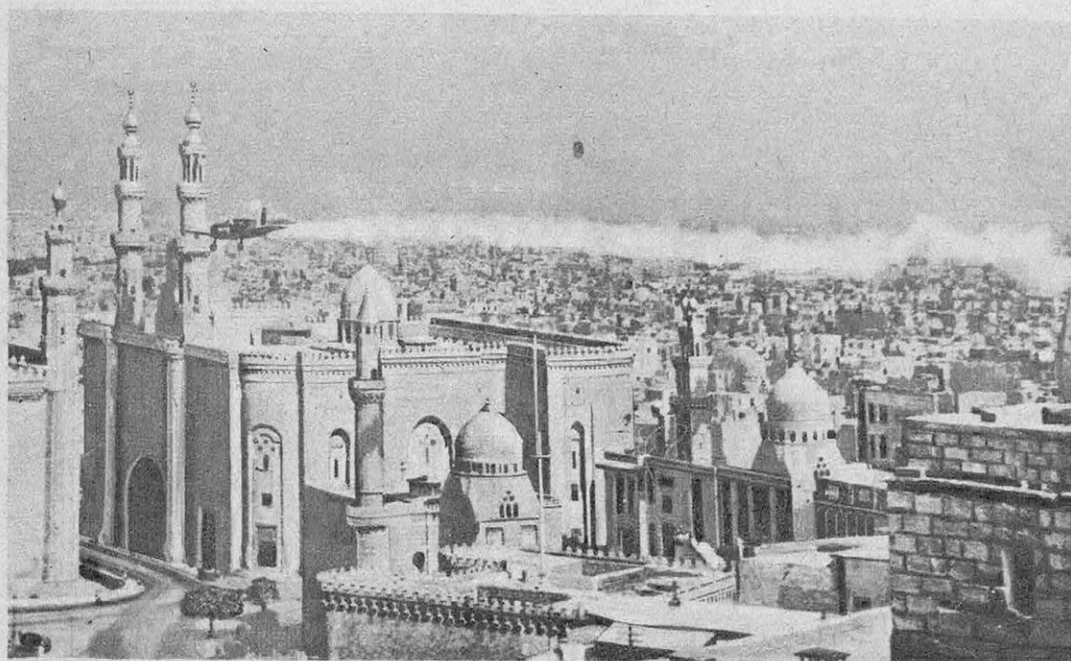


FIG. 6. — UN AVION DE L'ARMÉE ÉGYPTIENNE RÉPAND SUR LE CAIRE UN NUAGE DE POUDRE D. D. T.  
 Les insectes, et en particulier les mouches, peuvent porter et transmettre le germe du choléra, et c'est pourquoi on lutte par des applications massives de poudre insecticide contre ces agents de contamination qui franchissent tous les barrages sanitaires. (Associated Press.)

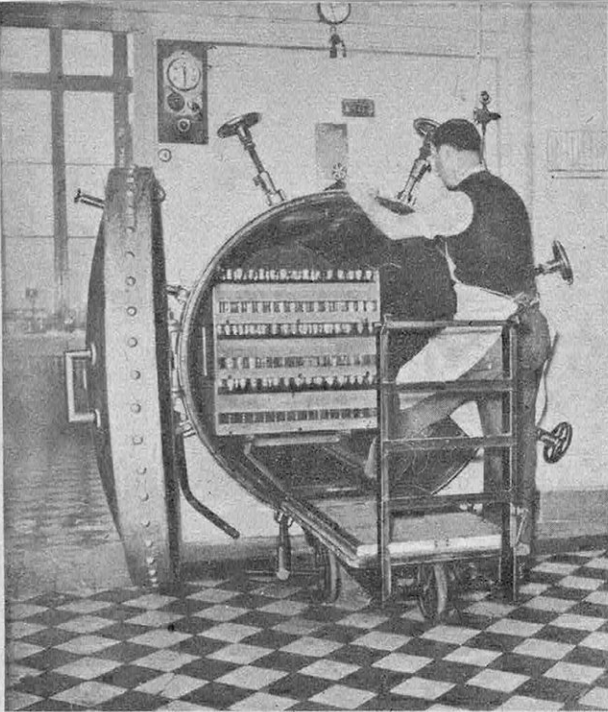


FIG. 7. — LA PRÉPARATION DU VACCIN ANTICHOLÉRIQUE A L'INSTITUT PASTEUR : LA STÉRILISATION DU MILIEU DE CULTURE

La fabrication des vaccins à grande échelle nécessite l'emploi de très grandes quantités de milieux de culture (bouillons de viande additionnés de divers produits); les milieux sont préparés dans de grandes marmites (300 l), clarifiés par centrifugation, puis stérilisés dans des autoclaves permettant de traiter une tonne de produit à la fois.

mais cette opinion est contestée. La résistance du vibron cholérique est variable suivant le milieu. Il est sensible à la lumière, à la chaleur, aux antiseptiques faibles; par contre, il peut, à l'abri de la lumière et de la dessiccation, conserver dans les selles des malades sa vitalité pendant plusieurs semaines.

Le diagnostic bactériologique du choléra est essentiellement fondé sur l'ensemencement en boîtes de Pétri, sur milieu au sang, d'une parcelle de mucus. Les colonies poussent rapidement. On peut aussi ensemencer sur eau peptonée, mais cette méthode rend l'isolement du germe plus difficile. Elle est surtout utilisée pour la recherche du vibron cholérique dans l'eau.

L'examen bactériologique des selles est particulièrement important en période d'épidémie pour déceler les porteurs de germes en apparence sains, mais susceptibles de disséminer la maladie.

Le vibron isolé, il convient encore d'en vérifier le caractère pathogène par diverses méthodes de séroagglutination ou d'hémolyse qui ont été principalement mises au point par les microbiologistes de l'Institut Pasteur de Saigon. Le sérodiagnostic (1) ou l'hémodiagnostic suivant la

(1) Le sérodiagnostic consiste à mettre en présence le sérum du malade et des émulsions de souches microbiennes. Lorsque le malade présente une maladie due à la souche envisagée, son sérum contient des principes agglutinants les microbes les uns aux autres. L'abondance des « agglutinines » est mise en évidence grâce à des dilutions successives du sérum. L'hémodiagnostic, variante de la méthode précédente, utilise le sang total et des souches microbiennes tuées. Il a l'avantage de pouvoir être fait au lit du malade et de donner une réponse rapide, mais ne permet pas d'avoir une opinion sur le faux des « agglutinines ». Voir : « Le typhus exanthématique » dans *Science et Vie*, n° 342, mars 1946.



FIG. 8. — L'ENSEMENCEMENT DES CULTURES DE VACCINS ANTICHOLÉRIQUES

L'opératrice dépose, à l'aide d'une pipette, quelques gouttes d'une culture sélectionnée de vibron cholérique sur le milieu de culture étalé dans des bouteilles plates (boîtes de Roux). L'ensemencement de 900 boîtes de Roux permet une récolte quotidienne de 600 000 cm<sup>3</sup> de vaccin, correspondant en moyenne à 300 000 doses. La suspension microbienne recueillie après un séjour de vingt-quatre heures dans une étuve de 37° est extraite des boîtes de Roux et répartie dans des ballons scellés. On tue alors les microbes en les chauffant pendant une heure à 56° C et on dilue plus ou moins la culture dans des quantités d'eau physiologique calculées en fonction de sa teneur en germes. Le vaccin est alors réparti en ampoules (fig. 9).

technique de L. C. Brumpt sont également applicables au choléra à partir de la deuxième semaine de la maladie et peuvent en permettre le diagnostic rétrospectif.

Sur les cultures, le vibron cholérique apparaît sous forme d'un bâtonnet fin et incurvé de 5 à 6 microns de long (fig. 1). Il ne reste pas coloré par la méthode de Gram (1). Certaines colorations particulières mettent en évidence, à l'une de ses extrémités, la présence d'un cil spiralé d'une longueur sensiblement double de la bactérie. Sur les préparations fraîches, ce cil imprime au germe un mouvement de torsion autour d'un axe longitudinal (fig. 2).

La contagion peut se faire directement par contact avec les malades. Ainsi se contamine le personnel médical ou infirmier. Elle peut se faire aussi par l'intermédiaire des porteurs de germes. Leur nombre est très variable suivant les épidémies, mais ne dépasse pas, en général, 4 à 5 p. 100 de l'entourage des malades. Leur rôle n'en est pas moins considérable, car, souvent méconnus

(1) Cette méthode de coloration des microbes est la suivante : action du violet de gentiane, puis solution iodée, enfin mélange alcool-acétone. Après cette triple action, certains microbes restent colorés par le violet. Ils sont dits « Gram-positifs ». D'autres sont décolorés et seraient invisibles si on ne les recolorait pas, par la fuschine par exemple. Ils sont dits « Gram-négatifs ». Le vibron cholérique est de ceux-là, de même que les bacilles typhiques, le bacille de la peste et le colibacille.



FIG. 9. — LA RÉPARTITION DU VACCIN DANS LES AMPOULES

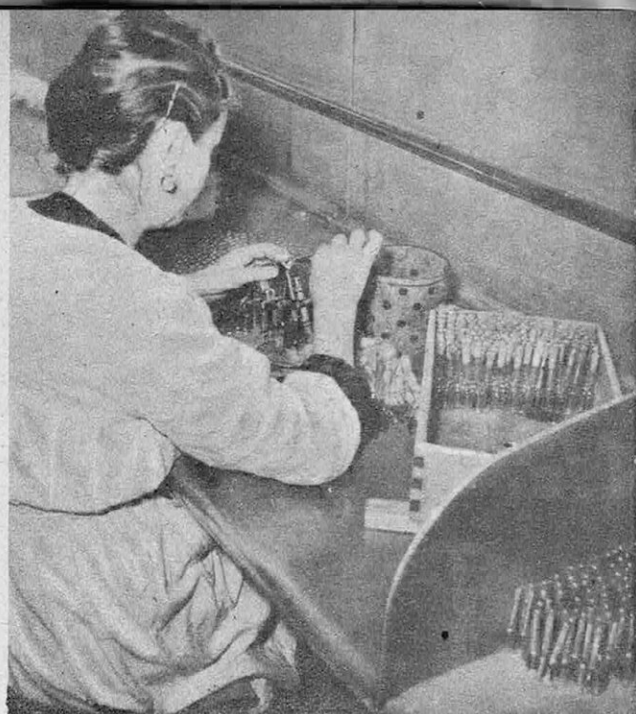


FIG. 10. — LES AMPOULES DE VACCINS SONT SCÉLLÉES A LA LAMPE

faute de recherches systématiques, ils sont à l'origine du transport de l'épidémie à grande distance, et parfois d'épidémies localisées d'apparence primitive.

En réalité, le grand facteur de dissémination du choléra est l'eau polluée, ainsi que le vit pour la première fois Koch à Calcutta. Le choléra est donc une maladie hydrique, comme la fièvre typhoïde. Il n'est pas surprenant que le régime des pluies, si particulier en Extrême-Orient, influe sur l'écllosion des épidémies. Celles-ci apparaissent en général à la fin de la saison sèche, et s'atténuent quelques semaines après l'apparition des grandes pluies. Bien entendu les aliments, fruits ou légumes, souillés par l'eau contaminée, sont aussi dangereux que cette dernière. Le rôle de l'eau apparaît nettement dans certaines agglomérations urbaines où seuls sont atteints les quartiers dépourvus d'adduction d'eau potable. La surveillance des eaux de boisson constitue donc un des facteurs essentiels de la prophylaxie de la maladie.

### Le traitement du choléra

Les traitements curatifs du choléra sont multiples, mais d'une efficacité variable. De très nombreux sérums ont été expérimentés : celui de Metchnikoff, Roux et Salembeni à Saint-Petersbourg, en 1908, celui de Krauss, celui de Carrière, enfin plus récemment celui de Violle. Tous ces sérums, qui diffèrent par leur préparation, ont, en général, une activité microbicide *in vitro* très grande, mais n'ont pas donné chez les malades les résultats qu'on en pouvait attendre. Le bactériophage de d'Hérelle (1) a été particulièrement utilisé aux Indes, soit en inges-

tion, soit en injection. Ici encore, les résultats ont été inconstants. Plus récemment a été introduite, dans la thérapeutique du choléra, la chimiothérapie par un composé sulfamidé, la sulfaguandine. Ce produit a particulièrement été expérimenté en Chine ; il semble susceptible d'abaisser considérablement la mortalité. En trois ou quatre heures, vomissements et diarrhée diminuent ; l'examen des selles est négatif huit heures après le début du traitement. Plus récemment encore, la pénicilliothérapie a été associée à la chimiothérapie et semble devoir encore améliorer le pourcentage des guérisons.

Quoi qu'il en soit, il reste indispensable de lutter contre les symptômes de la maladie et, en premier lieu, de réhydrater les malades. La méthode de choix est la perfusion continue par voie veineuse à l'aide soit d'un sérum physiologique ordinaire, soit d'un mélange à parties égales de sérum physiologique glucosé et bicarbonaté, soit, mieux encore, de plasma humain, ou, à défaut, de la solution de polyvinyl-pyrrolidone (subtosan) qui, en raison de sa faible diffusibilité qui l'empêche de traverser la paroi intestinale, permet de réhydrater rapidement les malades. Dans le liquide de perfusion il y a intérêt à ajouter un stimulant cardio-vasculaire du type de l'adrénaline ou de la pressédrine. Pour les auteurs qui font jouer un rôle important aux surrénales dans la genèse de la chute de la tension et de l'algidité, les injections de désoxycorticostérone (hormone surrénale synthétique) sont indiquées.

### Les mesures préventives

Le traitement prophylactique comporte des mesures individuelles et des mesures collectives. Les mesures individuelles concernent d'abord le malade lui-même : isolement, désinfection des selles, des vêtements, de la literie, des linges. A la convalescence, le malade ne pourra réintégrer son domicile qu'après deux examens de selles négatifs au point de vue bactériologique.

Les porteurs de germes, aussitôt dépistés,

(1) Le bactériophage de d'Hérelle est un organisme submicroscopique, de taille intermédiaire entre celle des bactéries et des ultravirus, qui vit dans l'intestin de l'homme et attaque certaines bactéries, les envahit et provoque leur destruction (lyse). On l'utilise comme agent de lutte biologique contre certaines maladies infectieuses à localisation intestinale (dysenterie, choléra, typhoïde). Voir : « Le bactériophage et la destruction des bacilles virulents » dans *Science et Vie*, n° 253, juillet 1938.

seront isolés et traités, de préférence, par sulfamidothérapie. Chez les individus sains enfin, deux mesures s'imposent : l'hygiène alimentaire, la vaccination. L'eau devra être stérilisée par verdunisation (addition d'une petite quantité d'eau de Javel) ; on se méfiera des boissons sucrées, on ne mettra jamais la glace dans le liquide de boisson. Les légumes, les fruits ne seront absorbés qu'après désinfection et de préférence cuits. Le lait ne sera utilisé que bouilli. Ces mesures sont analogues à celles qu'imposent toutes les maladies à propagation hydrique. On luttera avec énergie contre les mouches, agents éventuels de dissémination de la maladie, grâce à des pulvérisations de solution de poudre D. D. T.

La vaccination constitue la méthode prophylactique de choix. Le premier vaccin fut préparé par Haffkine, élève de Pasteur. Ultérieurement Chantemesse, Widal, puis Kolle mirent au point un vaccin à base d'émulsions microbiennes tuées par la chaleur. C'est ce dernier vaccin qui est encore le plus souvent utilisé avec quelques modifications dans sa préparation. En particulier, actuellement, on utilise souvent des vaccins associés immunisant à la fois contre la typhoïde, la peste et le choléra. L'immunité engendrée par le vaccin est d'environ six mois. D'où la nécessité de deux injections de rappel par an si le sujet séjourne en milieu contaminé. Si les sujets vaccinés viennent à contracter la maladie, celle-ci affecte en général une forme bénigne. On se rendra compte, de l'effort considérable qu'entraîne l'apparition d'une épidémie de choléra devant les quantités énormes de vaccins nécessaires pour en limiter l'extension. L'épidémie égyptienne récente a nécessité un effort particulier de la part de l'Institut Pasteur de Paris pour mettre à la disposition du gouvernement égyptien plusieurs centaines de milliers de doses de vaccin anti-cholérique. Car non seulement les autochtones encore non atteints doivent être protégés, mais aussi tous les voyageurs se rendant dans les pays susceptibles d'être touchés par l'épidémie.

La prophylaxie collective a suscité de très nombreuses conférences internationales qui ont abouti à la convention sanitaire du 17 janvier 1912, modifiée par celle du 21 juin 1926. La

France s'est inspirée des recommandations de ces conventions dans divers décrets réglant la police sanitaire, en particulier dans les colonies et les pays de protectorat (décret du 27 décembre 1928). Ces diverses dispositions rendent obligatoires la déclaration des cas de choléra et la notification aux autres pays par l'intermédiaire du Bureau International d'Hygiène de Genève, dépendant jusqu'à ces derniers temps de la Société des Nations et actuellement géré par une commission intérimaire de l'O. N. U. Des mesures de quarantaine doivent être édictées contre les navires suspects, une surveillance très sévère doit être organisée en ce qui concerne les voyageurs, leurs bagages, les marchandises en transit. Les prescriptions internationales comprennent également des dispositions spéciales pour le canal de Suez, et pour la surveillance des pèlerinages (pèlerinage de La Mecque) (Convention internationale de 1938).

Actuellement, un chapitre nouveau de police sanitaire a été ouvert par le développement de l'aviation. La police sanitaire aérienne est déjà entrée en voie de réalisation en France, ainsi qu'en témoignent les installations des aérodromes d'Orly et de Marignane (Décret du 19-3-1940).

Le ministère de la Santé s'est préoccupé de la possibilité d'une extension de l'épidémie à la France. Des réserves de vaccins ont été créées. Les bactériologistes des laboratoires départementaux ont été informés, grâce à un séjour spécial à l'Institut Pasteur, des techniques les plus récentes de diagnostic microbiologique. Des prescriptions très sévères ont été édictées afin de vérifier la vaccination des voyageurs venus des régions contaminées. Ceux-ci doivent être vaccinés depuis plus de six jours et moins de six mois. Leurs selles sont examinées pour dépister les porteurs de germes. Les voyageurs non vaccinés sont isolés pendant cinq jours (durée d'incubation) et leurs selles sont examinées.

C'est au prix de mesures rigoureuses et souvent difficiles à appliquer au milieu d'une population indocile que peuvent être jugulées les épidémies du choléra, l'une des plus meurtrières et des plus extensives des maladies infectieuses.

P. CHASSAGNE

Des études entreprises depuis plusieurs années au Laboratoire de Recherches de Pittsburgh (U. S. A.), par M. Joseph Fodor, viennent d'aboutir à un projet de construction de pistes lumineuses pour les aérodromes. Ces pistes seraient formées d'une grille d'acier et de verre sous laquelle serait disposé un système d'éclairage électrique. Les panneaux de verre seraient constitués soit par des plaques de verre translucide, soit, plus économiquement, par des assemblages de briques de verre. Non seulement les pistes ainsi fabriquées, visibles de très loin et par tous les temps sans risque d'éblouissement pour le pilote, faciliteraient les atterrissages de nuit et permettraient de simplifier les dispositifs d'approche, mais la chaleur dégagée serait suffisante pour dissiper le brouillard au-dessus de l'aérodrome et pour fondre la neige.

On envisage la construction d'une piste d'essai de ce type aux Aléoutiennes, longue de 2 000 m ; mais les dépenses ne seront-elles pas prohibitives ? L'inventeur assure que les frais de construction seront rapidement amortis grâce aux économies réalisées dans l'exploitation de l'aérodrome.



**Ensemencement d'un milieu de culture solide avec une souche sélectionnée de " *Penicillium notatum* " pour obtenir en grande quantité les spores destinées à ensemer les cuves de fermentation (Laboratoires Glaxo, Angleterre).**

# LES ANTIBIOTIQUES

par Jean HERIBERT

**A** la découverte des sulfamides, bactéricides puissants, mais n'agissant que sur un nombre restreint de microbes et présentant, par ailleurs, certains inconvénients, a succédé celle de la pénicilline, qui élargit sensiblement le champ d'action de la chimiothérapie antibactérienne. Beaucoup de maladies infectieuses peuvent désormais être jugulées grâce à l'une ou l'autre de ces armes puissantes. Il reste, malheureusement, quelques importantes exceptions, au premier rang desquelles figure la tuberculose, qui continue à faire chaque année des centaines de milliers de victimes. Dans l'espoir de découvrir des substances efficaces contre les microbes encore invaincus, de nombreux savants de tous pays se consacrent actuellement à l'étude des bactéries, champignons et autres végétaux microscopiques ou supérieurs qui sont susceptibles de produire, comme le *Penicillium notatum*, des substances agissant spécifiquement contre tel ou tel genre de microbes. Un certain nombre de ces antibiotiques ont déjà été découverts au cours des dernières années : streptomycine, thyrotricine, gramicidine, subtiline, clitocybine, bacitracine, dont plusieurs sont, dès à présent, susceptibles d'applications médicales importantes, et sur certains desquels il est légitime de fonder de très sérieux espoirs.

## Antibiose et antibiotiques

**C'**EST en remarquant fortuitement que le développement des cultures de staphylocoques était inhibé par la présence de la moisissure *Penicillium notatum* que Fleming fit en 1929 la première d'une série d'observations dont devait naître une notion biologique nouvelle et importante, celle des phénomènes d'antibiose.

Ce terme, choisi par opposition à celui de *symbiose*, désigne d'une façon générale les antagonismes chimiques qui existent entre certains organismes ou microorganismes vivants. La *symbiose* est l'association de deux organismes qui mettent en commun les produits de leur métabolisme ; l'antibiose est au contraire l'opposition de deux organismes, le métabolisme de l'un produisant une ou plusieurs substances spécifiques dites « antibiotiques » qui rendent toute cohabitation et même tout voisinage intolérable à l'autre (1).

C'est surtout chez les végétaux microscopiques que l'on constate des phénomènes d'antibiose. Dès la fin du siècle dernier, Metchnikoff avait frôlé de près la découverte des antagonismes entre bactéries et moisissures. Mais il était réservé à Fleming d'apporter la première observation complète et précise d'un tel phénomène (2). Depuis les travaux de Fleming, des études méthodiques ont montré que la plupart des moisissures étaient douées de propriétés semblables à celles de *Penicillium notatum* : *Aspergillus fumigatus* produit la *fumigicine*, *Aspergillus clavatus* la *clavacine*, etc. De même que la pénicilline, ces substances rendent impossible le développement de certaines bactéries sur les

terrains qui les contiennent. Comme elles dérivent de moisissures, c'est-à-dire de champignons (en grec *mycès*), on leur a donné le nom générique de *mycoïnes*. A cette catégorie appartiennent d'ailleurs encore d'autres substances, dont la plus importante est la *streptomycine*, produite par un champignon microscopique de la famille des *Actinomycètes*.

Mais les champignons ne sont pas les seuls microorganismes qui sécrètent des substances antimicrobiennes : certaines algues, certaines levures, certaines bactéries elles-mêmes produisent des antibiotiques inhibant le développement concurrent d'autres microbes. Ces antibiotiques sont loin d'être tous connus ou même simplement dénombrés, car on commence à peine l'étude des antagonismes microbiens. Parmi les plus efficaces qui aient été découverts jusqu'ici se trouvent la *gramicidine*, la *subtiline*, etc.

Elargissant le cadre des recherches portant sur les antibiotiques, le professeur Hollande a découvert, en 1944, que des champignons supérieurs, comme le *Clitocybe candida*, sécrétaient également des substances inhibant le développement de certaines bactéries. On sait même aujourd'hui que des végétaux plus évolués sont parfois doués de propriétés analogues. La feuille de tomate, par exemple, contient un produit antibactérien appelé *tomatine*.

Les antibiotiques énumérés jusqu'ici sont tous *antibactériens*. Mais il est aussi des antibiotiques qui opposent *entre elles* des plantes supérieures, par exemple la betterave et la nielle des blés, qui ne peuvent pousser côte à côte.

L'antibiose est donc un phénomène très général qui est répandu dans tout le monde végétal. On n'en possède encore qu'une connaissance très fragmentaire, qui ne pourra dépasser le stade descriptif que lorsque des matériaux suffisants auront été rassemblés. Il est toutefois possible, dès à présent, de faire un inventaire provisoire des découvertes effectuées ces dernières années dans ce domaine.

(1) On a invoqué, pour expliquer ces phénomènes d'antibiose, des considérations finalistes impliquant, par exemple, la notion d'*espace vital*. De telles spéculations sont purement gratuites et n'ont aucune valeur scientifique.

(2) Voir : « La découverte de la pénicilline » (*Science et Vie*, n° 330, mars 1945).

## La synthèse de la pénicilline

Premier antibiotique découvert, la *pénicilline* est aussi le premier qui ait été utilisé pratiquement. Ses propriétés, sa fabrication industrielle et ses applications thérapeutiques ont déjà fait l'objet de descriptions complètes et détaillées (1). Il n'est donc nécessaire que de faire le point des résultats récemment acquis dans le domaine de sa synthèse chimique.

Bien qu'elle fût connue depuis 1943, c'est à la fin de l'année 1945 seulement que fut annoncée officiellement la découverte de la constitution chimique de la pénicilline (fig. 1).

Sa formule brute est :  $C_{16}H_{11}O_4N_2S-R$ .

Plusieurs variantes sont possibles suivant la nature du radical latéral R; on distingue ainsi les pénicillines F, G, X et K (2).

La pénicilline commerciale est donc en réalité un mélange de quatre pénicillines différentes. On en connaît d'ailleurs encore deux autres qui ont été extraites d'autres moisissures que le *Penicillium notatum* : la *clavacine* (extraite d'*Aspergillus clavatus*) et l'*acide gigantesque* (extrait d'*Aspergillus giganteus*).

Les différentes pénicillines ne possèdent pas les mêmes propriétés. Si l'on mesure par 100 l'efficacité de la pénicilline G contre le staphylocoque doré *in vitro*, celle des pénicillines F, X et K sera respectivement de 90, 55 et 140. Mais les valeurs relatives à l'égard d'autres germes sont différentes, et les dérivés les plus actifs *in vitro* ne sont pas toujours les plus efficaces *in vivo*.

C'est pourquoi on a intérêt à posséder des produits enrichis en telle ou telle pénicilline selon le résultat qui doit être atteint. La modification des méthodes de culture et la sélection des souches de *Penicillium* permettent d'obtenir ce résultat dans une certaine mesure. Mais seule la synthèse chimique produira directement le dérivé désiré à l'état pur, et c'est pourquoi il y aurait grand intérêt à pouvoir la substituer à l'extraction actuellement pratiquée. Le prix de revient pourrait sans doute aussi être notablement abaissé grâce à la synthèse.

Des recherches en vue de réaliser la synthèse de la pénicilline ont été effectuées dès que sa structure chimique a été connue. Un accord anglo-américain signé en 1943 prévoyait une étroite coordination des travaux entrepris à cet effet, en particulier l'échange de toutes les informations relatives à ces travaux. Il ne tarda pas à produire ses fruits puisque, dès le 4 octobre 1943, l'équipe d'Oxford annonçait qu'elle avait synthétisé le chlorhydrate de *d*-pénicillamine, un des produits d'hydrolyse de la pénicilline. Restait à obtenir le reste de la molécule.

Ce résultat fut atteint presque simultanément au début de 1944, par les laboratoires Merck (3), en Amérique, et par l'équipe d'Oxford, en Angleterre; le produit obtenu possédait une très faible activité bactériostatique (1 U. O. par mg) (4).

(1) Voir : « La pénicilline » (*Science et Vie*, n° 354, mars 1947).

(2) R peut être le radical pentényl (pénicilline F), benzyl (pénicilline G), parahydroxybenzyl (pénicilline X), *n*-heptyl (pénicilline K).

(3) Par chauffage de l'oxazolone avec la *d*-pénicillamine à 75° C pendant une heure et demie.

(4) L'*Unité Oxford*, instituée alors qu'on croyait que la pénicilline de culture avait une composition fixe, correspond à la plus petite quantité de pénicilline

Les années 1944 et 1945 furent consacrées à d'intenses recherches en vue d'améliorer le rendement de cette synthèse, mais à aucun moment on n'obtint de produit final ayant une activité bactériostatique de plus de 3,6 U. O. par milligramme, alors que la pénicilline d'extraction fait plus de 1 500 U. O. par milligramme. C'est dire que toute application pratique restait interdite à la pénicilline synthétique. L'échec de toutes les tentatives d'amélioration des méthodes employées fit même douter de l'authenticité des résultats acquis.

Il semblait donc que rien de positif n'eût été réalisé lorsque vinrent à expiration les contrats passés entre les gouvernements britannique et américain, et les divers laboratoires de recherche chargés d'étudier la synthèse de la pénicilline. Tout le monde ne se découragea cependant pas, et en particulier le professeur Du Vigneaud, de l'Université Cornell de New York, continua avec ses collaborateurs les travaux entrepris. Il ne tarda pas à être récompensé de sa persévérance, car il parvint à mettre au point une nouvelle technique (1), qui donnait un produit toujours doué d'une activité bactériostatique très faible, mais susceptible d'être plus facilement concentré et isolé sous forme de cristaux ayant un pouvoir de 275 U. O. par milligramme, et des propriétés physiques, chimiques et biologiques absolument identiques à celles de la pénicilline G. On peut donc dire que la synthèse de la pénicilline est acquise au laboratoire, et qu'il ne reste plus qu'à l'industrialiser.

En introduisant tel ou tel radical R dans l'oxazolone de départ il est possible d'obtenir à volonté les pénicillines F, G, K, X, ou même d'autres que ne connaît pas la nature. De même, en remplaçant la *d*-pénicillamine par d'autres acides thioaminés (2), on peut obtenir de nouveaux bactéricides différant des pénicillines proprement dites par les radicaux R' et R" (fig. 1).

Un vaste champ de recherches s'ouvre ainsi, qui permettra sans nul doute de synthétiser toute une gamme de bactériostatiques nouveaux dont certains seront peut-être doués d'une efficacité plus spécifique encore que la pénicilline contre tel ou tel germe pathogène. Des années de labeur acharné seront toutefois peut-être encore nécessaires pour que la pénicilline d'abord, ses dérivés nouveaux ensuite puissent être produits synthétiquement à l'échelon industriel. Pour le moment, la préparation de la pénicilline par le procédé de fermentation garde donc toute sa valeur (fig. 2).

## La streptomycine

La *streptomycine* a été découverte en 1945 par Selman A. Waksman, microbiologiste américain, d'origine russe. Elle est extraite de l'*Actinomyces griseus*, un des champignons microscopiques qui confèrent à la terre fraîchement retournée son odeur particulière (3). Des nombreux actinomycètes étudiés systématiquement au laboratoire de microbiologie de la Station agricole expérimentale de New Jersey,

colline qui, dissoute dans 50 cm<sup>3</sup> d'extrait de viande peptonée, inhibe complètement la croissance d'une culture de staphylocoques dorés.

(1) Condensation en milieu pyridinique, puis chauffage avec du chlorure de pyridinium.

(2) Cystéine, thiothréonine, mercaptoleucine, etc.

(3) Ce champignon est parfois aussi dénommé *Streptomyces griseus*, d'où le nom de la streptomycine.



deux s'étaient révélés doués de l'action antibiotique de loin la plus puissante : l'*Actinomyces lavendulae* et l'*Actinomyces griseus*. Comme la substance produite par le premier (streptothricine) était toxique, c'est sur le second que se portèrent toutes les recherches.

L'*Actinomyces griseus* est un champignon sporogène à mycélium aérien. Son milieu de culture préféré est une solution salée de glucose et de peptone additionnée d'extrait de viande. Sur un tel milieu, la production maximum de streptomycine est atteinte le septième jour de la culture. Elle se chiffre alors à 50 millièmes de milligramme par litre de bouillon de culture, pour un poids de mycélium de 163 g.

Le titrage de la streptomycine s'effectue exactement de la même façon que celui de la pénicilline. De même que l'on avait défini pour celle-ci une « unité Oxford » ou U. O., on a défini une « U. S. », qui est la quantité de substance exactement nécessaire pour inhiber la croissance du microorganisme *Escherichia coli* dans un centimètre cube de milieu de culture déterminé. Une U. S. de streptomycine correspond exactement à un millième de milligramme de substance cristallisée.

La constitution chimique de la streptomycine est encore mal connue ; sa formule brute est probablement un multiple de  $C_{10}H_{16}O_{12}N_8$ .

La streptomycine se présente sous forme de cristaux stables, mais hygroscopiques, solubles dans l'eau, mais pas dans les solvants organiques (fig. 3). En solution aqueuse, elle se conserve parfaitement à 37° C pendant quinze à dix-sept jours, et, à 4° C, pendant six mois au moins. Chauffée à 100°, elle ne perd que la moitié de son pouvoir bactériostatique (1).

L'action de la streptomycine s'exerce *in vitro* sur de nombreux germes pathogènes : *Staphylococcus aureus*, *Eberthella typhosa*, *Pasteurella tularensis*, *Brucella abortus*, *Aerobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus coli*, *Bacillus subtilis*, *Hæmophilus influenzae* et, ce qui est surtout important, des mycobactéries acido-résistantes comme le bacille tuberculeux humain.

(1) Celui-ci varie beaucoup avec l'acidité du milieu : il est multiplié par 10 quand le pH passe de 6 à 8.

Le champ d'action de la streptomycine s'avère donc, dès l'abord, sensiblement plus vaste que celui de la pénicilline.

### Les applications thérapeutiques de la streptomycine

La streptomycine a d'abord été expérimentée sur la souris et le cobaye. Elle a donné des succès spectaculaires contre les diverses maladies causées par les germes qu'elle inhibe *in vitro*. Contre la tuberculose expérimentale, en particulier, on a enregistré des résultats extrêmement

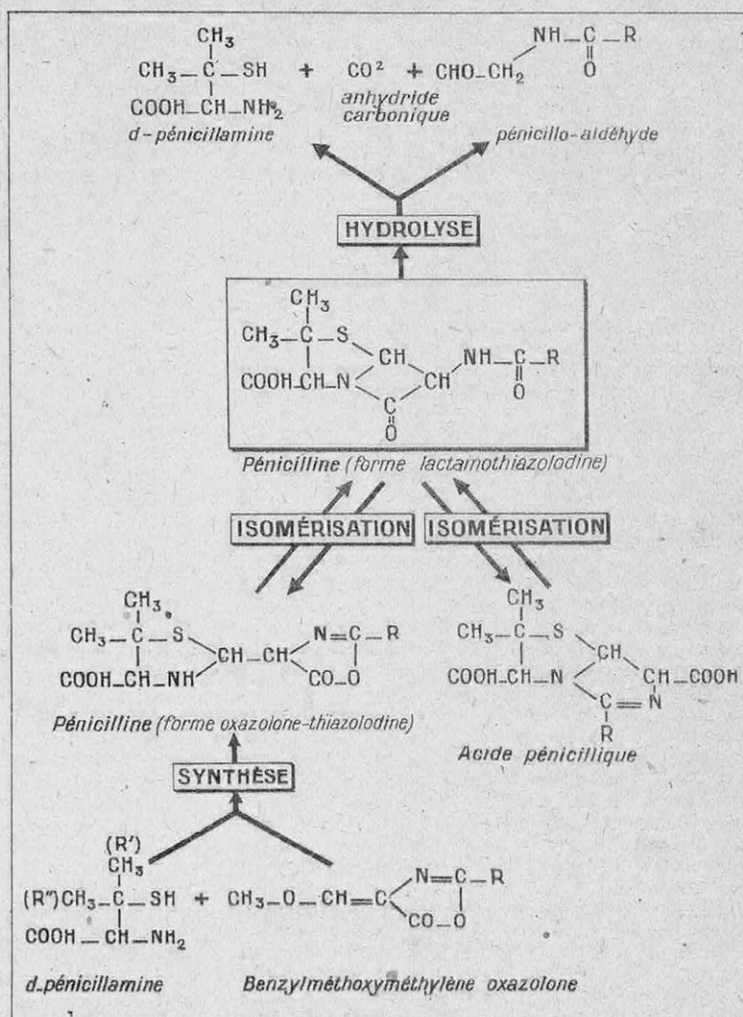


FIG. 1. — LA PÉNICILLINE, SON HYDROLYSE ET SA SYNTHÈSE

La pénicilline est représentée ci-dessus sous deux formes, entre lesquelles on a longtemps hésité et qui ne diffèrent entre elles, comme d'ailleurs avec l'acide pénicillique, que par la disposition des atomes qui les constituent (c'est ce que l'on appelle des « isomères »). On penche généralement aujourd'hui pour la forme qui a été encadrée, mais il est possible qu'il y ait équilibre entre les deux. La réaction qui a permis d'établir la formule est l'hydrolyse décarboxylante (c'est-à-dire avec perte de  $CO_2$ ). Elle aboutit en effet à des corps relativement simples à étudier, dont l'un, la d-penicillamine, est utilisable dans la réaction de synthèse. Si on y remplace ce composé par des analogues où les radicaux  $CH_2$  sont remplacés par d'autres  $R'$  et  $R''$ , on peut obtenir toute une gamme de produits nouveaux.

encourageants. Sur 48 cobayes inoculés avec le bacille de Koch, 24 furent conservés comme témoins et 24 traités avec 1,5 mg de streptomycine par jour. La mortalité, qui fut de 70 % chez les témoins, n'atteignit que 8 % chez les cobayes traités. Les survivants furent sacrifiés et l'on constata des lésions étendues chez les témoins, discrètes et même absentes dans la moitié des cas chez les animaux traités.

Appliquée à l'homme, la streptomycine a confirmé en partie les espoirs que l'on plaçait en elle. Des résultats favorables ont été enregistrés dans de nombreux cas d'affections pulmonaires diverses, de colibacillose, de méningite, de tularémie (maladie inconnue en Europe et qui sévit aux États-Unis), de typhus, de plaies infectées, etc. Dès à présent, on commence, en Amérique, à traiter couramment ces diverses maladies par la streptomycine. La méningite grippale, par exemple, est à présent guérie 80 fois sur 100, alors qu'elle donnait naguère encore une mortalité de 90 %.

Des essais ont également été tentés pour appliquer la streptomycine à la lutte contre la tuberculose humaine. A la clinique Mayo, Hinshaw et Feldman ont traité 75 cas avec des doses quotidiennes de 2 à 4 g pendant trois à quatre mois. Des améliorations ou guérisons ont été constatées dans 53 cas. Ce chiffre ne prouve certes pas grand'chose par lui-même, car il ne représenterait guère une plus grande proportion de succès que celle habituellement obtenue dans les sanatoriums. Mais il faut remarquer qu'il s'agissait uniquement de cas très graves. Ce qui est plus significatif encore, c'est que, sur les sept méningites tuberculeuses qui figuraient parmi les cas traités, on ait obtenu trois guérisons, alors que l'issue de cette maladie est d'ordinaire invariablement fatale. Chez des malades ayant déjà subi l'ablation d'un rein et présentant des signes d'atteinte de l'autre, on a obtenu la disparition des symptômes dans la plupart des cas. Il y eut toutefois, par la suite, de fréquentes récurrences, d'ailleurs stoppées par un nouveau traitement. D'excellents résultats ont été obtenus pour le traitement de la douleur dans la tuberculose laryngée.

Par contre, le traitement de la *granulie* (forme très grave de la tuberculose) a été extrêmement décevant : après disparition de la fièvre et amélioration de l'image radiologique, tous les malades succombent dans un état cachectique auquel l'autopsie n'apporte aucune explication.

Selon Waksman, la streptomycine appliquée à la tuberculose humaine exercerait une action *inhibitrice* incontestable sur les bacilles, mais pas d'action *microbicide* : les bacilles seraient temporairement empêchés de se développer, mais non tués, et pourraient donc survivre au traitement malgré les efforts bienfaisants de celui-ci.

Quoi qu'il en soit, il est encore impossible de porter un jugement définitif sur la valeur thérapeutique de la streptomycine contre la tuberculose. Les quantités disponibles de produit sont encore extrêmement faibles (quelques dizaines de kilogrammes par mois, alors que le traitement complet d'un seul malade, exige environ 360 g) et une conclusion clinique méthodique ne pourra être portée que lorsqu'il aura été possible de traiter simultanément des milliers de malades.

## Les modalités d'application de la streptomycine

La streptomycine s'administre par voie buccale, par nébulisation, ou par piqûres. Elle est peu détruite dans le tube digestif, mais on préfère généralement l'injecter par voie sous-cutanée, intramusculaire, voire sous-arachnoïdienne, intrapleurale ou intrapéritonéale.

Comme la pénicilline, la streptomycine passe assez rapidement dans l'urine, où elle se retrouve dans une proportion de 60 à 80 % au bout de vingt-quatre heures (1). Elle se prête donc particulièrement au traitement des infections de l'appareil génito-urinaire. Sa rapide résorption oblige à faire, comme pour la pénicilline, des injections répétées à intervalles réguliers et assez courts (4 à 6 par jour). Il est, d'autre part, recommandé d'employer dès le début du traitement de très fortes doses, car la streptomycine des microbes peut apparaître rapidement, plus vite en général que la pénicilline-résistance.

La toxicité de la streptomycine est faible : la dose mortelle pour la souris est de 7 g/kg de poids vif. Chez l'homme, la streptomycine, employée à forte dose, provoque parfois de légères réactions secondaires (maux de tête, congestion faciale, vertiges). Ces troubles seraient dus à une impureté de nature histaminique. D'autre part, un inconvénient plus grave se manifesterait parfois au cours des traitements prolongés, et consisterait en lésions fonctionnelles de la huitième paire de nerfs crâniens (diminution de l'acuité auditive).

Le mode d'action de la streptomycine est encore mal connu. On constate une diminution de la vitesse de multiplication et un allongement du corps des bactéries. Peut-être la streptomycine bloque-t-elle un système d'oxydo-réduction essentiel à leur croissance.

## La production actuelle de la streptomycine

A l'heure actuelle, plusieurs usines préparent déjà industriellement la streptomycine aux États-Unis et en Grande-Bretagne, par un procédé de fermentation analogue à celui utilisé pour fabriquer la pénicilline (fig. 4 et 5).

Pour pouvoir être mise en circulation dans le commerce, la streptomycine doit satisfaire à diverses spécifications, dont une teneur minimum de 30 % en produit pur, une stérilité absolue, l'absence de produits pyrogéniques et toxiques, une humidité maximum de 3 %, une conservabilité en frigidaire de dix-huit mois au moins, etc.

Afin de faire régner dans les ateliers de fabrication des conditions de stérilité absolue, les ouvriers revêtent des uniformes spéciaux, ainsi que des souliers, masques et gants stériles. L'air qui pénètre dans les bâtiments passe par des appareils de conditionnement et des filtres stérilisants. De plus, il est additionné d'un fin brouillard de triéthylène-glycol. Dans les endroits où la streptomycine est exposée à l'air, des lampes de Wood (à vapeur de mercure, productrices de rayons ultraviolets) entretiennent la stérilisation de l'air.

(1) Dans certains hôpitaux, on pratique la récupération de la streptomycine des urines par absorption sur carbone, éléction à l'alcool acidifié et précipitation par l'acétone. Le rendement est de 25 % environ.

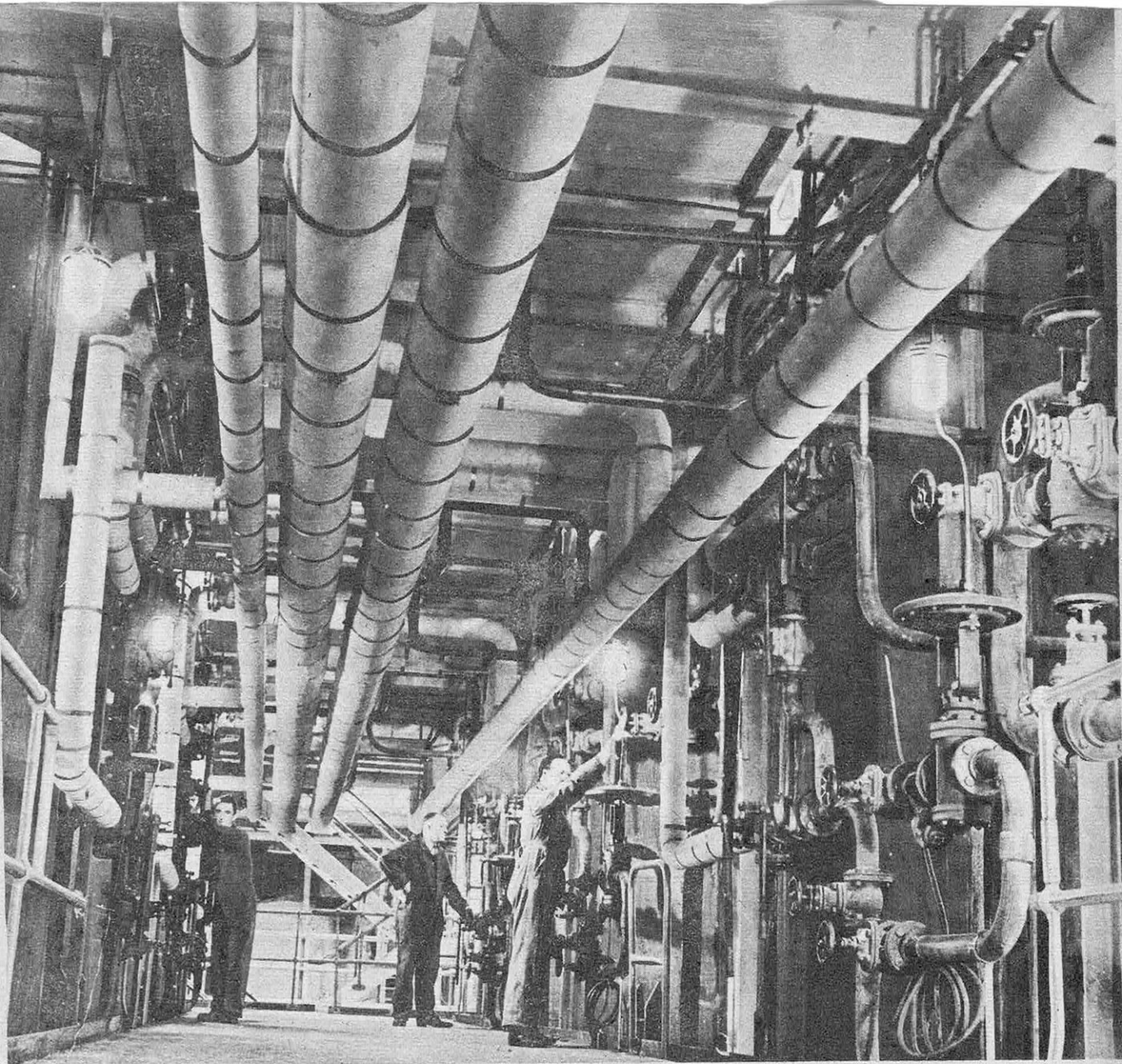


FIG. 2. — LES CUVES DE FERMENTATION DE 22 000 LITRES UTILISÉES POUR LA PRODUCTION DE LA PÉNICILLINE PAR LE PROCÉDÉ DE FERMENTATION EN PROFONDEUR (LABORATOIRES GLAXO, ANGLETERRE)

En mai 1946, la production mensuelle des États-Unis n'était encore que de 35 kg de streptomycine. Elle était déjà de 140 kg en novembre, et, en décembre, les établissements Merck annonçaient qu'ils produisaient à eux seuls 100 kg par mois. Les quantités fabriquées en Angleterre sont moins importantes, car la plupart des usines y sont encore au stade des essais. L'une d'entre elles produit 5 kg par mois, une autre 2 kg. Au total, les quantités disponibles pour le monde entier se montent donc, actuellement, à quelques dizaines de kilogrammes par mois, dont la quasi-totalité est affectée au traitement de maladies infectieuses contre lesquelles la pénicilline s'est avérée inefficace.

Ce qui, tout autant que l'insuffisance de la production, limite pour le moment les applications de la streptomycine, c'est son prix extrême-

ment élevé. Il était de 16 dollars le gramme à la fin de l'année dernière, ce qui mettait la journée de traitement à plus d'une dizaine de milliers de francs. Ce prix baisse certes à mesure du perfectionnement des méthodes de fabrication, mais on ne prévoit pas qu'il puisse descendre au-dessous de 5 dollars (600 f) le gramme.

La cherté du produit n'est certes pas un obstacle majeur dans les maladies brèves ne nécessitant que quelques jours de traitement à raison de quelques grammes par jour.

Pour la tuberculose, dont le traitement par la streptomycine exige au moins 1 à 2 g quotidiens pendant une durée de trois à quatre mois, soit 200 g au total en moyenne, le traitement complet revient donc à plusieurs milliers de dollars (plusieurs centaines de milliers de francs). Même si l'on tient compte de la durée

réduite d'hospitalisation (une cure sanatoriale ordinaire dure souvent plus d'un an), de tels prix restent prohibitifs.

Dans ces conditions, on conçoit que les applications de la streptomycine restent encore limitées. Lors même que les pays producteurs en fabriqueront assez pour pouvoir en exporter, et que des usines se monteront en France, seules les maladies pouvant être enravées promptement seront traitées à la streptomycine. La tuberculose ne sera justiciable de cette thérapeutique que dans ses formes à évolution rapide, méningite par exemple. Ce n'est que le jour où sera réalisée la synthèse chimique de la streptomycine que l'on pourra espérer obtenir un abaissement du prix de revient suffisant pour rendre possible le traitement de toutes les formes de la tuberculose. Encore faudra-t-il que l'efficacité de cette thérapeutique soit confirmée par la pratique clinique.

### La tyrothricine

Comme la streptomycine, la *tyrothricine* tire son origine de la flore microbienne du sol. C'est en effet d'une bactérie aérobie du sol, le *Bacillus brevis*, que l'agronome et microbiologiste français, R.-J. Dubos, travaillant aux États-Unis avec Avery et Hotchkiss, isola en 1939 cette substance antibiotique.

La tyrothricine s'avéra dès l'abord très efficace contre les staphylocoques, streptocoques et pneumocoques, et l'on songea bientôt à tirer parti pratiquement de ces précieuses propriétés. Les essais que l'on fit dans ce sens furent couronnés de succès, et une étude méthodique fut entreprise. Une analyse chimique poussée montra alors que la tyrothricine était en réalité constituée par un mélange de deux polypeptides différents, la *gramicidine* et la *tyrocidine*, le premier étant le moins abondant (15 % environ), mais le plus actif, en particulier à l'égard des bactéries dites « Gram-positives » (d'où son nom) (1).

La tyrothricine ne peut être employée ni par voie buccale (elle ne résisterait pas à l'action hydrolysante du suc gastrique), ni par injection dans le sang (à cause de ses propriétés hémolytiques). Par contre, elle peut fort bien être utilisée en applications locales, pour la désinfection des blessures et dans certains lavages internes (plèvre, sinus, vessie, etc.). Elle est surtout utile dans le traitement des plaies purulentes réfractaires à la cicatrisation, car elle présente sur

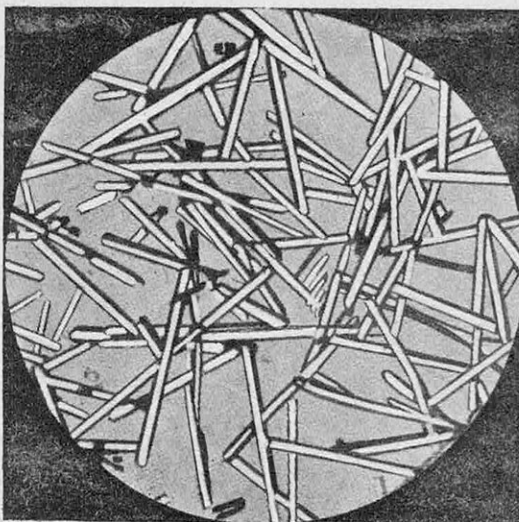


FIG. 3. — MICROPHOTOGRAPHIE DE STREPTOMYCINE CRISTALLISÉE

tous les autres antiseptiques l'avantage de ne pas léser le tissu (ce qui nuit à la cicatrisation).

### La gramicidine S

Approfondissant les travaux de Dubos, le professeur G.-F. Gause, de l'Institut de parasitologie médicale de l'U. R. S. S., et M<sup>me</sup> M.-G. Brazhnikova isolèrent, en 1942, d'un bâtonnet sporique du sol de la région de Moscou, une substance présentant certaines analogies avec la gramicidine de Dubos et qu'ils nommèrent « gramicidine S » (S = soviétique).

La gramicidine S n'est pas accompagnée de tyrocidine : elle constitue 95 % de l'extrait antibiotique préparé par Gause, tandis que la tyro-

thricine ne contient que 15 % de gramicidine. De plus, la gramicidine S a une action bactéricide bien plus forte que celle de Dubos et elle agit sur un plus grand nombre de microbes. C'est pourquoi l'étude et la production de cette substance ont été activement poussées en U. R. S. S., où son emploi est aujourd'hui passé dans la pratique courante.

La gramicidine S est conservée en ampoules scellées, contenant chacune 20 mg de gramicidine dans un demi-centimètre cube d'alcool. Avant l'utilisation, cette solution est diluée cinquante à cent fois avec de l'eau stérile, et le liquide ainsi obtenu est appliqué en tampons sur les plaies infectées, ou préventivement sur les blessures fraîches.

La gramicidine S pure peut être séparée des lipides qui l'accompagnent par lavage à l'éther de pétrole, dans lequel elle est insoluble. Elle se présente sous forme de poudre grise, soluble dans l'alcool et l'acétone, et cristallisant dans ces solvants en fines aiguilles (fig. 7). La gramicidine de Dubos possède ces mêmes propriétés, mais elle est toujours accompagnée de six fois son poids de tyrocidine, qui ne cristallise pas dans les solvants neutres. De plus, la gramicidine S est soluble dans le chloroforme, tandis que celle de Dubos ne l'est pas.

On ne connaît encore la structure chimique exacte, ni de l'une ni de l'autre, mais on sait que la gramicidine de Dubos est un polypeptide constitué par 24 amino-acides différents, tandis que la gramicidine S n'en comporte que 5 dans sa molécule (leucine, ornithine, phénylalanine, proline et valine). Celle-ci possède donc une structure relativement simple, et l'on peut espérer réaliser sa synthèse dans un avenir assez proche.

L'action bactériostatique de la gramicidine S a été expérimentée en inoculant cette substance à des concentrations croissantes (allant de 1 à 400 microgrammes par centimètre cube de milieu) dans des cultures de diverses bactéries. Celles-ci sont ensuite maintenues à 37° pendant

(1) Les microbiologistes divisent les bactéries en deux groupes, selon qu'elles « prennent » ou « ne prennent pas » le « Gram », c'est-à-dire selon qu'elles fixent ou ne fixent pas un certain colorant dans des conditions opératoires précisées par le médecin danois Gram.

vingt-quatre heures, puis on les soumet à une numération pour voir si elles ont continué à proliférer. Se montrent sensibles à la gramicidine les staphylocoques, streptocoques, pneumocoques, gonocoques, ainsi que le *Bacillus diphterieæ*, le *Bacillus anthrax*, le *Clostridium Welchii*, le *Clostridium histolyticum*, etc.

La toxicité de la gramicidine S est faible. Pour les rats, la dose toxique (tuant 50 % des sujets) est de 15 mg/kg de poids vif, le produit étant injecté dans le péritoine. Des solutions contenant 400 à 800 microgrammes de gramicidine dans 1 cm<sup>3</sup> peuvent être injectées dans la plèvre ou sous la peau de souris sans aucun dommage pour les tissus.

En vue de son application aux blessures de guerre, on a étudié la prophylaxie par la gramicidine S de la gangrène gazeuse expérimentale du cobaye. Trente-trois animaux reçurent une blessure profonde à la hanche, que l'on infecta au moyen d'une suspension d'un milliard de *Clostridium Welchii*: 15 servirent de témoins, dont 8 moururent et 7 subirent une nécrose grave du tissu musculaire. Les 18 autres furent traités par une application locale de gramicidine: un seul succomba, 6 eurent une nécrose légère, et 11 restèrent indemnes.

D'autres expériences semblables furent faites en contaminant les plaies de rats blessés avec de la terre pour reproduire les conditions exactes dans lesquelles se polluent les blessures de guerre. Là encore, la gramicidine empêcha toute infection de se déclarer chez les animaux traités.

On appliqua ensuite la gramicidine aux bles-

sures humaines, et les résultats remarquables qui furent obtenus confirmèrent les espoirs qu'avait donnés l'expérimentation animale. Des plaies purulentes rebelles, datant de plusieurs mois, furent cicatrisées en quelques jours. On réalisa un traitement préventif efficace de l'infection des blessures accidentelles et de guerre, et on utilisa avec profit la gramicidine S dans le traitement des épanchements infectieux articulaires, pleuraux, etc. Pendant les derniers mois de la guerre, l'emploi de la gramicidine se généralisa dans toutes les armées soviétiques, et ce produit est actuellement considéré en U. R. S. S. comme le meilleur antiseptique pour blessures.

### La subtiline: antibiotiques et antidotiques

Les succès thérapeutiques remportés en Grande-Bretagne, en Amérique et en U. R. S. S., par les antibiotiques extraits des *Penicillium*, *Actinomyces*, etc., ont incité des chercheurs français à étudier l'extraction et l'utilisation des substances analogues que peuvent produire d'autres microorganismes. G. et P. Ramon et R. Richou ont notamment porté leur attention sur les filtrats de culture de *Bacillus subtilis*. Ils ont montré que ceux-ci renferment un antibiotique qu'ils ont appelé *subtiline*, et qui inhibe le développement du bacille diphtérique, du bacille de Preisz-Mocard, de la bactérie charbonneuse, du bacille dysentérique, etc. D'autres auteurs ont extrait une « endosubtilisine » qui exercerait une action inhibitrice et

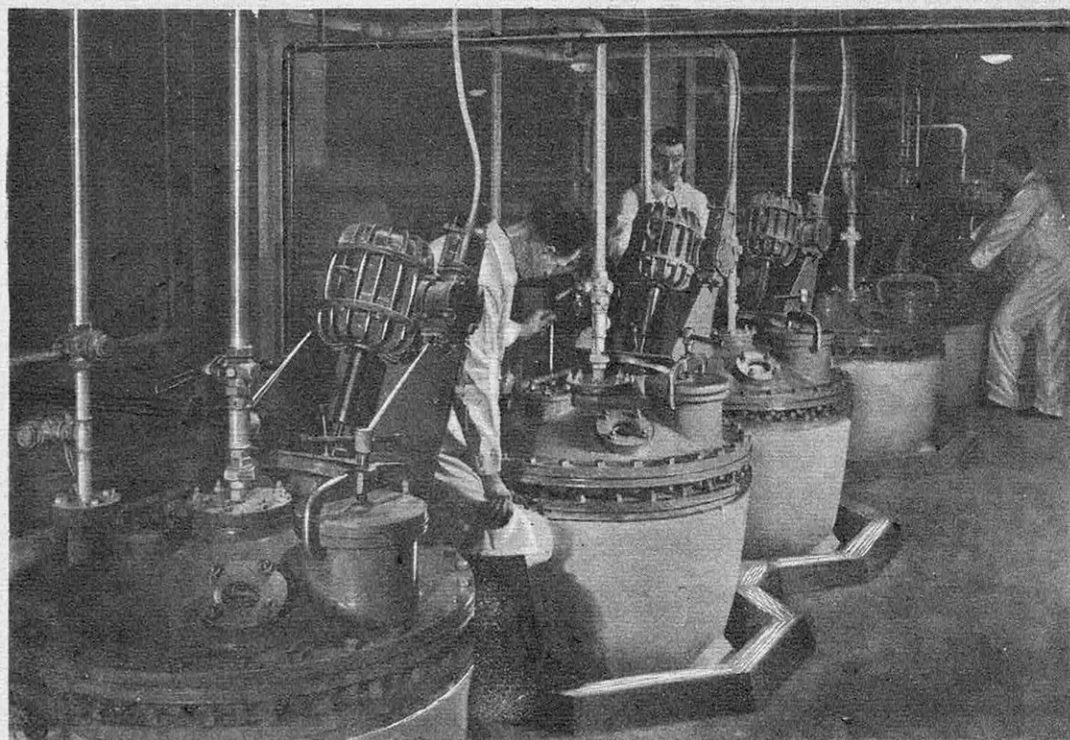


FIG. 4. — LES RÉCIPIENTS DANS LESQUELS EST EFFECTUÉE L'EXTRACTION DE LA STREPTOMYCINE (LABORATOIRES BOOTS PURE DRUGS, ANGLETERRE)

même bactéricide *in vitro* sur le bacille tuberculeux, et serait capable de retarder l'évolution de la tuberculose expérimentale du lapin.

Les filtrats de cultures de *Bacillus subtilis* étudiés par MM. Ramon et Richou présentent un intérêt tout particulier, du fait qu'ils ne possèdent pas seulement des propriétés antibactériennes, mais aussi des propriétés antidotiques qui se traduisent par la dénaturation des toxines sécrétées par certains microbes : le *Bacillus subtilis* ne se contente pas de s'opposer au développement de certains germes pathogènes, mais il est encore capable de neutraliser les sécrétions toxiques de ces germes.

La subtiline possède ainsi la propriété d'altérer profondément, voire de détruire complètement les toxines diphtérique, staphylococcique, tétanique, etc. *In vitro*, elles perdent leurs propriétés hémolytiques; *in vivo*, leur pouvoir nocif. Cette propriété, qui est en étroite relation avec le pouvoir gélatinolytique des filtrats de cultures de *Bacillus subtilis*, dérive comme lui, selon toute probabilité, d'une action diastasique.

MM. Ramon et Richou ont voulu voir si la coexistence des propriétés antibiotiques et antidotiques constatée par eux sur la subtiline brute se retrouvait dans les filtrats non purifiés des cultures de *Penicillium notatum*. Fleming et ses collaborateurs n'ont eu en vue, en effet, que les propriétés antibiotiques de la pénicilline, et

le produit qu'ils ont mis au point, quelque actif qu'il soit sur les germes pathogènes eux-mêmes, n'en est pas moins dépourvu de toute action sur les exotoxines microbiennes.

Le principe des expériences consistait à essayer d'annihiler une quantité de toxine diphtérique représentant 150 doses mortelles pour le cobaye par 2 cm<sup>3</sup> de filtrat de culture de *Penicillium notatum* à 90 U. O par centimètre cube. Ces expériences donnèrent le même résultat positif qu'avec la subtiline. Comme pour celle-ci, l'addition d'un peu de formol permet de stabiliser et de conserver les extraits sans altération de leurs propriétés, et l'addition de sérum humain (pour reconstituer le milieu sanguin) n'empêcha pas l'action antidotique de se manifester, mais la retarda seulement.

En vue de certaines applications médicales, il serait donc recommandable d'utiliser des procédés de fabrication des antibiotiques qui conservent leurs propriétés antidotiques (purification pas trop poussée, chauffage en présence de formol). Les produits ainsi obtenus permettraient de traiter, avec plus de succès encore, certaines infections et toxi-infections. Le traitement *in situ* des toxi-infections intestinales, par exemple, offrirait un nouveau champ d'action à l'« antibiothérapie ». On voit ainsi l'intérêt que présente la possibilité, découverte par des savants français, de lutter simultanément



FIG. 5. — LA DERNIÈRE PHASE DE L'EXTRACTION DE LA STREPTOMYCINE

La solution de streptomycine est asséchée à une température de  $-50^{\circ}\text{C}$  dans des flacons tournant à une vitesse de 1 000 tours/mn. (Laboratoires Boots Pure Drugs, Angleterre).



FIG. 6. — LE CONTRÔLE BACTÉRIOLOGIQUE DE LA STREPTOMYCINE (LABORATOIRES BOOTS PURE DRUGS, ANGLETERRE)

contre les microbes eux-mêmes et contre leurs sécrétions toxiques.

#### Autres antibiotiques microbiens

Comme la production littéraire ou artistique, la recherche scientifique est sujette à des « modes » lorsque vient d'être découvert un nouveau domaine de la science pure ou appliquée ; il est assez naturel que l'exploration de ce terrain encore vierge séduise un grand nombre de chercheurs, car ils sont presque assurés d'y trouver matière à des travaux féconds. Ainsi s'explique l'engouement collectif qui a attiré les biochimistes tour à tour vers les vitamines, les hormones, et depuis peu vers les antibiotiques.

Certes, Fleming est tombé du premier coup sur l'un des plus puissants, que n'a pu jusqu'ici supplanter aucun de ceux qui ont été découverts postérieurement. Mais, pour active qu'elle soit sur nombre de germes pathogènes, la pénicilline n'en est pas moins dépourvue d'effet sur certains autres, et des plus importants, au premier rang desquels il convient de placer le bacille tuberculeux. L'espoir de trouver un antibiotique efficace contre ces microbes peut donc, à juste titre, séduire de nombreux chercheurs de tous pays.

C'est pourquoi l'on assiste depuis quelques années à une véritable floraison d'études portant sur l'extraction et les propriétés des substances

bactériostatiques produites par les diverses espèces de végétaux microscopiques. Nous avons décrit les plus importantes de celles sur lesquelles il semble légitime de fonder des espérances. Mais une liste plus complète devrait comporter plusieurs dizaines de noms (fig. 8).

Il ne se passe guère de mois qui ne voie l'apparition d'une ou de plusieurs nouvelles étoiles au firmament des antibiotiques. L'éclat de nombre d'entre elles est d'ailleurs très fugitif, car rares sont celles qui justifient, à l'expérience, les espoirs qu'une publicité prématurée présentait souvent comme des certitudes. (Il est juste de remarquer, à ce propos, qu'en France plus que dans d'autres pays le souci d'informer objectivement le public et de lui éviter de lourdes déceptions prime généralement l'attrait du « sensationnel ».)

Le dernier *wonder drug* dont on ait ainsi annoncé la découverte aux États-Unis est la *bacitracine*, sur laquelle on ne possède encore que peu de détails. Cette substance, que l'on n'a encore pu isoler à l'état pur, est étudiée à l'Université de Columbia, par le professeur Frank Meleney, qui a remarqué, en 1943, dans le tissu contaminé prélevé sur une fracture ouverte de la jambe, un bacille doué de propriétés antibiotiques puissantes. Après des essais de laboratoire encourageants, la bacitracine aurait été administrée avec succès à une centaine de malades atteints d'infections

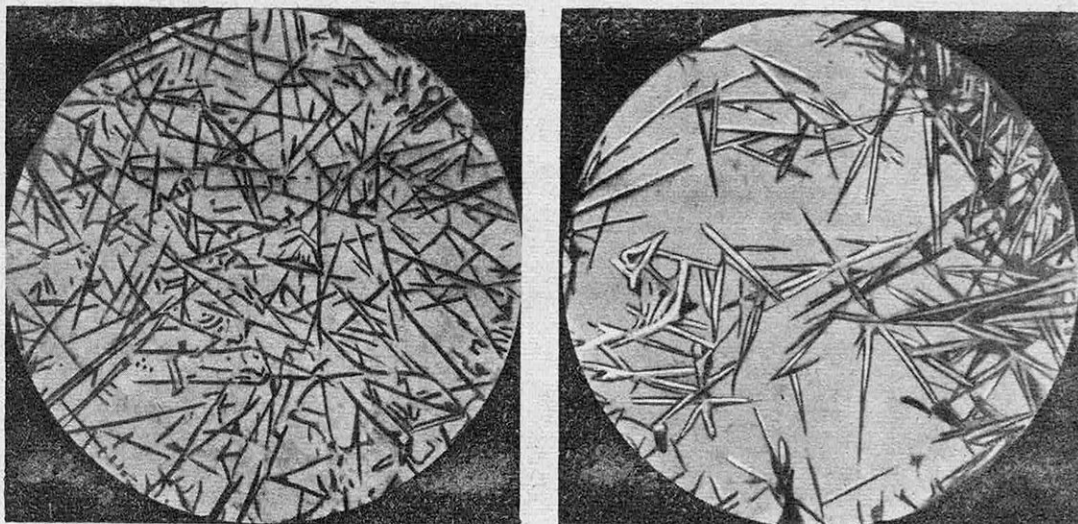


FIG. 7. — MICROPHOTOGRAPHIES DE CRISTAUX DE GRAMICIDINE OBTENUS A PARTIR D'UNE SOLUTION DANS L'ALCOOL (A GAUCHE) OU DANS L'ACÉTONE (A DROITE)

chirurgicales. Contre certains germes pathogènes, elle se serait avérée plus efficace que la pénicilline.

#### La clitocybine

Il n'a été question, jusqu'ici, que des antibiotiques extraits de végétaux microscopiques, qui sont à l'heure actuelle les plus nombreux et les mieux connus. Mais les travaux d'un savant français, le professeur Hollande, ont considérablement élargi les frontières de ce domaine en

prouvant que certains cryptogames supérieurs (basidiomycètes) produisaient également des substances antibiotiques. Le professeur Hollande est en effet parvenu à extraire de certaines variétés d'un champignon ordinaire, le *Clitocybe* (fig. 10), un produit doué d'un pouvoir antibactérien remarquable, qu'il a nommé *clitocybine*.

L'intérêt que présente la clitocybine est considérable, car elle n'agit pas seulement sur des germes pathogènes banals comme le staphy-

1° Antibiotiques extraits de moisissures :			
PÉNICILLINE ( <i>Penicillium notatum</i> ),	Fleming (G.-B.),	1929-1942.	
Patuline, Claviformine, etc. ( <i>Penicillium divers</i> ).			
Clavacine, Fumigacine, Flavicine, acide gigantesque, acide helvolique, etc. ( <i>Aspergillus clavatus, fumigatus, flavus, giganteus</i> , etc.).			
2° Antibiotiques extraite de champignons microscopiques :			
STREPTOMYCINE ( <i>Actinomyces griseus</i> ),	Waksman (É.-U.),	1943.	
Griséine	—	1946.	
Streptotricine ( <i>Actinomyces lavendulæ</i> ),	—	1941.	
Proactinomycine, etc.	—	1941.	
3° Antibiotiques extraits de bactéries :			
TYROTHRICINE ( <i>Bacillus brevis</i> ),	Dubos (Fr., É.-U.),	1939.	
Gramicidine	—	—	1941.
Tyrocidine	—	—	1941.
GRAMICIDINE S	—	Gause (U. R. S. S.),	1942.
Subtiline ( <i>Bacillus subtilis</i> ).			
Endosubtilysine	—		
Bacitracine, etc.			
4° Antibiotiques extraits de champignons supérieurs et végétaux divers :			
Clitocybine ( <i>Clitocybe candida</i> ),	Hollande (Fr.),	1945.	
Tomatine, anémoneine, etc.			

FIG. 8. — LES PRINCIPAUX ANTIBIOTIQUES DÉCOUVERTS A CE JOUR

Les antibiotiques dont les noms sont écrits en majuscules ont trouvé des applications thérapeutiques qui sont déjà entrées dans la pratique courante. Cette liste n'est évidemment pas limitative, car de nouveaux antibiotiques sont découverts chaque mois, et il est impossible à l'heure actuelle d'en tenir un compte exact. Il faut, de plus, remarquer que, selon William J. Robbins, seule une centaine de végétaux microscopiques a encore été étudiée sur les quelque trente mille espèces, connues et susceptibles de fournir des antibiotiques.



locoque, contre lesquels on possède déjà des moyens d'action efficaces, mais aussi sur certains autres contre lesquels la science est encore très peu puissante. Au nombre de ceux-ci figurent notamment le *bacille typhique*, celui de la *fièvre de Malte* (qui exerce actuellement des ravages croissants dans le Midi de la France), et surtout le *bacille tuberculeux*. La lutte contre ce dernier agent pathogène est actuellement le problème le plus urgent auquel la médecine ait à faire face. Aussi fait-elle plus particulièrement l'objet des travaux du professeur Hollande et de ses collaborateurs à la Faculté de pharmacie de Montpellier.

Ayant déjà consacré une étude d'ensemble à la découverte et aux possibilités de la clitocybine (1), nous nous bornerons à faire le point des progrès les plus récents qui ont été enregistrés dans la connaissance de ses propriétés. Ces progrès sont d'ailleurs substantiels, quoique ne permettant pas encore de tirer de conclusion définitive quant à l'utilisation possible de la clitocybine en thérapeutique humaine.

De même qu'il y a plusieurs pénicillines, on sait aujourd'hui qu'il existe au moins deux clitocytines : une clitocytine *antistaphylococcique* et une clitocytine *antituberculeuse*. Selon les conditions, la durée et le milieu de culture, le mycélium de clitocytine produit l'un ou l'autre, ou les deux (ou parfois aucun) de ces produits. Pour les obtenir séparément, on peut donc soit les produire isolément, soit les séparer l'un de l'autre par des moyens chimiques.

Le procédé utilisé pour la séparation, la *chromatographie*, consiste à filtrer la solution de clitocytine à travers une colonne d'un agent adsorbant, tel que l'alumine : l'affinité de cet agent pour les divers produits contenus dans la solution étant différente, ils s'y fixent par ordre d'adsorbabilité décroissante en formant des couches successives. On accentue la séparation par un lavage appelé *développement*, puis on retire l'adsorbant de l'appareil et on explore ses diverses couches pour savoir dans laquelle se trouve le produit que l'on cherche à isoler. On découpe la tranche ainsi repérée, et il ne reste plus qu'à en *éluer* la substance adsorbée, au moyen d'un solvant approprié, pour isoler celle-ci à l'état de solution rigoureusement pure.

Cette méthode, due au botaniste russe Tswett, qui la mit au point, en 1906, pour séparer les différents pigments de la chlorophylle brute, tire son nom des stratifications colorées auxquelles elle donne lieu lorsqu'elle est appliquée à des mélanges de corps de couleur différente. Une de ses applications les plus classiques est la séparation des caroténoïdes (provitamines et vitamines A).

Dans le cas de la clitocybine, la chromatographie permet d'obtenir des solutions pures, antistaphylococciques ou antituberculeuses, qu'il ne restera plus qu'à concentrer et à déshydrater le jour où l'on désirera préparer les produits sous forme de poudre. Il sera alors possible d'établir leur constitution chimique et, ultérieurement, de les synthétiser.

### Bactériostase et bactériolyse

Mais, avant de passer à la production massive et aux essais d'application thérapeutique de la

(1) Voir : « La clitocybine vaincra-t-elle la tuberculose ? » (*Science et Vie*, n° 345, juin 1946).

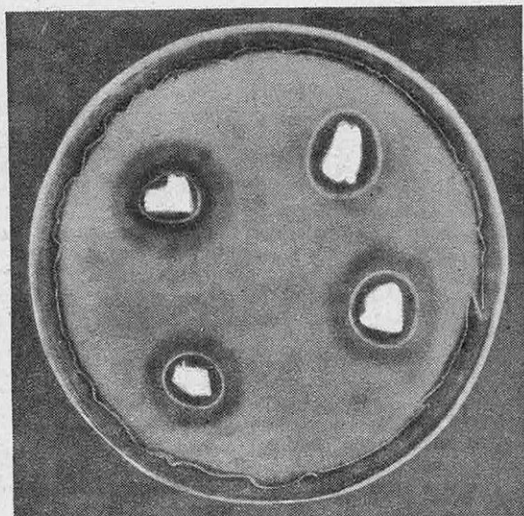


FIG. 9. — BACTÉRIOLYSE DU BACILLE TUBERCULEUX PAR LA CLITOCYBINE

Après « activation » à 37° C, la clitocybine continue à agir à la température ambiante. A mesure qu'elle diffuse dans la culture, elle augmente donc le rayon de la zone de lyse au delà du bourrelet qui limitait le cercle primitif développé à 37° C.

clitocybine, il faut non seulement l'isoler à l'état de pureté, mais encore étudier à fond ses propriétés antibactériennes. Les travaux accomplis dans ce but permettent aujourd'hui d'affirmer que l'action de la clitocybine sur le bacille tuberculeux est à la fois *bactériostatique* et *bactériolytique*.

Si l'on ensemence de bacilles un milieu de culture gélosé approprié, si l'on y dépose un petit carré de papier buvard imbibé de clitocybine anti-B. K., ou un peu de mycélium actif, et si l'on porte le tout à l'étuve à 37° pendant vingt-quatre heures, on constate que le bacille a proliféré partout *sauf* dans le rayon où la clitocybine a diffusé : la culture présente un aspect blanc porcelainé, sauf au centre où l'on voit un cercle clair correspondant à la zone restée stérile. La clitocybine a empêché le bacille de croître dans cette zone, elle a manifesté son pouvoir *bactériostatique*.

Si l'on recommence la même expérience, mais en ne déposant le mycélium actif ou le buvard imprégné de clitocybine sur la culture qu'après l'avoir développée à l'étuve, c'est-à-dire une fois qu'elle est entièrement envahie par le bacille, on ne constate aucune action à la température du laboratoire. Si, à présent, on porte cette même culture à l'étuve à 37° pendant quarante-huit heures, une auréole claire apparaît, correspondant à une zone dans laquelle les bacilles, qui étaient présents auparavant, ont été détruits, *lysés*. Il y a donc eu *bactériolyse*, et le chauffage à 37° a déclenché ce phénomène.

Mais, si la clitocybine nécessite une « activation » par chauffage, pour manifester son pouvoir lytique, elle n'en continue pas moins à l'exercer lorsque ce chauffage a pris fin : l'auréole claire continue à grandir peu à peu, formant un anneau délimité par deux bourrelets, l'un marquant le contour de la zone stérilisée

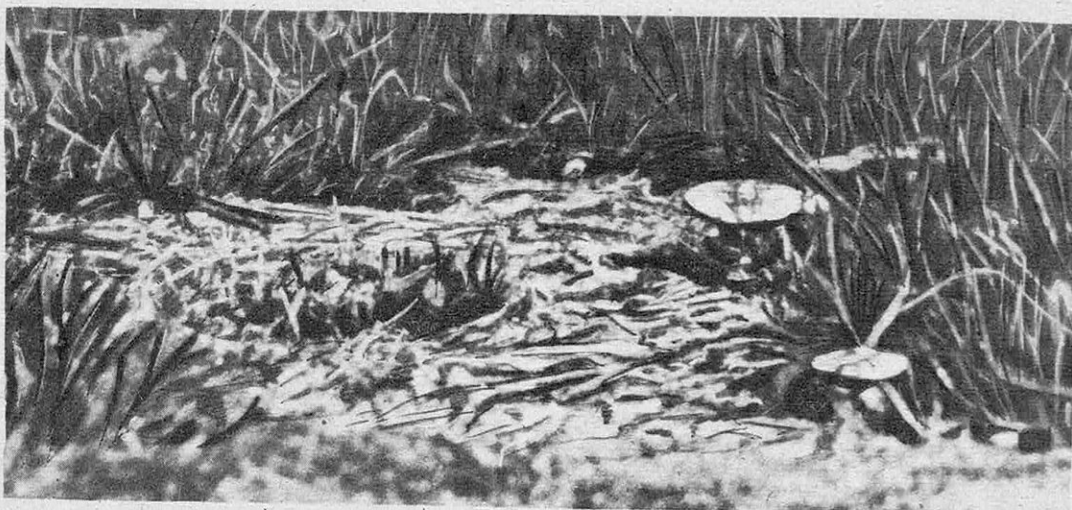


FIG. 10. — CLITOCYBES EN BORDURE D'UN « ROND DE SORCIÈRE »

On aperçoit à gauche une plage d'herbe morte et non putréfiée : la clitocybine diffusée par le champignon a tué à la fois l'herbe et les bactéries putréfiantes du sol. C'est de la constatation de ce phénomène que la découverte de la clitocybine tire son origine.

à 37°, l'autre celui de la zone stérilisée à froid (fig. 9).

Ces expériences permettent de comprendre pourquoi la lyse du bacille, qui avait été observée chez le cobaye, par le professeur Hollande, dès le début de ses travaux, n'avait pu tout d'abord être obtenue *in vitro* ; elle ne se produit qu'après activation à 37°, c'est-à-dire précisément à la température qui règne *in vivo*. Il faut remarquer à ce sujet que la lyse de microbes par la pénicilline, qui a lieu *in vivo*, n'a pas encore été obtenue de façon certaine *in vitro*, ce qui empêche de comprendre le mécanisme de ce phénomène. Peut-être est-ce l'étude de la clitocybine qui ouvrira la voie à la solution de cette apparente contradiction. Une telle éventualité est d'autant plus vraisemblable que la clitocybine exerce la même action bactériolytique *in vitro* à 37° sur le staphylocoque que sur le bacille tuberculeux ; et l'on sait que le staphylocoque est particulièrement sensible à la pénicilline.

### L'expérimentation animale

Les plus récentes expériences sur le cobaye ont porté sur la virulence du bacille tuberculeux en présence de clitocybine. Une suspension de 100 000 bacilles virulents dans 1 cm<sup>3</sup> de solution de clitocybine est portée à l'étuve à 37° pendant vingt-quatre heures, puis injectée sous la peau de la cuisse de quatre cobayes. Simultanément, on fait la même expérience sur quatre autres cobayes, avec des bacilles maintenus au contact de la clitocybine pendant vingt-quatre heures, à la température du laboratoire. Enfin quatre cobayes témoins sont inoculés avec une suspension de bacilles sans clitocybine. Au bout d'une dizaine de semaines, l'un des témoins succombe. Tous les animaux sont alors sacrifiés, et l'on constate que l'organisme des quatre témoins est entièrement envahi par les bacilles, qui y ont causé de graves lésions. Au contraire, les autres cobayes, à qui on a injecté des bacilles mis en contact, pendant vingt-quatre heures,

avec de la clitocybine, soit à 37°, soit à la température du laboratoire, sont tous parfaitement indemnes de toute lésion pulmonaire, splénique ou même ganglionnaire. La clitocybine a donc détruit la virulence des bacilles, et les a empêchés de causer le moindre dommage aux animaux inoculés.

Il est ainsi démontré que la clitocybine exerce une action à la fois bactériostatique, bactériolytique, et antivirulente sur le bacille de Koch. Mais l'application thérapeutique de ces résultats ne pourra être étudiée que lorsqu'on disposera de quantités suffisantes de produit. Il est, certes, permis d'espérer que ce jour n'est plus très éloigné, puisque les méthodes de culture, d'extraction et de purification, sont à peu près au point, et qu'il ne reste qu'à les transposer sur le plan industriel. Mais, en attendant, la prudence exige de faire preuve de patience et de ne pas encore considérer comme des certitudes les espoirs qu'il est légitime de concevoir. En cette matière plus qu'en toute autre, il est nécessaire d'avancer méthodiquement, et sans hâte excessive, car on s'exposerait à de cruels mécomptes en ne prenant pas toutes garanties avant de passer à l'application des résultats acquis.

### Autres antibiotiques végétaux

Depuis la découverte de la clitocybine, on a cherché et trouvé des antibiotiques dans plusieurs autres champignons. De l'*Agaricus nebularis*, des savants suédois ont extrait la *Nébularine*, et, du *Lactarius deliciosus*, d'autres savants, suédois également, ont isolé la *Lactarovioline*. Les *Truffes* seraient également susceptibles, dans certaines conditions, de produire des substances antibiotiques.

Les bactéries et les champignons ne sont pas les seuls végétaux produisant des antibiotiques. C'est ainsi que des recherches effectuées à Pau, depuis 1939, par J. Lesage, sur le rôle des algues microscopiques dans la fertilisation du sol, ont montré que ces algues présentent des antago-

nismes avec certaines bactéries putréfiantes, ainsi qu'avec le colibacille et le staphylocoque. Des applications sont envisagées en thérapeutique (sous forme de cultures sur poudre de talc) pour le traitement des plaies rebelles à la cicatrisation et, en agriculture, pour l'assainissement des terres.

Par ailleurs, la présence de substances antibiotiques a été mise en évidence chez un certain nombre de végétaux supérieurs. Certains chercheurs s'attachent actuellement à explorer systématiquement ce domaine, et déjà Osborne a examiné, en Angleterre, plus de 2 000 espèces d'angiospermes, dont 134 se sont avérées contenir des substances actives contre le staphylocoque et le colibacille.

C'est dans la famille des *renonculacées* qu'on a trouvé les plantes douées du plus fort pouvoir antibiotique : anémone, renoncule, hellebore, clématite, pivoine, etc. Les graines de *Clematis recta* seraient aussi efficaces contre le staphylocoque que la pénicilline elle-même.

L'anémone et la renoncule ont été particulièrement étudiées. Leurs extraits agissent sur le staphylocoque, le streptocoque, le bacille diphtérique, le colibacille et le bacille d'Eberth. On connaît la formule chimique de la proto-anémonine et de l'anémonine (celle-ci étant un dimère de celle-là), et on les a même préparées synthétiquement. La première est la plus active ; elle inhibe le staphylocoque à la concentration de 1/60 000, le colibacille à 1/80 000. Le bacille tuberculeux humain est lui-même inhibé par l'addition de jus de renoncule au milieu de culture, mais, comme il est toxique, l'expérimentation sur l'animal n'a pas encore été possible.

En dehors des Renonculacées, d'autres plantes ont également donné des résultats intéressants. Parmi les *Crucifères*, le chou, le navet, le raifort, la giroflée semblent les plus actifs. Dans les *Caprifoliacées*, on a mis en évidence une activité antibiotique chez le chèvrefeuille.

Au nombre des *Composées*, ce sont surtout le chardon d'Écosse (*Onopordon acanthium*) et la bardane (*Arctium minus*) qui sont actifs. De cette dernière plante, on a isolé une substance cristallisée de formule  $C_{18}H_{24}O_6$  qui inhibe la culture du staphylocoque, et à laquelle on attribue l'effet antifuronculeux bien connu de la bardane.

Dans les *Éricacées*, la myrtille (*Vaccinium*),

dans les *Saxifragacées*, le groseillier (*Ribes*), dans les *Rosacées*, le sorbier (*Sorbus*), dans les *Liliacées*, l'oignon (*Allium cepa*), contiennent également des substances antibiotiques. Certains arbres en renferment aussi, tels l'érable (*Acer platanoides*), le chêne (*Quercus robur*) et le thuya (*Thuja plicata*).

Enfin, on a récemment isolé de certaines tomates résistantes à l'étiollement une substance, dite *lycopersine*, qui possède précisément un fort pouvoir inhibiteur à l'égard de *Fusarium oxysporum lycopersici*, microorganisme qui est l'agent causal de l'étiollement des tomates (Gottlieb, 1944). D'autres auteurs ont extrait de la feuille de tomate une autre substance qu'ils ont appelée *tomatine*, qui serait particulièrement efficace contre les microbes responsables de certaines dermatoses comme l'*herpès* (Irving, Fontaine et Doolittle, 1945). La tomatine serait un des rares antibiotiques à la fois non toxiques et actifs contre les microorganismes du type fongicoïde (agents des « mycoses »). La pomme de terre, le poivre et le chou contiendraient des substances analogues.

Enfin, certains végétaux supérieurs secrètent des corps exerçant une action spécifique, non sur des microorganismes, mais sur d'autres plantes. On connaît, depuis longtemps, certaines plantes que l'on ne trouve jamais ensemble. Dans quelques cas, Funke et Fröschel ont pu montrer que les graines des unes inhibaient la germination des autres. C'est ainsi que la nielle des blés (*Agrostemma githago*) ne se développe pas sur un terrain arrosé d'extrait de graines de betterave (*Beta vulgaris*), à une concentration d'environ 1/1000. La moutarde blanche (*Sinapis alba*) s'y développe par contre fort bien. Or la nielle est une mauvaise herbe typique des champs de blé qu'on ne trouve jamais dans les champs de betterave — où la moutarde par contre se trouve couramment. L'étude de ces antagonismes n'en est encore qu'au stade préliminaire, mais il n'est pas exclu qu'elle trouve un jour des applications.

Les phénomènes d'*antibiose* sont donc communs au monde végétal tout entier, et la nature recèle une profusion d'*antibiotiques* dont nous n'avons encore qu'une connaissance très incomplète, mais dont plusieurs ont déjà trouvé ou sont en train de trouver des applications extrêmement importantes.

J. HÉRIBERT

A mesure que s'épuisent les réserves minérales de certains pays, d'autres prennent leur place en tête de la liste des producteurs de minerais métalliques. C'est ainsi que la Grande-Bretagne, qui était, il y a cent ans, le plus important producteur de *cuivre*, de *plomb* et d'*étain*, n'extrait plus aujourd'hui qu'un pour cent de l'*étain* mondial, moins encore de *plomb* et plus du tout de *cuivre*. Les États-Unis voient à présent à leur tour approcher l'épuisement de leurs réserves de *plomb* et de *zinc*, et ce sont l'Australie et le Canada qui auront à satisfaire les besoins mondiaux en ces métaux au cours des prochaines décades. Les gisements américains de *cuivre* seront également épuisés dans une trentaine d'années, ceux du Chili et de la Rhodésie étant vraisemblablement appelés à prendre leur succession. Par contre les gisements malais d'*étain*, quoique sérieusement entamés, ne sont pas encore près d'être épuisés. Mais ceux du Nigeria ne dureront plus que dix ou quinze ans, tandis que l'exploitation des ressources du Congo belge est en plein essor.

# LE « RADAR » A ULTRASONS DES CHAUVES-SOURIS

par Ernest BAUMGARDT

Un certain nombre d'inventions humaines ont été suggérées par l'étude des organes des sens des animaux supérieurs. Caméras photographiques et cinématographiques, par exemple, puis caméras de télévision en noir et en couleurs sont des copies de plus en plus perfectionnées de l'œil. Les progrès de la technique, en outre, ont permis d'inventer de nouveaux « organes des sens » sans copier aucun modèle vivant. Tel est le cas des dispositifs de détection d'obstacles utilisant la réflexion des ondes ultrasonores ou électromagnétiques : asdic et radar. Pourtant l'homme n'a pas ici dépassé la nature, puisque l'un des mammifères les plus curieux, la chauve-souris, utilise le principe de l'asdic pour orienter son vol, éviter les obstacles et repérer ses proies dans l'obscurité totale où elle est capable d'évoluer.

Qu'il n'a été frappé, le crépuscule venu, par les évolutions silencieuses des chauves-souris ? Leur vol capricieux, leur agilité extraordinaire, s'ajoutant à leur aspect si pittoresque, excitent la curiosité de l'observateur. C'est de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que datent les premières études méthodiques de cette espèce animale encore si mystérieuse de nos jours, études qui furent l'œuvre du savant abbé italien Lazzaro Spallanzani, illustre précurseur des biologistes modernes. Ayant aveuglé des chauves-souris, il constata que celles-ci sont capables de voler à l'intérieur d'une salle sans se heurter aux murs ni aux meubles, ni aux fils de soie tendus un peu partout. Quatre ans plus tard, Louis Jurine, savant suisse, confirma ces observations et les compléta. Il bouchait une oreille aux chauves-souris, ce qui diminuait beaucoup

l'aisance de leur vol ; des animaux auxquels il bouchait les deux oreilles ne s'envolaient plus du tout.

Cuvier, au début du XIX<sup>e</sup> siècle, critiqua vivement ces observations. Il prétendit que le pouvoir qu'ont les chauves-souris d'éviter toute collision devait s'expliquer par un sens tactile d'ordre cutané et, grâce à son autorité, les recherches de Spallanzani et de Jurine tombèrent dans l'oubli pendant cent-vingt ans.

En 1915, le professeur Paul Langevin, en conclusion de remarquables études théoriques sur les propriétés des ultrasons, fit construire le premier émetteur-détecteur d'ultrasons destiné à détecter les sous-marins allemands infestant les mers pendant la première guerre mondiale (1).

(1) Voir : " Le repérage des roches sous-marines " (Science et Vie, n° 82, avril 1924).

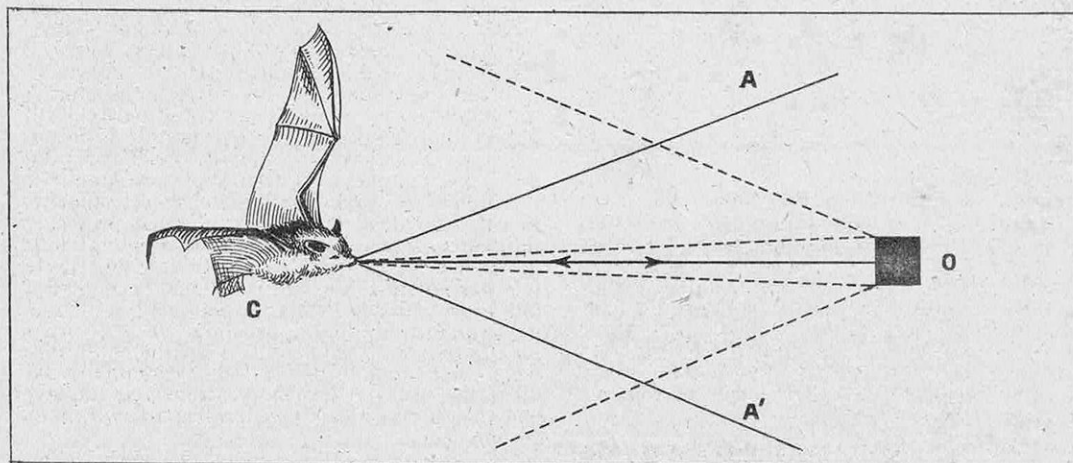


FIG. 1. — LE PRINCIPE DE LA DÉTECTION DES OBSTACLES PAR LES ULTRASONS

La chauve-souris C émet (par le nez ou la bouche) un bref signal ultrasonore qui se propage devant elle à l'intérieur d'un cône ACA'. Ce signal se réfléchit sur l'obstacle O et revient à l'oreille de la chauve-souris ; le temps écoulé entre l'émission et la réception permet à l'animal d'évaluer sa distance à l'obstacle. Comme il apprécie avec plus ou moins de précision la direction d'où vient l'écho, il peut donc localiser complètement l'obstacle dans l'espace.

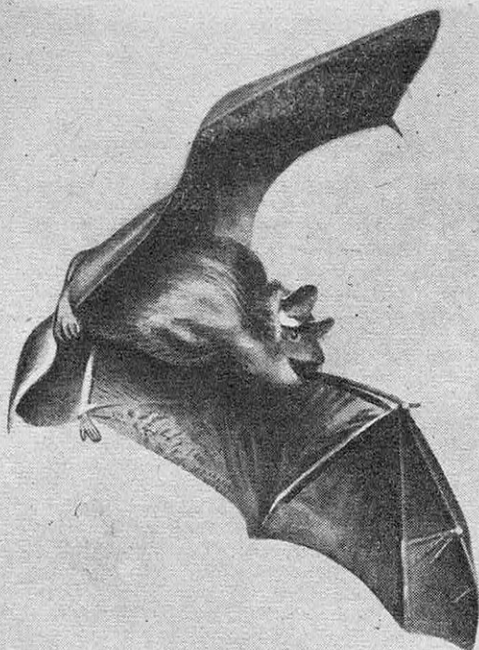


FIG. 2. — UNE CHAUVESOURIS SUR LE POINT D'ATTERRIR UTILISE SA MEMBRANE INTERFÉMORALE COMME DISPOSITIF HYPERSUSTENTATEUR (D'APRÈS « ENDEAVOUR »).

Un faisceau relativement étroit d'ultrasons, c'est-à-dire de sons de fréquence supérieure à 20 000 cycles (périodes par seconde) et donc inaudibles pour l'homme, est émis par le chasseur de sous-marins et balaie l'océan dans toutes les directions. Tout navire de surface ou sous-marin se trouvant à l'intérieur du rayon d'action des ultrasons émis renvoie au bateau émetteur un écho plus ou moins faible, et, après amplification, la position sur l'écran fluorescent d'un oscillographe cathodique du signe lumineux correspondant à l'écho permet à l'observateur de connaître la distance et la direction de l'obstacle détecté. Depuis, la détection sous-marine par ultrasons a été appliquée au sondage et, à l'heure actuelle, nombre de vapeurs et de bateaux de pêche motorisés sont équipés avec un sondeur ultrasonore permettant la lecture continue de la profondeur de l'eau.

En 1920, un savant anglais, le professeur Hartridge, émit l'hypothèse que le vol nocturne des chauves-souris et leur capacité de repérer les obstacles pouvaient être dus à une émission d'ultrasons dont l'écho réfléchi par les obstacles parviendrait à leurs oreilles. La technique n'étant pas assez avancée à cette époque, l'hypothèse de Hartridge n'a pu être vérifiée que quelque vingt ans plus tard par les chercheurs américains Galambos et Griffin.

### Les expériences de Galambos et Griffin

Ceux-ci constatèrent d'abord que les chauves-souris peuvent voler avec aisance les yeux bandés. Ils répétèrent aussi les expériences de Jurine et les complétèrent en bouchant le nez et la bouche des chauves-souris, supposés constituer l'appareil émetteur des ultrasons et constatèrent

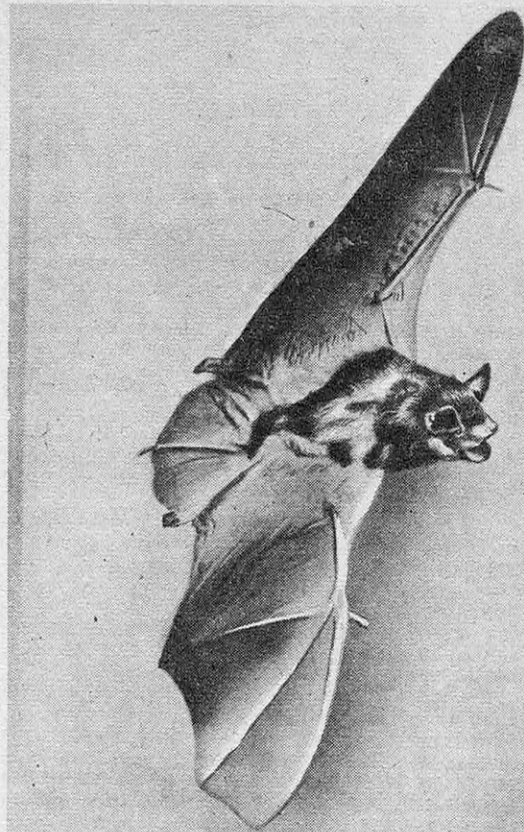


FIG. 3. — LE DÉTECTEUR ULTRASONORE DE LA CHAUVESOURIS EST UN APPAREIL PRÉCIS ET SUR.

*L'ombre de la chauve-souris sur le mur, qu'elle évite au dernier moment par un brusque virage sur l'aile, montre à quel point elle peut avoir confiance dans la précision de son évaluation des distances. La photographie ci-dessus, ainsi que celle de la figure 2, ont été prises au 1/100 000 de seconde (« Endeavour »).*

que cela les rend également incapables de voler normalement. Le développement du radar, appareil assez analogue aux appareils de repérage par ultrasons, mais qui utilise non plus les ondes sonores, mais les ondes électromagnétiques, et qui a rendu de si remarquables services à l'aéronautique interalliée pendant la dernière guerre, permit à Galambos et Griffin de préciser l'hypothèse de Hartridge. Ils utilisèrent un analyseur d'ultrasons comportant un microphone spécial, un amplificateur et un dispositif enregistreur sur papier photographique, qui leur permit de découvrir que la chauve-souris en vol émet constamment des « paquets » d'ultrasons tout comme le radar émet des « paquets » d'ondes électromagnétiques. Chaque émission, durant à peu près cinq millièmes de seconde, est suivie d'une période de silence, et ce cycle se répète environ trente fois par seconde. Les enregistrements montrent que la cadence de l'émission augmente sensiblement quand l'animal approche d'un obstacle et qu'elle baisse brusquement avant même qu'il se trouve dans le plan de celui-ci. La fréquence des ultrasons émis par les chauves-souris ne dépasse pas 55 000 cycles et est généralement voisine de 50 000 cycles.

On s'est demandé comment la chauve-souris évite d'entendre son propre « cri ». Ceci est nécessaire pour éviter à la fois que le signal émis ne l'assourdisse et qu'il ne se confonde avec l'écho. En effet, l'émission ultrasonore de l'animal doit être extrêmement puissante, car l'absorption des ultrasons par l'air est très grande, de sorte

qu'une quantité d'énergie ultrasonore importante émise par une chauve-souris à 4 m d'un obstacle lui fournit un écho tout juste discernable. L'organisation de la chauve-souris a été trouvée identique, dans son principe, à celle du radar. En effet, pour éviter que l'appareil récepteur du radar ne capte aussi les signaux électromagnétiques émis, on le rend « sourd » pendant la durée de l'émission. Ainsi procède également la chauve-souris. Au moment où elle émet ses ultrasons, les muscles de l'oreille interne se contractent, empêchant l'audition du signal. Cette contraction se relâche immédiatement après l'émission de façon que l'animal puisse capter l'écho.

Au repos, les chauves-souris émettent également des ultrasons, mais à la cadence de dix par seconde environ. Elles sont ainsi parfaitement renseignées sur les déplacements d'objets ayant lieu à l'intérieur du rayon d'action de leur appareil détecteur ; on comprend qu'une chauve-souris au repos peut se contenter de renseignements moins fréquents qu'un animal en vol.

En dehors de leurs émissions ultrasonores, les chauves-souris émettent aussi des sons audibles. Mais ceux-ci sont beaucoup moins puissants que l'émission ultrasonore, et on ne les entend qu'à condition de se trouver à quelques dizaines de centimètres de l'animal. On en distingue plusieurs types, variant avec les espèces, généralement trois. Nous ne savons pas encore de quelle manière la chauve-souris produit ses cris sonores et ultrasonores, mais la constitution de son larynx nous donne quelques vagues indications à ce sujet. Il est assez grand par rapport à la taille de l'animal et formé par des os pourvus de muscles puissants. Il est évident que l'émission ultrasonore exige un organe de phonation particulièrement puissant, car plus la fréquence d'un son est élevée, plus son énergie est grande, à amplitude constante.

### Les problèmes non résolus de l'orientation des chauves-souris

La découverte faite par Galambos et Griffin est certes aussi importante que belle, mais tous les

mystères du vol capricieux des chauves-souris ne s'en trouvent pas éclaircis. Un chercheur anglais, Brian Vesey-Fitzgerald, spécialiste de l'étude des chauves-souris, a formulé les questions dont la réponse n'est pas encore connue : *Pourquoi les chauves-souris ne confondent-elles pas les échos de leurs cris avec les cris de leurs voisines ?*

Il est vrai que ce danger n'existe pas quand les chauves-souris ne se trouvent pas très près les unes des autres, car l'énergie ultrasonore se dissipe très rapidement dans l'air. Mais, souvent, les chauves-souris sont réellement très nombreuses dans un espace restreint, comme, par exemple, dans des grottes, et, pourtant, on n'observe aucune confusion. Il semble que les ultrasons émis par chaque chauve-souris aient une fréquence particulière, et qu'une faible différence de fréquence suffise pour qu'une chauve-souris reconnaisse sa propre émission. Pour vérifier cette hypothèse, il faudrait brouiller l'émission d'une chauve-souris par une émission ultrasonore artificielle identique à la sienne, mais la réalisation de cette expérience n'est certainement pas aisée et n'a pas encore été tentée, autant que nous sachions.

*Les chauves-souris émettent-elles les ultrasons par la bouche, ou par le nez, ou par les deux ?*

On sait que la plupart des chauves-souris volent la bouche ouverte. Elles capturent leurs proies, des insectes ailés, en plein vol. Mais, quand la chauve-souris attrape une proie, elle est bien obligée de fermer la bouche. L'émission ultrasonore cesse-t-elle alors ? Dans l'affirmative, l'animal serait obligé de voler à l'aveuglette. Mais peut-être l'émission s'effectue-t-elle par le nez. Nous ne sommes pas fixés à ce sujet. Cependant, un indice parle en faveur de cette dernière hypothèse. En effet, la peau couvrant le museau de certaines espèces de chauves-souris accuse un développement extraordinaire. Nous ignorons à quoi sert cet appendice, mais on a émis l'hypothèse qu'il permet de diriger le son en un faisceau assez étroit, ce qui fournirait à l'animal des indications d'autant plus précises sur sa position. Vesey-Fitzgerald a, d'ailleurs, observé depuis longtemps que ces espèces apprécient leur posi-

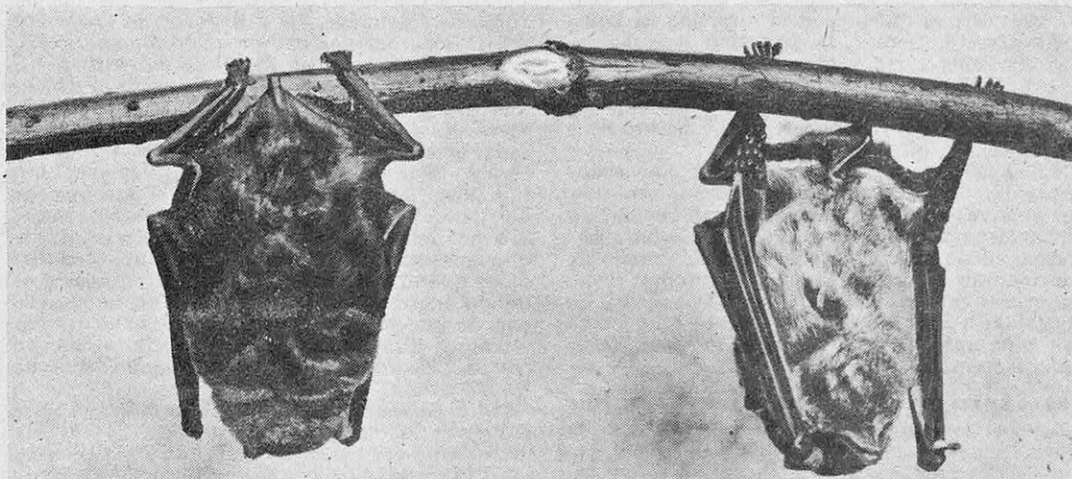


FIG. 4. — PETITES MURINES AU REPOS (PHOTO LE CHARLES)

La chauve-souris se repose suspendue, la tête en bas, par les pattes de derrière, et les ailes repliées.



FIG. 5. — LE NEZ DU RHINOLOPHE EST PEUT-ÊTRE SON ORGANÉ ÉMETTEUR D'ULTRASONS (PH. LE CHARLES)

La conformation anatomique du nez et de la gorge du Rhinolophe donnent à penser qu'il émet ses ultrasons par le nez. Cet organe présente chez le Rhinolophe la particularité d'être entouré d'une membrane dont certains auteurs ont suggéré qu'elle pouvait servir à diriger les ondes émises et à donner par conséquent au Rhinolophe une appréciation très exacte de la direction des objets qu'il détecte.

tion avec beaucoup plus de précision que les autres chauves-souris de nos climats. Comme exemple, il cite la manière dont se suspendent les chauves-souris, la tête en bas, accrochées par les orteils. Généralement, elles se posent la tête en l'air et tâtonnent ensuite autour d'elles pour trouver la bonne prise, mais le grand *Rhinolophus*, l'une des espèces à appendice nasal, effectue un retournement dans l'air et s'accroche directement par les orteils, c'est-à-dire qu'il se pose la tête en bas.

D'autres espèces, dépourvues d'appendice sur le museau, possèdent un oreillon, pavillon de structure assez compliquée. On a pensé que l'oreillon joue un rôle dans le repérage par le son et permet d'apprécier la direction d'où viennent les échos entendus ; il semblerait que les deux sortes d'appendices, appendice cutané sur le museau et oreillon, remplissent des fonctions plus ou moins analogues, l'un à l'émission et l'autre à la réception.

En conclusion, on peut dire qu'il paraît assez probable que l'émission ultrasonore des chauves-souris a lieu par le nez.

*Comment les chauves-souris trouvent-elles leur proie ?*

On sait bien que ce ne peut pas être grâce à leur sens visuel et rien ne semble indiquer que leur odorat soit particulièrement développé. Si l'on jette un caillou en l'air au-dessous d'une chauve-souris qui chasse, elle pique dans sa direction, mais, au dernier moment, elle l'évite par un

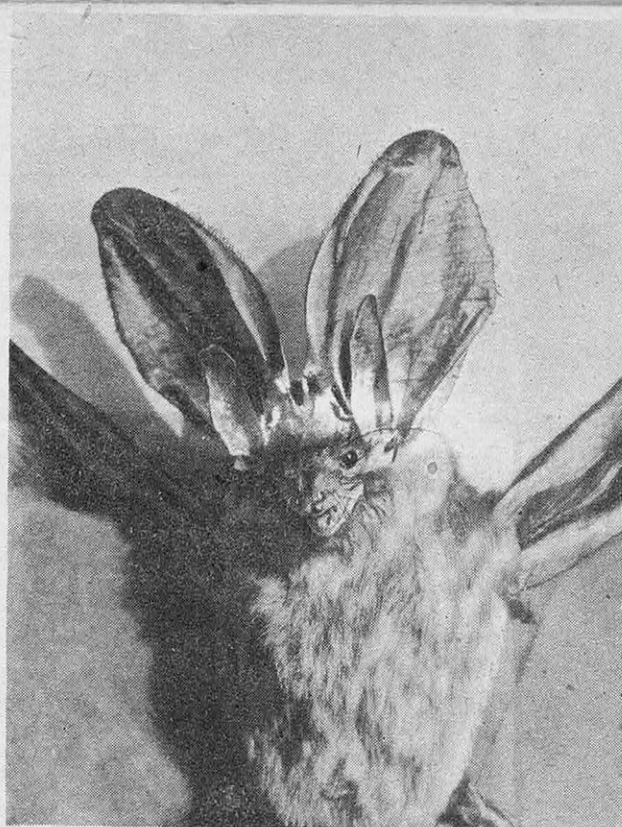


FIG. 6. — LA CURIEUSE CONFORMATION DE L'OREILLE EXTERNE DE L'OREILLARD (PH. LE CHARLES)

Le pavillon de l'oreille est particulièrement développé et l'oreillon, repli membraneux situé à l'intérieur de ce pavillon et qui semble jouer le rôle de réflecteur des ondes sonores, atteint des proportions inusitées. L'Oreillard est capable de voler avec une grande sûreté dans un espace restreint, et même d'attraper ses proies sur les feuilles des arbres.

crochet. On doit en tirer la conclusion que les ultrasons sont bien réfléchis vers l'oreille de l'animal par tout ce qui traverse sa ligne de vol, mais cela n'explique point comment la chauve-souris sait distinguer ce qui constitue pour elle une proie. On pourrait penser à une utilisation de l'effet Doppler, bien connu en acoustique et en optique spectrale : une source sonore se rapprochant de l'observateur paraît émettre un son plus aigu qu'il n'est en réalité et, au moment du passage près de l'observateur, la note perçue devient subitement plus grave. L'écho ultrasonore réfléchi par un insecte en vol pourrait donc renseigner la chauve-souris sur la nature de cet obstacle en lui permettant de percevoir les battements des ailes. D'autre part, on ne voit jamais piquer une chauve-souris vers une autre, ce qu'on expliquerait par le fait que la forme de l'écho peut renseigner la chauve-souris sur les dimensions de l'obstacle mobile. Et, pourtant, il existe des espèces capables d'attraper au vol des insectes posés sur un mur. Ces chauves-souris détectent donc leur proie immobile sur un obstacle à éviter, et jamais on ne les voit faire d'explorations infructueuses.

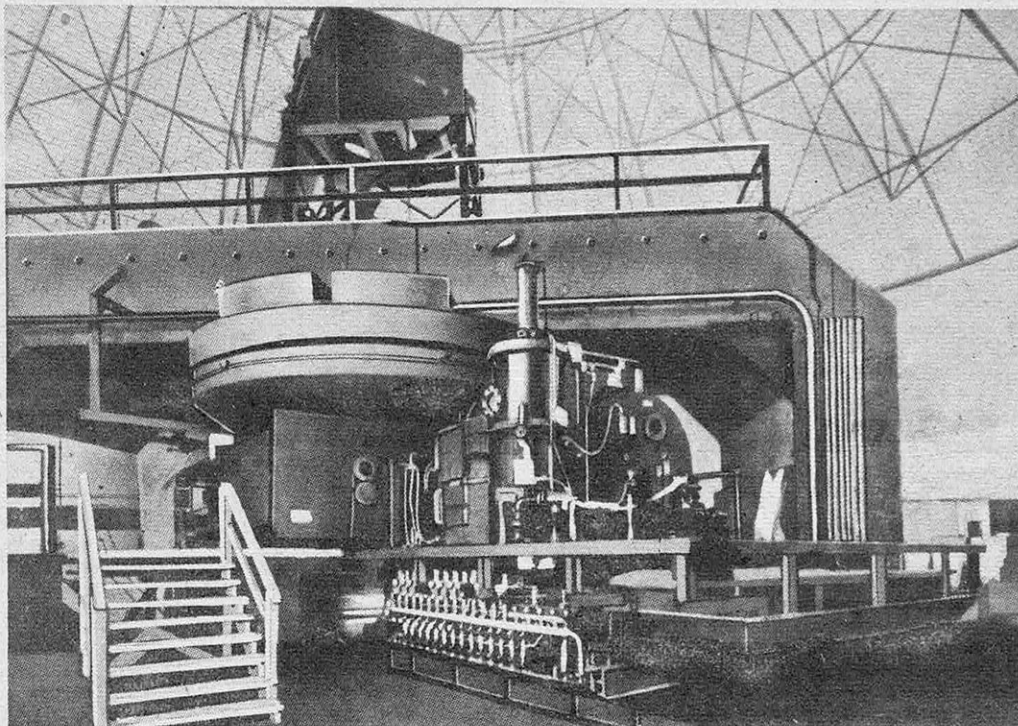
Ne devrait-on en tirer la conclusion que la chauve-souris est capable d'analyser les ondes ultrasonores réfléchies de façon à obtenir des renseignements presque aussi complets que ceux que le sens visuel fournit, dans la journée, à la plupart des mammifères ? S'il en était ainsi, le mécanisme d'audition de la chauve-souris devrait fonctionner suivant des principes très différents

de ceux sur lesquels se base le mécanisme d'audition des autres mammifères. Griffin et Galambos ont bien trouvé que les réponses cochléaires, phénomènes électriques du type microphonique situés dans l'oreille interne, présentent certaines particularités chez la chauve-souris, mais ces observations sont loin de résoudre le problème.

La découverte de l'orientation par les ultrasons

constitue un grand pas en avant dans l'étude du comportement des chauves-souris. Mais bien d'autres problèmes demeurent sans solution, et il est très probable que la biologie et tout particulièrement la physiologie des sensations pourront tirer un grand profit des découvertes futures dans ce domaine.

E. BAUMGARDT



### LE CYCLOTRON GÉANT DE 5 M DE DIAMÈTRE DE BERKELEY (CALIFORNIE)

Avec cet appareil, on a pu accélérer des deutons (noyaux d'hydrogène lourd) et des hélions (noyaux d'hélium ou particules alpha), jusqu'à leur communiquer des énergies de 200 et 400 millions d'électrons-volts respectivement, et obtenir par action de ces projectiles sur des cibles appropriées des neutrons de 100 millions d'électrons-volts. Avec l'une ou l'autre de ces particules, il a été possible de provoquer l'éclatement (fission) de nombreux éléments, tantale, platine, thallium, plomb, bismuth, phénomène jusqu'ici observé seulement avec l'uranium, le thorium, le protactinium et le plutonium (c'est lui qui est à la base du fonctionnement des piles atomiques et des bombes atomiques). C'est ainsi que Perlman et ses collaborateurs ont montré que le bismuth bombardé par des hélions de 400 millions d'électrons-volts livrait de nombreux produits de fission mentionnés ci-après (les premiers chiffres indiquent le poids atomique et les chiffres entre parenthèses précisent les proportions relatives des fragments expulsés) : yttrium 90 (100), gallium 72 (1,57), brome 82 (10,7), brome 83 (28), strontium 91 (38,6), molybdène 99 (34,3), ruthénium 105 (17), iode 131 (0,6), baryum 133 (2,4). En faisant varier l'énergie des projectiles, on change les proportions relatives des produits de fission ; ainsi avec des deutons de 200 et 50 millions d'électronvolts, la proportion de brome 83 et de brome 82 passe de 2 à 100. Lors de ces fissions, il est probable que de nombreux neutrons sont émis.



# OÙ EN EST L'INDUSTRIE ATOMIQUE?

par M.-E. NAHMIA

Docteur ès Sciences, Ph. D.

*Voici déjà deux ans que l'explosion de la bombe d'Hiroshima a révélé au monde le succès d'une entreprise qui dépassait tout ce qu'avaient rêvé Jules Verne ou H.-G. Wells. Les Américains, mobilisant les savants et les laboratoires des pays anglo-saxons, avaient, au prix d'un colossal effort financier et industriel, gagné contre les Allemands la course à la libération de l'énergie nucléaire (1). Deux ans après la fin de la guerre, la formidable industrie atomique des Américains, qui a produit les cinq bombes de Los Alamos (16 juillet 1945), Hiroshima et Nagasaki (6 et 8 août 1945) et Bikini (1<sup>er</sup> et 22 juillet 1946), a-t-elle réussi, comme les autres branches de l'industrie de guerre, sa « reconversion » à des fins pacifiques? Les informations qui nous parviennent d'Amérique montrent que les recherches s'orientent vers la construction de centrales productrices d'énergie et la mise au point d'appareils propulseurs pour les navires et même les avions, tandis que les quantités considérables de produits radioactifs qui prennent naissance dans les « piles » promettent une ample moisson de découvertes en biologie, en chimie et en physique. Cependant, la construction d'usines atomiques est en cours ou en projet dans d'autres pays, et l'énergie nucléaire n'est déjà plus tout à fait un monopole américain.*

**L**es explosions des bombes atomiques sur le Japon ont révélé au grand public que l'Uranium et son dérivé, le Plutonium, sont capables, dans certaines conditions, de libérer des quantités considérables d'énergie, bien supérieures, à poids égal de matière mise en jeu, à ce que pourraient donner les explosifs chimiques les plus puissants.

Aujourd'hui, ce sont les applications pacifiques de l'énergie atomique qui sont à l'ordre du jour, car plusieurs pays ont ébauché la construction de « piles » où cette énergie, avec un débit étroitement contrôlé, pourra être utilisée pour alimenter une centrale thermique, par exemple. Dans le foyer d'une chaudière classique, le charbon s'unit à l'oxygène de l'air suivant une réaction de caractère exclusivement chimique, qui n'altère en rien la nature intime des éléments en présence, les atomes de charbon et d'oxygène se retrouvant dans les molécules de gaz carbonique qui s'échappent par la cheminée. Dans une « pile », l'expression « combustible atomique », souvent employée, est tout à fait impropre, car les réactions qui s'y produisent n'ont rien d'une combustion. Les atomes d'Uranium ou de Plutonium libèrent de l'énergie au cours d'un éclatement, d'une « fission », suivant l'expression anglo-saxonne adoptée universellement ; ils disparaissent intégralement, projetant

à grande vitesse des débris divers. Le mécanisme de cette « fission » n'est pas encore aujourd'hui parfaitement élucidé, mais il est possible d'en esquisser les grandes lignes d'où se dégageront les principes mis en œuvre dans la construction des piles, et les modalités de leur fonctionnement qui conditionnent leurs applications actuellement possibles.

Nous rappellerons tout d'abord succinctement, sous une forme élémentaire, quelques notions fondamentales.

## Les noyaux atomiques

On sait que tous les corps sont constitués d'une multitude de grains très petits, les *atomes*, qui sont les plus petites portions de corps simples ayant une individualité chimique déterminée. Ces atomes, malgré leurs dimensions presque ponctuelles (on évalue leur diamètre à un milliardième de millimètre) sont des édifices extrêmement complexes. On peut se représenter un atome, en première approximation, comme une sorte de système solaire constitué par un noyau très petit ( $10^{-13}$  cm), chargé positivement, autour duquel gravitent, comme des planètes, des électrons négatifs. Le noyau est constitué par un assemblage de deux sortes de particules, les *protons* et les *neutrons*, de masses sensiblement égales, les premiers chargés positivement, les seconds électriquement neutres.

Dans le noyau, neutrons et protons sont liés par des forces antagonistes, répulsives entre protons et attractives entre neutrons ou entre neutron et proton et même entre protons à très courte distance, dont le bilan détermine la stabilité ou l'instabilité du noyau. En général les atomes très lourds, comportant un grand nombre total de particules, sont instables (radioactivité naturelle du Radium, de l'Uranium, etc.) Pratiquement aussi, la stabilité dépend de la proportion relative des neutrons et des protons. Deux noyaux peuvent en effet posséder le même

(1) Selon des déclarations récentes du savant Heisenberg (prix Nobel de physique), les Allemands, qui fournissaient dans tous les domaines de la technique militaire un effort considérable, n'ont pu mettre à la disposition des chercheurs atomiques qu'une petite fraction des moyens dont disposaient les chercheurs anglo-saxons. La destruction des installations norvégiennes de fabrication de l'eau lourde, modérateur adopté par les savants allemands pour la construction de leurs piles, retarda notablement leurs progrès. Toutefois, il semble qu'en 1945 ils étaient sur le point de faire fonctionner une pile, étape encore très éloignée de la réalisation d'une bombe atomique.

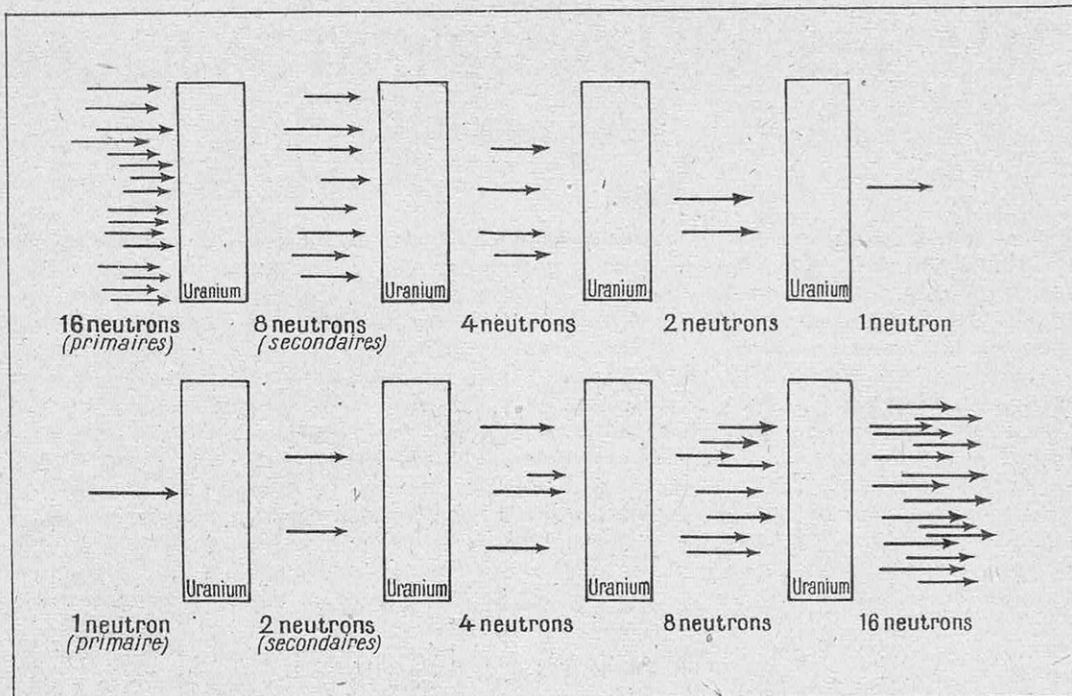


FIG. 1. — COMMENT SE DÉVELOPPE OU S'ARRÊTE UNE RÉACTION EN CHAÎNE

En haut, des neutrons primaires bombardent une masse d'Uranium, y produisant des « fissions » qui font apparaître des neutrons secondaires. Mais le coefficient de multiplication de la réaction n'est que de 0,5, c'est-à-dire que 100 neutrons primaires n'engendrent en moyenne que 50 neutrons secondaires. La chaîne des réactions s'arrête très rapidement, faute de neutrons libres dans la masse d'Uranium. Au contraire, en bas, le facteur de multiplication est égal à 2, c'est-à-dire que 100 neutrons primaires engendrent en moyenne 200 neutrons secondaires. Il suffit alors d'un seul neutron primaire pour amorcer une réaction en chaîne qui se développe rapidement et deviendrait explosive si on ne la freinait (en ramenant le facteur de multiplication à une valeur très légèrement inférieure à l'unité).

nombre de protons (qui est égal à celui des électrons planétaires des atomes, et, comme ce dernier détermine leurs propriétés chimiques, ces atomes porteront le même nom et le même numéro atomique) et différer par le nombre des neutrons. Ce sont des isotopes qui diffèrent par leur masse atomique, exprimée, puisque la masse du proton et celle du neutron sont sensiblement égales à l'unité et que celle des électrons est négligeable, par le nombre total de particules du noyau ou nombre de masse. Pour certains éléments, on rencontre dans la nature un certain nombre d'isotopes stables, par exemple les Carbones : 6 protons liés à 6 ou à 7 neutrons. La physique moderne a pu, pour tous les éléments, créer de nombreux isotopes nouveaux, où la proportion de protons et de neutrons dans le noyau est telle que ce dernier est instable (radioactivité artificielle). C'est ainsi qu'on connaît des Carbones (toujours 6 protons) ayant 4, 5 ou 8 neutrons.

Un noyau instable revient à un état stable par un réarrangement de ses particules. Il peut y avoir :

- soit transformation d'un neutron en proton, ce qui se traduit par l'expulsion d'un électron négatif (radioactivité bêta) : le numéro atomique (nombre de protons) augmente d'une unité, le nombre de masse (total protons + neutrons) ne change pas ;
- soit expulsion d'une particule alpha (noyau

d'Hélium), composée de 2 protons et 2 neutrons (radioactivité alpha) ; le numéro atomique diminue de 2 unités et le nombre de masse de 4 unités ;

— soit transformation d'un proton en neutron, ce qui se traduit par l'expulsion d'un électron positif (positon) (radioactivité bêta +) : le numéro atomique diminue d'une unité, le nombre de masse ne change pas. Le résultat est analogue si la transformation d'un proton en neutron s'opère par fixation, par un proton du noyau, de l'un des électrons planétaires du niveau le plus bas (électron de la couche dite K).

Enfin, il peut y avoir « fission » du noyau, éclatement libérant des noyaux atomiques de nombres de masse beaucoup plus faibles, eux-mêmes instables et émettant des particules diverses. Ce sont ces fissions nucléaires qui donnent lieu aux « réactions en chaîne » sur lesquelles est fondé le fonctionnement des piles atomiques et aussi des bombes atomiques.

### La « fission » de l'Uranium

C'est peu de temps avant la deuxième guerre mondiale que fut faite cette découverte fondamentale. En bombardant de l'Uranium par des neutrons, les physiciens constatèrent que certains atomes se brisaient en deux fragments presque égaux avec un dégagement d'énergie considérable (équivalant à 20 000 kWh par gramme d'Uranium détruit), bien supérieur à

celui des ruptures des corps radioactifs ordinaires (1). En même temps, plusieurs neutrons (de 2 à 3 en moyenne) sont libérés. On pensa que ces neutrons, en provoquant de nouvelles ruptures de noyaux pouvaient, dans certaines conditions, amorcer une « chaîne » de rupture et assurer ainsi de proche en proche la destruction complète du bloc d'Uranium.

Mais les phénomènes qui se produisent dans un morceau d'uranium naturel sont en réalité très complexes. L'uranium naturel est un mélange de trois isotopes ayant respectivement pour nombre de masse 234, 235 et 238. L'élément 234 est en proportion pratiquement négligeable et nous n'en parlerons pas. L'Uranium 235 est cent quarante fois moins abondant que l'Uranium 238, et on pouvait s'attendre à ce que les deux isotopes se comportassent différemment en présence des neutrons. De plus, des réactions autres que les « fissions » d'atomes se produisent également dans l'Uranium, faisant apparaître des éléments nouveaux de nombres atomiques supérieurs à 92, situés par conséquent au delà de l'Uranium dans la classification des éléments et appelés pour cela *transuraniens*. L'existence de ces éléments fut établie

(1) On sait aujourd'hui qu'il se produit aussi des ruptures en trois fragments (deux noyaux moyens et un noyau de masse 4 ou 5) et des quadripartitions. Mais elles sont respectivement trente et mille fois moins fréquentes que les ruptures en deux fragments.

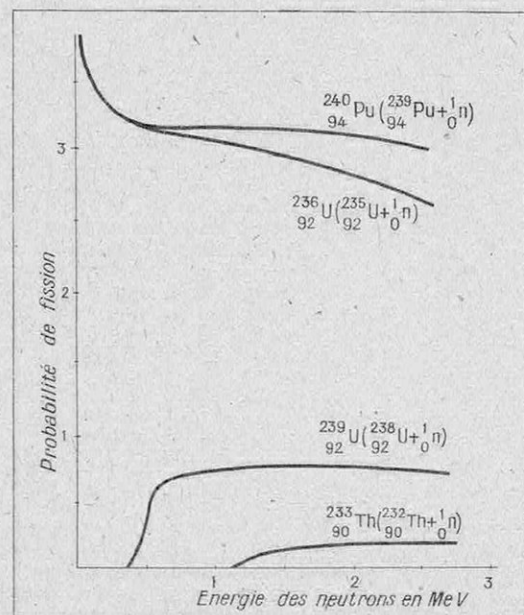


FIG. 2. — LA PROBABILITÉ DE DÉCLENCHER LES FISSIONS EST FONCTION DE L'ÉNERGIE DES NEUTRONS UTILISÉS POUR LES PROVOQUER

C'est en bombardant l'Uranium 235 ou le Plutonium 239 avec des neutrons lents que l'on a le plus de chance de provoquer une fission nucléaire : c'est la réaction utilisée dans les piles. L'Uranium 235 et le Plutonium 239 présentent aussi une probabilité élevée (quoique plus faible) de fission par les neutrons rapides qui permet à une masse convenable de ces corps d'exploser dans certaines conditions : c'est la réaction des bombes atomiques.

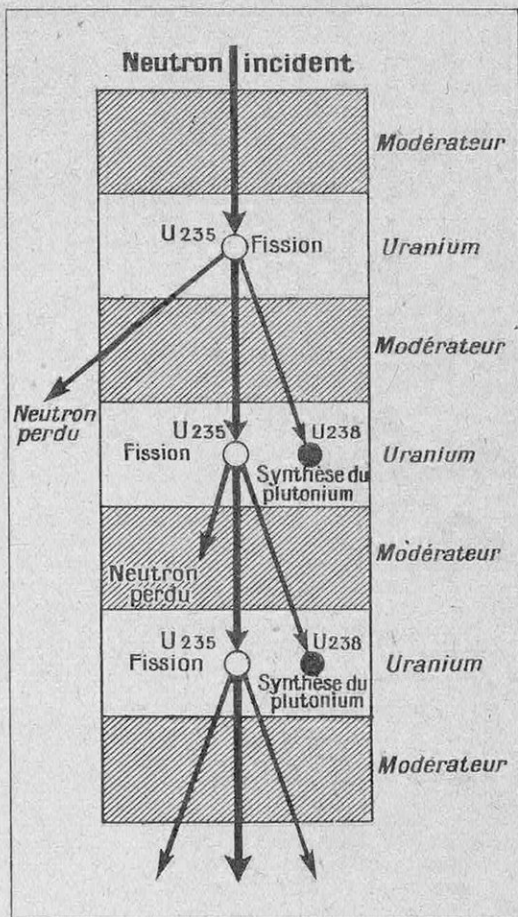


FIG. 3. — LE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT D'UNE PILE

Les neutrons engendrés par la fission d'un atome d'Uranium 235 peuvent avoir trois sorts différents : ou bien, après ralentissement par le modérateur, ils sont capturés par un atome d'Uranium 235 et provoquent une nouvelle fission, ou bien ils sont capturés par un atome d'Uranium 238 et se transforment en Uranium 239, qui donne du Neptunium, puis du Plutonium, ou bien ils disparaissent, soit qu'une impureté les capte, soit qu'ils sortent de la pile et qu'ils soient alors perdus pour la chaîne de réaction. Suivant les diverses caractéristiques de la pile, la probabilité de ces trois éventualités varie. La pile fonctionnera si le nombre des neutrons absorbés par la deuxième et la troisième réaction n'est pas trop considérable.

avec certitude en 1940 par les Américains Mac-Millan et Seaborg (1).

Voici les principales réactions qui se produisent au sein d'un bloc d'Uranium soumis à un bombardement de neutrons :

a. Les neutrons lents (dont l'énergie est à peine supérieure à l'énergie cinétique moyenne provenant de l'agitation thermique des molécules) provoquent la fission des noyaux d'Uranium 235, mais non d'Uranium 238 ;

b. Les neutrons rapides peuvent provoquer la fission aussi bien de l'Uranium 235 que de l'Uranium 238, mais avec une faible probabilité,

(1) Voir : « Au delà de l'Uranium » (Science et Vie, n° 361, octobre 1947).

nettement plus faible en particulier dans le cas de l'Uranium 235 que pour les neutrons lents :

c. Il existe une forte probabilité pour que des neutrons rapides perdent de leur énergie au cours de collisions élastiques sans capture avec les noyaux d'Uranium 238 ;

d. Des neutrons dont l'énergie atteint certaines valeurs particulières (quelques électrons-volts), dites de *résonance*, intermédiaires entre l'énergie des neutrons lents et celle des neutrons rapides, peuvent être captés par l'Uranium 238, dont le nombre de masse s'accroît ainsi d'une unité ;

L'Uranium 239 formé est instable et, par deux émissions successives d'électrons négatifs (particules bêta) se transforme d'abord en Neptunium 239, puis en Plutonium 239. Ces deux nouveaux éléments ont respectivement pour numéros atomiques 93 et 94. Ce sont des éléments transuraniens. Le Plutonium 239 présente le phénomène de la fission dans les mêmes conditions que l'Uranium 235, c'est-à-dire avec des neutrons lents ;

e. Les impuretés contenues dans l'uranium peuvent capter des neutrons. En particulier, le bore ou le cadmium les absorbent fortement, même lorsque l'uranium n'en renferme que de faibles traces. Ces captures tendent à abaisser le nombre des neutrons libres dans la masse d'uranium et par conséquent à arrêter la réaction en chaîne dans la pile.

### Le principe des « piles »

La manière dont évolue un système dans lequel des masses d'Uranium sont bombardées par des neutrons dépend de la balance entre les réactions productrices de neutrons et celles qui les font disparaître. Si les neutrons sont absorbés ou perdus plus rapidement qu'ils ne sont libérés, les fissions n'auront aucune tendance à se propager en chaîne. Si c'est le contraire qui a lieu, le nombre des fissions ira en croissant rapidement et le phénomène pourrait même devenir explosif si on ne freinait la réaction (fig. 1). La croissance ou la décroissance plus ou moins rapide du nombre des neutrons libres est traduite par la valeur d'un *facteur de multiplication* caractéristique du système : si, par exemple, celui-ci est égal à 2, cent neutrons primaires donneront naissance à 200 neutrons secondaires : s'il est 0,5, ils ne feront apparaître que 50 neutrons secondaires.

Dans un bloc d'uranium naturel, le facteur de multiplication est toujours inférieur à 1 pour un grand nombre de raisons, et en particulier à cause de la présence des impuretés, ce qui explique que les « fissions » spontanées de certains atomes ou celles provoquées par des neutrons erratiques, bien que très nombreuses,

restent des phénomènes isolés, sans aucune tendance à se propager à toute la masse.

Dans un système contenant de l'uranium, un neutron libre a une certaine probabilité de finir sa carrière par l'une des réactions que nous avons énumérées : fissions d'Uranium 235 et d'Uranium 238, synthèse de Plutonium 239, capture par une impureté, à moins qu'il ne sorte de la masse en s'échappant par la surface. Ces probabilités sont fonction d'un grand nombre de facteurs ; proportions relatives des divers atomes constituants, dimensions et formes géométriques du système et aussi *énergie du neutron* (fig. 2).

Toutes choses égales d'ailleurs, à chaque valeur de l'énergie du neutron, ses chances d'être capturé par une catégorie d'atomes plutôt que par une autre varient, ce qu'on exprime numériquement en attribuant à ces atomes une « section efficace » plus ou moins grande.

En effet, la probabilité d'atteindre une cible à l'aide d'un projectile augmente avec la surface de cette cible et, dans le cas des neutrons lents, en raison inverse de la racine carrée de l'énergie du neutron. Pour la commodité des calculs on assimile les noyaux à des cibles de contour apparent plus ou moins étendu. La mesure des sections efficaces pour les diverses valeurs de l'énergie des neutrons a montré que celle correspondant à la fission de l'Uranium 235 par les neutrons lents était très supérieure à celle de l'isotope 238 avec des neutrons rapides. C'est la première de ces réactions qui, bien que l'isotope 235 soit beaucoup moins abondant que l'isotope 238, offre le plus de chances de fournir une réaction en chaîne.

Au contraire, pour les valeurs « de résonance » de l'énergie du neutron avec un niveau du noyau 238, correspondant, comme nous l'avons vu, à la synthèse du Plutonium, la section efficace de l'Uranium 238 augmente brusquement, et les neutrons possédant cette énergie (5 électrons-volts) ont les plus grandes chances d'être capturés par les noyaux 238.

Pour réaliser une réaction en chaîne et amener le facteur de multiplication à une valeur supérieure à l'unité, il faudra donc amener les neutrons rapides secondaires produits par les fissions à un niveau d'énergie suffisamment bas (1 électron-volt) avant qu'ils aient été absorbés dans des réactions de synthèse du Plutonium. Pour cela, on interposera entre la source de neutrons (une masse d'uranium) (1) et la cible (la même masse d'uranium) un *modérateur* qui absorbera l'énergie de ces particules par des chocs élastiques sans réaction nucléaire, autrement dit par

(1) Les neutrons émis sont dus à des fissions spontanées ; à des réactions nucléaires provoquées par les rayons  $\alpha$  et  $\gamma$  de l'uranium ; à des fissions d'Uranium 235 provoquées par des neutrons et libérant des neutrons secondaires.

SUBSTANCE modératrice.	FRACTION d'énergie perdue en moyenne.
	(%)
$^1_1\text{H}$ .....	50
$^2_1\text{H}$ .....	44
$^4_2\text{He}$ .....	32
$^9_4\text{Be}$ .....	18
$^{12}_6\text{C}$ .....	14
$^{14}_7\text{N}$ .....	12
$^{16}_8\text{O}$ .....	11
$^{208}_{82}\text{Pb}$ .....	1
$^{238}_{92}\text{U}$ .....	0,8

FIG. 4. — LA PERTE MOYENNE D'ÉNERGIE DES NEUTRONS DANS LEURS COLLISIONS ÉLASTIQUES AVEC LES NOYAUX DE CERTAINS ÉLÉMENTS

On voit sur ce tableau que ce sont les éléments légers qui absorbent le plus rapidement l'énergie des neutrons et se prêtent le mieux à la réalisation du modérateur des piles atomiques. L'hydrogène ordinaire contenu dans l'eau qui semblerait le plus apte à jouer le rôle de modérateur ne peut être utilisé parce qu'il absorbe trop fortement les neutrons en donnant de l'hydrogène lourd ou deutérium. C'est pour cette raison que l'on fait appel à l'eau lourde.

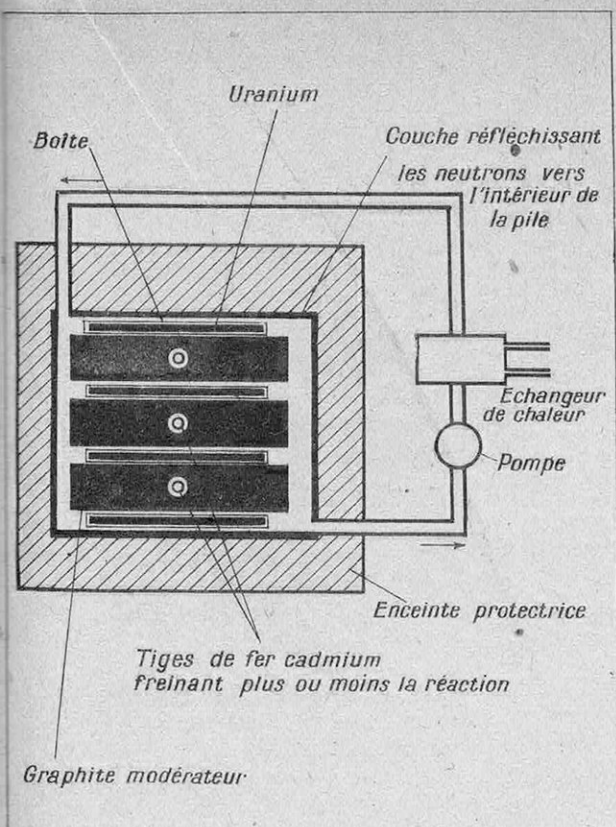


FIG. 5. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE PILE AU GRAPHITE

L'uranium est distribué sous forme de tiges dans des logements cylindriques répartis à l'intérieur d'une masse de graphite. Il est protégé contre la corrosion du fluide de refroidissement par des boîtes étanches d'aluminium qui empêchent les émanations gazeuses radioactives de se dégager au dehors de la pile. Le fluide de refroidissement (eau, hélium ou bismuth liquide) décrit un circuit fermé et va dans un échangeur céder sa chaleur à l'eau d'une rivière. Le contrôle de la réaction s'effectue en enfonçant plus ou moins dans la pile des tiges de cadmium absorbant fortement les neutrons.

rebondissement des neutrons (fig. 3). Les corps susceptibles d'être employés le plus avantageusement comme modérateurs sont les corps de masse atomique faible qui absorbent beaucoup d'énergie dans ces rencontres élastiques. Deux d'entre eux ont été employés de préférence : le Deutérium (ou Hydrogène lourd) et le Carbone (graphite).

L'Hydrogène lourd est utilisé sous forme de composé liquide, l'eau lourde (1). Lors d'un choc élastique avec un noyau de Deutérium, un neutron perd une fraction de son énergie (0,444) plus grande que celle (0,142) qu'il perd lorsqu'il rencontre un noyau de Carbone (fig. 4). Il faut donc moins d'eau lourde que de graphite pour constituer le modérateur d'une pile. Par ailleurs, l'eau lourde contient moins d'impuretés que le graphite, et le Deutérium absorbe moins les neutrons que le Carbone (0,00065 au lieu de 0,0045). Même en faisant intervenir l'absorp-

(1) Cette eau lourde existe en très petite quantité (1/5 000) dans l'eau ordinaire dont on parvient à la séparer par électrolyse fractionnée : l'eau qui reste dans les bacs s'enrichit en eau lourde parce que celle-ci se décompose moins vite que l'eau ordinaire. On en avait préparé avant la guerre quelques centaines de litres en Norvège à un prix très élevé, 500 livres sterling par litre (ce prix est tombé aujourd'hui à quelque 130 livres par litre).

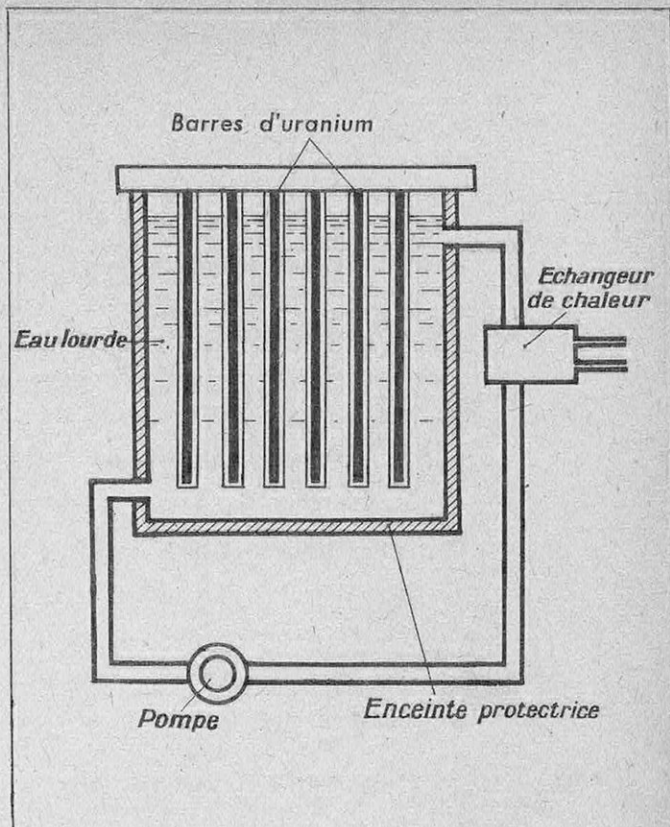


FIG. 6. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE PILE A L'EAU LOURDE

Ici, les tiges d'Uranium, protégées par de l'aluminium, plongent dans l'eau lourde qui joue le rôle de modérateur et de fluide de refroidissement. L'eau lourde étant un modérateur plus actif que le graphite, les dimensions des piles à eau lourde sont nettement inférieures à celles des piles au graphite. On peut encore les réduire par l'emploi d'une enveloppe capable de renvoyer vers l'intérieur les neutrons qu'elle reçoit.

tion des neutrons par l'Oxygène contenu dans l'eau lourde (0,0016), on est encore loin de celle du Carbone (0,0045). Il s'ensuit que le facteur de multiplication d'une pile à eau lourde sera, toutes choses égales d'ailleurs, supérieur à celui d'une pile au graphite.

Le Béryllium, autre élément léger susceptible d'être employé comme modérateur, a été abandonné, car sa purification revient très cher.

Les impuretés doivent, en effet, être éliminées de façon extrêmement sévère, non seulement dans l'uranium, mais aussi dans le modérateur et dans tous les accessoires du système ; en particulier, la proportion de Bore admissible doit être inférieure à un millionième, soit moins de 1 g de Bore pour une pile de 1 tonne.

Enfin, il faut réduire les pertes de neutrons par la surface. Pour cela, deux méthodes peuvent être employées séparément ou conjointement : augmenter la masse du système, l'entourer d'une surface « réfléchissante » les neutrons. Dans le premier cas, le volume du système et, par conséquent, le nombre total des neutrons libres augmentent comme le cube des dimensions linéaires, tandis que la surface et, par conséquent, le nombre de neutrons qui s'échappent augmentent seulement comme leur carré, donc beaucoup moins vite. En valeur relative, les pertes diminuent lorsque les dimensions (rayon) de la pile augmentent.

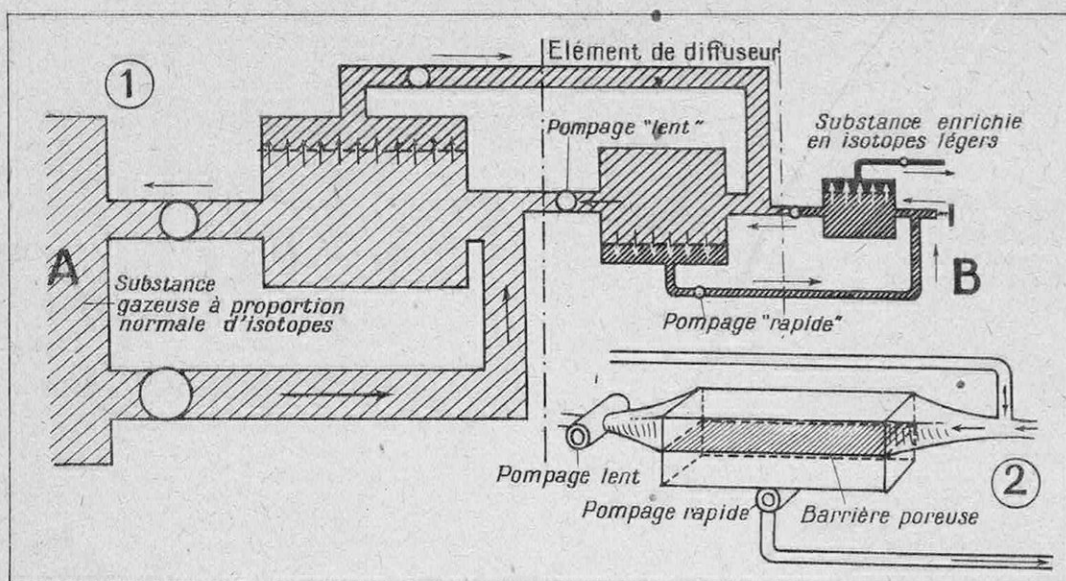


FIG. 7. — LA SÉPARATION DES ISOTOPES PAR LA MÉTHODE DE DIFFUSION GAZEUSE

Les molécules légères d'un mélange gazeux diffusent plus rapidement à travers une paroi poreuse que ses molécules lourdes, et par conséquent le gaz qui a traversé une paroi poreuse est légèrement enrichi en molécules légères. Mais le facteur d'enrichissement étant très faible, il faut répéter un grand nombre de fois ces diffuseurs (4 000 pour l'obtention de l'U 235 à 99 %) pour obtenir une séparation presque complète des isotopes. En 1, schéma de la circulation du mélange gazeux dans une batterie de diffuseurs: le mélange gazeux s'enrichit progressivement en atomes légers en cheminant de A en B grâce aux pompes « rapides », tandis que le pompage « lent » ramène vers les étages précédents de la purification les gaz non diffusés et enrichis en atomes lourds. En 2, détail d'un élément de diffusion. La puissance des pompes varie en décroissant de A vers B, de telle sorte que le volume de gaz à 99 % d'isotope léger recueilli en B est 100 000 fois moins grand que le volume de gaz diffusé au travers des premières barrières poreuses. Entre le pompage « rapide » et le pompage « lent », le rapport des débits est de l'ordre de 24/25. Dans la pratique, en vue de standardiser la fabrication de ces multiples éléments, on fait varier les vitesses de pompage le long de la batterie, ainsi que la porosité des barrières.

On peut diminuer aussi les pertes par la surface en renvoyant vers le centre de la pile un certain nombre des neutrons qui tendent à s'échapper. La couche « réfléchissante » est constituée par du Béryllium qui, bombardé par un neutron rapide, émet à son tour deux neutrons. Malheureusement, le Béryllium est, comme nous l'avons dit, difficile à produire en grande quantité et suffisamment pur, et c'est le plus souvent par l'augmentation des dimensions que l'on réussit à réduire l'importance relative des pertes par la surface.

On réalise ainsi des systèmes de dimensions importantes qui ont été appelés « piles » (fig. 5 et 6) en raison de la forme qu'affectaient les premiers construits, empilements de blocs de graphite « truffé » de blocs ou de barres d'Uranium. Ce terme de « pile » a été la cause d'innombrables confusions avec les piles électriques, par les vulgarisateurs mal renseignés.

### Le fonctionnement des « piles »

Dans un tel empilement, il est inutile de prévoir une source extérieure de neutrons pour amorcer les réactions en chaîne. L'atmosphère terrestre, du fait du rayonnement cosmique ou de l'émission par les matériaux de la croûte terrestre, renferme suffisamment de neutrons libres pour provoquer les premières fissions, et dans la masse d'Uranium se produit toujours quelque fission spontanée engendrant les premiers neutrons.

Il est plutôt nécessaire de freiner la réaction, car, si l'existence d'une réaction en chaîne se poursuivant indéfiniment implique que la masse critique soit atteinte pour que le facteur de multiplication des neutrons soit supérieur à 1, il est bien évident qu'un tel facteur de multiplication supérieur à 1 donne une réaction qui, assez rapidement, prend une allure explosive, donc incontrôlable. On parvient cependant à la contrôler, car, si une grande partie des neutrons est émise instantanément lors des fissions nucléaires, une quantité appréciable, environ 1 p. 100, est libérée par les noyaux radioactifs provenant de la fission, avec un certain retard pouvant aller jusqu'à une minute. On mettra facilement ce « temps d'émission » à profit pour ramener rapidement le facteur de multiplication à une valeur inférieure. Pratiquement, on logera dans la pile des bandes ou barres mobiles de Cadmium ou d'acier au Bore (puissants absorbants de neutrons) qu'un dispositif automatique (chambre d'ionisation mettant en marche des moteurs électriques) enfouira plus ou moins. La pile de Chicago, par exemple (voir p. 50), avait, tous absorbants, de neutrons éloignés, un facteur de multiplication de 1,0006; lorsqu'une des bandes était extraite de 1 cm à partir de sa position critique (1) (facteur de

(1) Nous ne pouvons pas entrer dans les détails des définitions, aujourd'hui consacrées parmi les initiés, sur ce que l'on appelle facteur de multiplication critique et facteur de multiplication effectif.

multiplication égal à 1), le rayonnement émis mettait environ quatre heures pour doubler d'intensité. On voit que l'on disposait d'un temps amplement suffisant pour faire les corrections convenables.

**L'énergie des piles**

L'énergie dégagée par les réactions nucléaires est libérée sous les formes suivantes : rayons  $\gamma$  ; énergie cinétique des fragments de rupture ; énergie des particules  $\beta$  émises par ces fragments. Elle se retrouve sous forme calorifique à la suite des chocs successifs de ces rayons, particules et fragments avec les atomes de la masse. La température de la pile s'élève donc. Il faut la refroidir, d'une part pour ne pas endommager les matériaux qui la constituent, d'autre part pour que la vitesse des neutrons thermiques ne dépasse pas la valeur optimum (inférieure à 1 eV) à partir de laquelle la réaction de fission de l'Uranium 235 n'a plus lieu.

Dans les piles où l'eau lourde est employée comme modérateur, on peut se servir d'elle, par une circulation appropriée, pour évacuer les calories. Dans les piles au graphite, il faut prévoir un refroidissement auxiliaire soit par un liquide, soit par un gaz. Dans certains cas, le circuit de refroidissement est un circuit fermé qui échange ses calories avec une réserve d'eau éloignée de la pile. L'uranium doit en outre être

protégé contre la corrosion par une « enveloppe » (vraisemblablement en aluminium). Ce problème d'apparence anodine a cependant longtemps tenu en échec les chercheurs américains.

La nécessité d'enlever et de remplacer les divers organes de contrôle de la pile sans en interrompre le fonctionnement a conduit à donner à l'uranium la forme de barres ou de lingots que l'on peut déplacer suivant l'axe de leur logement.

**Le rayonnement de la pile**

Les réactions nucléaires de tous ordres qui ont lieu dans la pile font apparaître des produits radioactifs dont certains sont gazeux. Il est absolument nécessaire d'assurer une étanchéité absolue du système, car ces produits sont extrêmement dangereux pour l'homme, les bêtes et les plantes, même à des doses infinitésimales. De plus, les réactions nucléaires s'accompagnent d'émission de rayons gamma extrêmement pénétrants et mortels pour tous les tissus vivants. Une pile produisant une puissance de 1 000 kW (consommant 1 g de substance fissible par jour) est équivalente de ce point de vue à 2 t de radium.

On doit arrêter ces radiations par des écrans contenant le plus possible d'éléments lourds, opaques aux rayons gamma. La pile elle-même est entourée d'une carapace de ciment

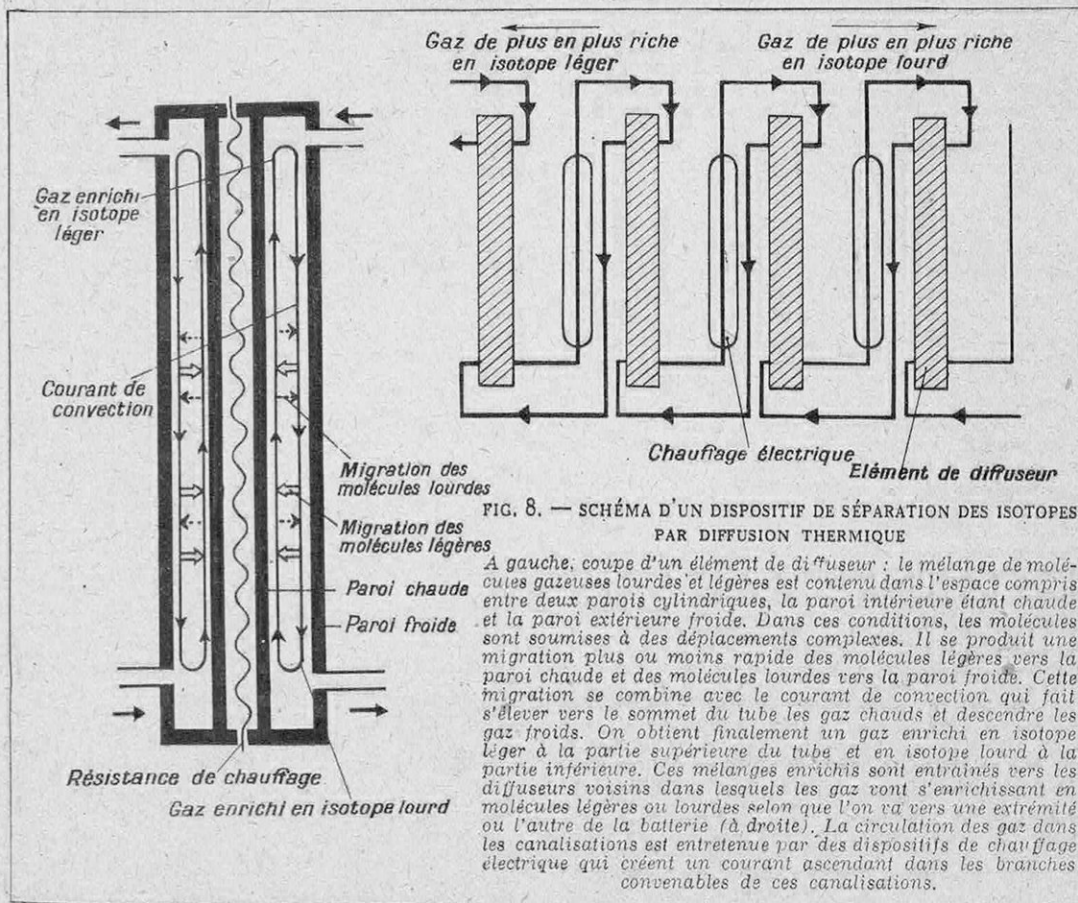


FIG. 8. — SCHÉMA D'UN DISPOSITIF DE SÉPARATION DES ISOTOPES PAR DIFFUSION THERMIQUE

A gauche, coupe d'un élément de diffuseur : le mélange de molécules gazeuses lourdes et légères est contenu dans l'espace compris entre deux parois cylindriques, la paroi intérieure étant chaude et la paroi extérieure froide. Dans ces conditions, les molécules sont soumises à des déplacements complexes. Il se produit une migration plus ou moins rapide des molécules légères vers la paroi chaude et des molécules lourdes vers la paroi froide. Cette migration se combine avec le courant de convection qui fait s'élever vers le sommet du tube les gaz chauds et descendre les gaz froids. On obtient finalement un gaz enrichi en isotope léger à la partie supérieure du tube et en isotope lourd à la partie inférieure. Ces mélanges enrichis sont entraînés vers les diffuseurs voisins dans lesquels les gaz vont s'enrichissant en molécules légères ou lourdes selon que l'on va vers une extrémité ou l'autre de la batterie (à droite). La circulation des gaz dans les canalisations est entretenue par des dispositifs de chauffage électrique qui créent un courant ascendant dans les branches convenables de ces canalisations.

armé (dont 1 m d'épaisseur réduit dans la proportion de 1 000 à 1 l'intensité des radiations), et elle est au trois quarts enterrée. Même arrêtée, la pile reste longtemps dangereuse et, après un an, les produits de fission peuvent encore avoir une radioactivité équivalant à celle de plusieurs kilogrammes de radium. Nous ne décrirons pas en détail les multiples précautions prises et les appareils détecteurs employés pour signaler instantanément toute radiation dangereuse, toute trace de corps radioactif dans les zones occupées par le personnel, ni les dispositifs de télécommande qui ont permis de réduire au minimum le personnel exposé, ni enfin les services de surveillance médicale de ce personnel grâce auquel les accidents ont pu être évités.

### Les piles autorégénératrices

Après une certaine durée de fonctionnement, la composition des matériaux de la pile se modifie. Les fissions font apparaître des impuretés, tandis que du Plutonium se forme aux dépens de l'Uranium 238. Le coefficient de multiplication varie donc. Les impuretés tendent à l'abaisser et il faut les éliminer. L'apparition du Plutonium compense dans une certaine mesure la disparition de l'Uranium 235 et tend à enrichir la pile en produits « fissionables », donc à élever le coefficient de multiplication. Si l'on parvenait à produire au moins autant de Plutonium qu'il disparaît d'Uranium 235, on aurait réalisé une pile autorégénératrice. L'intérêt d'une telle pile, c'est qu'au lieu de « brûler » seulement la petite quantité d'Uranium 235 qui accompagne l'Uranium 238, elle consommerait la totalité de l'Uranium, l'isotope 235 ne jouant en

quelque sorte qu'un rôle un peu analogue à celui d'un démarreur de la réaction.

Au bout d'un certain temps de fonctionnement, on doit traiter une partie des matériaux en réaction pour les purifier et récupérer les produits fissionables qui pourront être employés dans d'autres piles.

### L'industrie atomique pendant la guerre

L'industrie atomique, à l'origine (1942), était tout entière axée sur la fabrication de bombes atomiques, c'est-à-dire de quantités importantes de substances fissionables donnant des réactions en chaîne d'allure explosive, Uranium 235 et Plutonium. Le premier devait être séparé de son isotope 238, opération délicate pour laquelle les méthodes chimiques ne peuvent convenir, étant donné que les propriétés chimiques de deux isotopes sont pratiquement identiques. On faisait appel aux différences de propriétés physiques provenant de leur faible différence de masse atomique ainsi qu'à la vitesse différente avec laquelle ils interviennent dans certaines réactions. La centrifugation, la diffusion gazeuse (fig. 7), la distillation fractionnée, la diffusion thermique (fig. 8), l'électrolyse, la spectrographie de masse (fig. 9), la modulation des ions accélérés (fig. 10) furent étudiées expérimentalement. Elles exigeaient toutes un appareillage considérable. Disons, à titre d'exemple, qu'il ne fallait pas moins de 5 000 diffusions successives du fluorure d'Uranium  $UF_6$  gazeux pour passer de l'Uranium naturel à de l'Uranium 235 au taux de pureté désiré.

Les premières piles étaient destinées à fournir le Plutonium (dont la séparation d'avec l'Uranium s'effectue plus simplement, car il s'agit alors de deux éléments distincts, aux propriétés

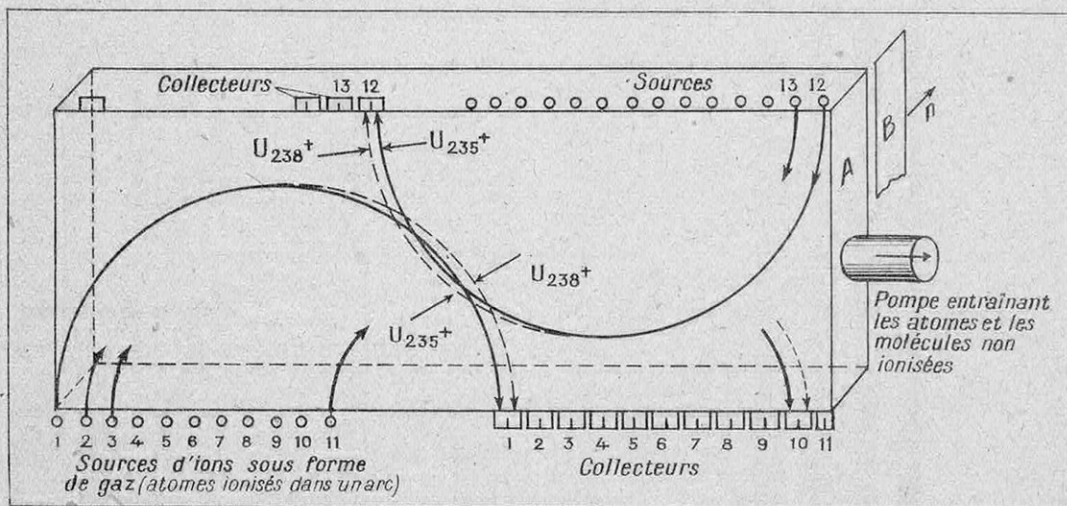


FIG. 9. — LA SÉPARATION MAGNÉTIQUE DES ISOTOPES DANS LE CALUTRON

Si un faisceau d'ions de masses différentes est accéléré par un champ électrique, puis dévié par un champ magnétique, les ions légers et les ions lourds suivent des trajectoires différentes et peuvent être ainsi séparés. Cette méthode est applicable aux isotopes puisque les masses de ces éléments sont légèrement différentes. C'est le principe du spectrographe de masse dont le rendement est malheureusement insignifiant. Pour multiplier le rendement, on a réalisé un champ magnétique de grand volume dans lequel on a installé simultanément plusieurs sources et plusieurs collecteurs. A chaque émetteur d'un faisceau d'ions correspond un collecteur qui recueille séparément des ions lourds et des ions légers. Émetteurs et collecteurs sont disposés en rangée dans une même boîte étanche, et l'on empile plusieurs de ces boîtes dans l'entrefer d'un même électroaimant. On peut ainsi disposer simultanément une centaine de collecteurs. L'appareil a reçu le nom de Calutron (California University Cyclotron), car on a utilisé l'électroaimant du cyclotron de 5 m de diamètre de Berkeley (Californie).



chimiques différentes). La chaleur dégagée était considérée comme un sous-produit gênant et on s'efforçait de limiter la température de fonctionnement pour faciliter la réalisation pratique de la pile et favoriser la réaction utile de transmutation. On peut d'ailleurs combiner les deux techniques en construisant une pile de dimensions réduites à marche accélérée avec de l'uranium préalablement enrichi en éléments fissibles par une des méthodes de séparation des isotopes.

Dans ce cas, l'énergie nucléaire sera fournie à une température plus élevée, et elle sera utilisable dans une centrale thermique avec un meilleur rendement. Et ici nous arrivons aux possibilités de « reconversion » de l'énergie atomique à des fins industrielles.

### L'avenir de l'énergie atomique

Il était assez décevant de constater que la libération de l'énergie nucléaire fournissait, dans les premières piles, au prix de difficultés énormes, de la chaleur à une température si basse que sa transformation en énergie mécanique eût été d'un rendement déplorable.

Mais toutes les autres sources d'énergie employées jusqu'ici par l'homme ont débuté très modestement : le feu, par exemple, a d'abord servi à cuire les aliments. L'énergie atomique a encore beaucoup de progrès à faire ; pour s'en convaincre, il suffit de remarquer que les « fissions » ne font disparaître sous forme d'énergie que 1/1 000 de la masse de l'uranium.

Pour s'en tenir aux réactions nucléaires que l'on sait actuellement contrôler, le premier progrès devait consister à réaliser des piles fonctionnant à la température la plus élevée possible pour obtenir des calories transformables en énergie mécanique avec un rendement acceptable. Cela suppose que chacun des éléments de la pile : uranium, boîtes protectrices, refroidisseur, modérateur, etc., est capable de résister à ces températures. Dans cet ordre d'idées on serait parvenu en Amérique à faire

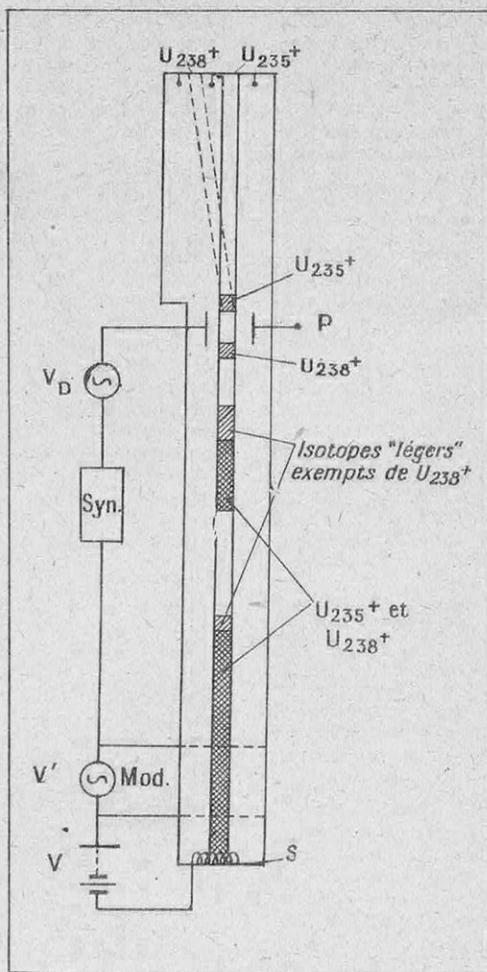


FIG. 10. — LE PRINCIPE DE LA SÉPARATION DES ISOTOPES PAR MODULATION (ISOTRON)

Les ions de la source S sont accélérés par le voltage V et prennent des vitesses inversement proportionnelles à la racine carrée de leur masse. Une seconde accélération V' alternative leur est imprimée avec un modulateur, ce qui a pour effet de produire de petites variations périodiques dans la vitesse des ions. Il se forme ainsi des paquets d'ions de même masse, donc animés de la même vitesse. Au moyen d'un synchroniseur, on imprime un voltage V<sub>D</sub> à deux électrodes P et on dévie le paquet d'ions « lents » U<sup>238+</sup> aussitôt après que le paquet d'ions « rapides » U<sup>235+</sup> a quitté l'espace compris entre les électrodes P.

fonctionner des piles à 1 000° C, et on espère dépasser cette température.

Dans l'état actuel de la technique, des études comparatives ont été faites pour savoir si une centrale atomique serait rentable. Le rapport Baruch sur l'utilisation de l'énergie atomique donne les résultats d'un calcul qui porte sur deux usines, l'une thermique, l'autre atomique, de puissances comparables (75 000 kW). Compte tenu du prix de l'usine et de la durée d'amortissement du matériel, le prix de l'énergie atomique serait encore légèrement supérieur à celui de l'énergie thermique : on arrivait à un prix de 0,8 cent par kWh avec l'usine atomique et de 0,65 cent par kWh avec l'usine thermique classique (1).

Mais le rapport ne semble pas tenir compte de l'approvisionnement en matières premières fissibles, lequel, en cas d'un développement considérable des centrales atomiques, pourrait se raréfier, ce qui contribuerait à élever le prix de l'énergie atomique.

On ne connaît pas actuellement la production des mines d'uranium et encore moins l'importance des réserves de ce métal. La production de 1939 s'élevait à 1 000 t d'uranium métal, et il n'est pas déraisonnable d'admettre que cette production a été multipliée au moins par 5. Dans ces conditions, on arriverait à 5 000 t d'uranium par an, contenant 35 t d'uranium 235. En supposant que l'on « brûle » en un an ces 35 t de « combustible », on

pourrait produire une puissance de 10 millions de kW. Il est vrai que l'existence des piles autorégénératrices, consommant non seulement l'uranium 235, mais encore l'uranium 238, permettrait de multiplier ces chiffres par 140.

De plus, il n'est pas déraisonnable d'espérer que l'on pourra faire jouer au Thorium le même rôle qu'à l'uranium 238. Le Thorium 232, bombardé par des neutrons, est en effet capable de

(1) Soit 0,96 f/kWh pour l'usine atomique et 0,78 f/kWh pour l'usine thermique (dollar à 120 f).

ÉLÉMENT	PÉRIODE (années).	RAYONS bêta énergie max (méga-électron-volts).	RAYONS gamma énergie max (méga-électron-volts).
Tritérium ( $^3_1\text{H}$ )...	25	0,015	
Béryllium ( $^{10}_4\text{Be}$ )...	100 000	0,58	0,5
Chlore ( $^{36}_{17}\text{Cl}$ )...	1 000	0,64	
Cobalt ( $^{60}_{27}\text{Co}$ )...	5,3	0,3	1,3
Césium ( $^{134}_{55}\text{Cs}$ )...	1,7	0,9	
Europium ( $^{154}_{63}\text{Eu}$ )...	7	0,9	
Thallium ( $^{206}_{81}\text{Tl}$ )...	3,5	0,87	

FIG. 11. — LES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE SUPÉRIEURE A UN AN QUE L'ON PEUT PRODUIRE PAR L'ACTION DES NEUTRONS D'UNE PILE ATOMIQUE

capturer un neutron et, par deux émissions de particules bêta, de donner un élément fissile : l'Uranium 233. On pourra à l'aide du Thorium construire des piles autorégénératrices amorcées par de l'Uranium 235 ou du Plutonium. Les recherches dans cette voie semblent avoir été particulièrement poussées au Canada.

### Les moteurs atomiques

Le deuxième progrès important sera de rendre les piles aussi compactes que possible pour les adapter à des moteurs atomiques. L'époque est encore éloignée, si tant est qu'elle doive jamais arriver, où le moteur atomique pourra se loger sous le capot d'une voiture. Les moteurs atomiques actuellement réalisables, dans lesquels la pile jouerait le rôle d'une chaudière ou d'une chambre de combustion hypertrophiée, sont encore loin d'avoir la compacité nécessaire pour mouvoir les véhicules. On peut espérer une amélioration en faisant appel à des masses réagissantes artificiellement enrichies en produits fissiles.

On calcule, par exemple, que l'on peut constituer une pile sphérique de 20 cm de rayon, contenant 2 900 g d'uranium et 1 300 g d'eau lourde. Si cette pile fonctionnait au niveau de 100 kW, il faudrait soixante-dix-sept ans pour détruire tous les noyaux d'Uranium 235. Le nombre de neutrons émis par seconde à l'intérieur de la pile serait de l'ordre d'un million de milliards. Comme la vie moyenne d'un neutron est de l'ordre du dix-millième de seconde, il existerait quelques milliards de neutrons libres par centimètre cube de la pile.

Mais la protection des occupants du véhicule contre ces neutrons et contre les rayons gamma des réactions nucléaires nécessitera toujours une épaisseur considérable de matériaux denses, et ceux-ci constitueront un poids mort qu'il faudra bien accepter de traîner.

Dans ces conditions, il est raisonnable de penser que le moteur atomique propulsera d'abord les navires qui pourront s'accommoder d'un appareil propulsif lourd et volumineux, si celui-ci leur épargne la servitude de porter dans leur cale leur provision de mazout ou de char-

bon et leur confère un rayon d'action pratiquement illimité. De plus, le « combustible » atomique, qui n'a pas besoin d'oxygène comburant, serait tout indiqué dans la propulsion des sous-marins. Des études ont d'ores et déjà été entreprises pour le compte de la marine américaine, pour mettre au point la propulsion atomique des navires de guerre.

Mais voici que déjà l'aviation s'intéresse au propulseur atomique, et des contrats ont été passés avec la firme Fairchild et une dizaine d'autres constructeurs de moteurs américains pour la réalisation d'un propulseur atomique. L'entreprise a reçu le nom de N. E. P. A. Project (Nuclear Energy for Propulsion of Aircraft). On peut concevoir divers types de moteurs, turbines, turboréacteurs, statoréacteurs, fusées (1), qui seraient mus par l'énergie atomique. Le problème de la protection contre les rayonnements émis par le moteur pourrait être ici éludé en supprimant tout simplement pilote et passa-

(1) Voir : « Les avions à réaction » (Science et Vie, n° 336, septembre 1945, p. 102).

ÉLÉMENT	PÉRIODE	RAYONS bêta énergie max (méga-électron-volts).	RAYONS gamma énergie max (méga-électron-volts).
Krypton ( $^{87}_{36}\text{Kr}$ )...	5 ans	0,8	
Strontium ( $^{90}_{38}\text{Sr}$ )...	30 ans	0,65	
Yttrium ( $^{91}_{39}\text{Y}$ )...	57 j	1,6	
Zirconium ( $^{95}_{40}\text{Zr}$ )...	65 j	1,0	0,92
Néodyme ( $^{95}_{41}\text{Nd}$ )...	35 j	0,15	0,77
Molybdène ( $^{99}_{42}\text{Mo}$ )...	67 h	1,7	0,4
Ruthénium ( $^{103}_{44}\text{Ru}$ )...	45 j	0,3	0,56
Cadmium ( $^{115}_{48}\text{Cd}$ )...	43 j	1,7	0,5
Antimoine ( $^{127}_{51}\text{Sb}$ )...	80 h	1,2	0,72
Tellure ( $^{127}_{52}\text{Te}$ )...	90 j		0,8
Iode ( $^{131}_{53}\text{I}$ )...	8 j	0,6	0,37
Xénon ( $^{133}_{54}\text{Xe}$ )...	5,5 j	0,42	0,85
Césium ( $^{137}_{55}\text{Cs}$ )...	27 ans	0,8	0,5
Baryum ( $^{140}_{56}\text{Ba}$ )...	300 h	1,05	0,53
Cérium ( $^{141}_{58}\text{Ce}$ )...	30 j	0,6	0,2
Cérium ( $^{147}_{58}\text{Ce}$ )...	275 j	0,348	1,25
Praséodyme ( $^{143}_{59}\text{Pr}$ )...	1,35 j	0,95	

FIG. 12. — LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS RADIOACTIFS DE LONGUE PÉRIODE ENGENDRÉS PAR LA FISSION DE L'URANIUM

La fission engendre deux noyaux inégaux dans lesquels les protons se retrouvent intégralement : par exemple, au Sélénium de numéro atomique 34 correspond le Cérium de numéro atomique  $92 - 34 = 58$ . Par contre, il se produit une émission d'un nombre variable de neutrons (1, 2 ou plusieurs), ce qui se traduit par la présence de plusieurs isotopes du même élément dans les produits de fission. Les fragments de fission se partagent les masses suivant les courbes de la figure 13. Les fragments les plus fréquents sont ceux de masse 94 et 140.

gers et en dirigeant les appareils par télécommande, solution particulièrement intéressante pour les utilisations postales ou militaires de l'avion. Les dimensions des avions atomiques pourraient sans doute être très différentes de celles des appareils actuels.

### Les sous-produits utiles et nuisibles des piles

Une pile émet autour d'elle un nombre considérable de rayons gamma et de neutrons : on calcule que la pile américaine de Clinton fournit dix mille fois plus de neutrons qu'un des cyclotrons de Berkeley (ce dernier opère par bombardement de Béryllium par 100 microampères de deutons de 16 millions d'électronvolts). Ces radiations peuvent être mises à profit pour radiographier des objets ou irradier des graines, des plantes, des organismes divers, et même des produits organiques synthétiques ou naturels (huiles, pétroles, etc.).

On peut former aussi des radioéléments artificiels (fig. 11) de courtes ou de longues périodes par le bombardement de noyaux stables en laissant plus ou moins longtemps des échantillons près de la pile, et même, lorsque celle-ci a un bon facteur de multiplication et qu'il faut des absorbants pour en ralentir le fonctionnement, en introduisant au sein même de sa structure les corps à irradier (fig. 14). Il suffira dans ce cas de dégager les barres de cadmium réglant la marche de la pile de façon à compenser l'effet d'absorption dû à la présence des corps étrangers. En particulier, si l'on emploie pour refroidir la pile du Bismuth liquide, l'action des neutrons sur cet élément produira des quantités importantes de Polonium. Une pile de 1 million de kW nécessitant 1 000 t de Bismuth pour son refroidissement, il se formera dans cette masse irradiée environ 0,1 g de Polonium par jour, soit 36 g par an.

Enfin, nous avons vu que les débris des fissions étaient des éléments radioactifs. C'est par kilogrammes que certains de ces radioéléments sont fabriqués actuellement dans les piles.

La production des éléments radioactifs artificiels a pris d'ores et déjà des proportions considérables dans les usines atomiques. Les plus importants du point de vue de leurs applications pratiques sont les radioisotopes des éléments qui entrent le plus fréquemment dans la composition des substances organiques : Carbone, Soufre, Phosphore, Iode, etc. On s'en sert pour « marquer » les produits qui interviennent dans certaines réactions chimiques et en particulier dans les réactions du métabolisme vital. Ils ont déjà permis de résoudre un grand nombre des questions que posent la chimie organique et, en particulier, la chimie biologique.

En biologie et en médecine, les isotopes radioactifs fournissent également le moyen de tracer électivement un organe donné où cet isotope a tendance à s'accumuler, comme par exemple l'Iode dans la glande thyroïde, le Phosphore dans les os, etc. On peut même prédire avec certitude le remplacement progressif en thérapie du Radium par des radioéléments artificiels émetteurs de rayons gamma, moins coûteux et de périodes relativement longues (quelques années).

De plus, la préparation de l'Uranium 235 aura eu pour conséquence de provoquer de notables perfectionnements dans les diverses

techniques de séparation des isotopes stables, qui pourront, eux aussi, servir à « marquer » les molécules des composés chimiques.

Mais les sous-produits des piles sont également nuisibles dans certains cas. Tout d'abord, nous avons vu qu'ils tendent à stopper les réactions. D'autre part, certains, comme le Krypton et le Xénon, sont gazeux et se dégageraient par conséquent de la pile si celle-ci ou les éléments générateurs n'étaient parfaitement étanches.

Ces émanations seraient non seulement nuisibles aux manipulateurs, mais s'étendraient sur des grandes surfaces au voisinage de la pile. Elles seraient entraînées par les vents à des distances considérables, et, si leur période ou vie moyenne est relativement longue (Xénon de période 5,5 jours), elles s'accumuleraient sur toutes sortes d'objets qui deviendraient nocifs. Les pâturages par exemple devraient être interdits aux bêtes si, à la suite de conditions météorologiques particulières (pluies, neige, vents), le sol venait à être contaminé par des radioéléments gazeux ou pulvérulents. Des techniciens militaires, à l'affût de toutes les nouvelles méthodes de destruction, ont déjà signalé la possibilité d'utiliser ces produits à la manière des gaz de combat. Mais, en temps de paix, le danger de contamination involontaire constituera un obstacle au développement des appli-

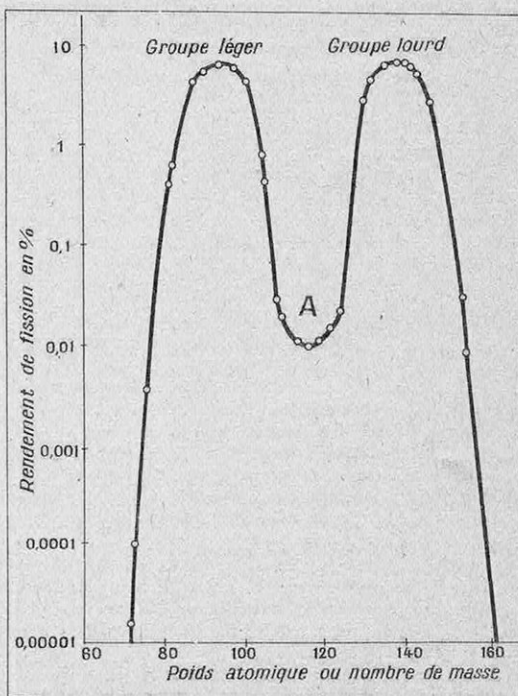


FIG. 13. — LA PROPORTION RELATIVE DES ÉLÉMENTS PRODUITS PAR LA FISSION DE L'URANIUM

Si l'on porte en abscisse le nombre de masse des éléments produits par la fission et en ordonnée la proportion de ces éléments formés, on observe une courbe résultante à deux sommets qui met en évidence deux groupes de fragments de fission : les fragments légers, dont les plus fréquents ont pour masse 94, et les fragments lourds, dont les plus fréquents ont une masse égale à 140.

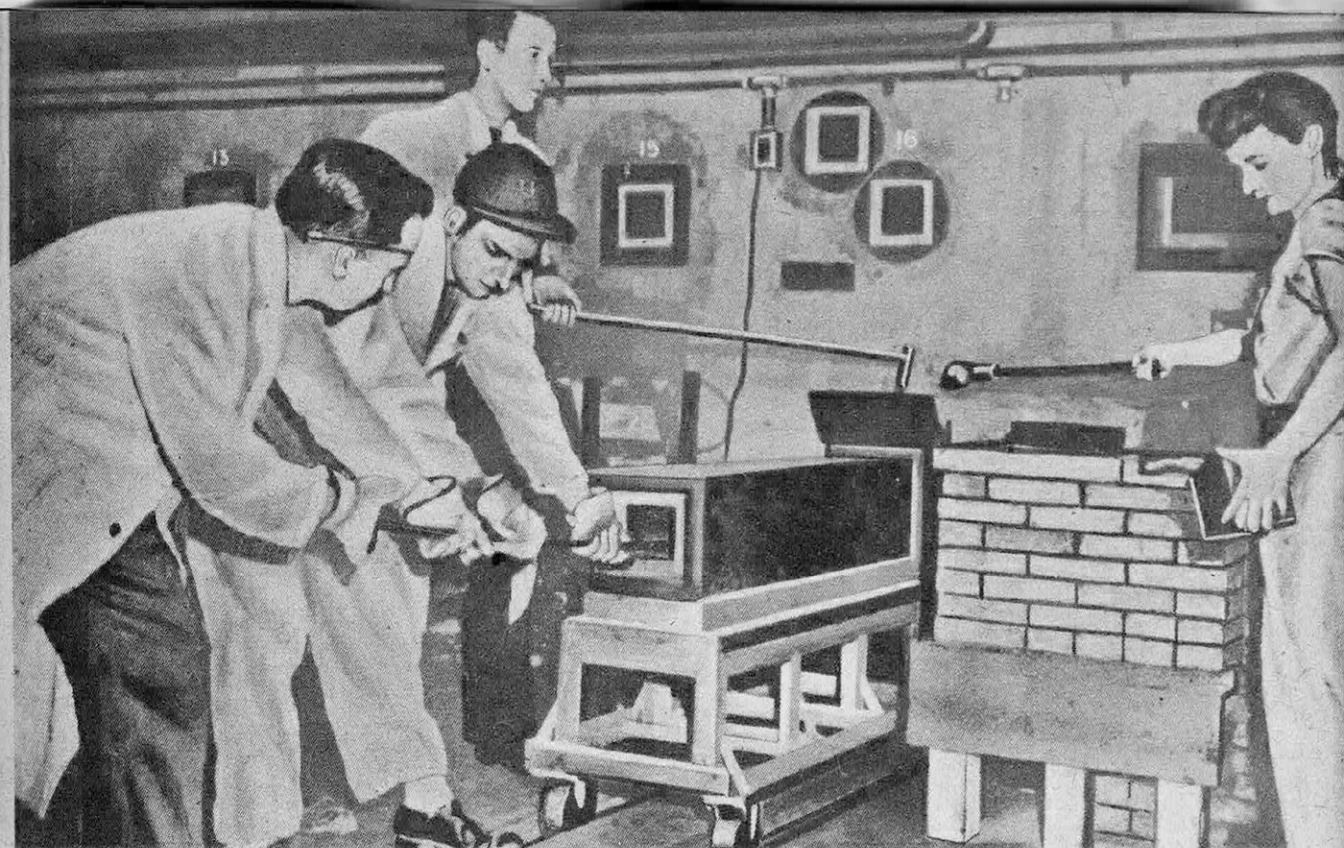


FIG. 14. — DES SUBSTANCES SOUMISES DANS LA PILE MÊME AU BOMBARDEMENT DES NEUTRONS SONT RETIRÉES POUR L'EXTRACTION DES ÉLÉMENTS RADIOACTIFS ARTIFICIELS QUI S'Y SONT FORMÉS

*Les piles atomiques constituent une source de neutrons 10 000 fois plus intense que les plus puissants cyclotrons et la préparation des produits radioactifs artificiels peut désormais être effectuée à une échelle incomparablement plus importante qu'avant l'avènement de l'industrie atomique.*

cations de l'énergie nucléaire. Il existe déjà un exemple typique d'un tel accident. L'usine Kodak de Rochester, dans l'État de New York, s'aperçut, mais un peu tard, que toute une livraison de cartons d'emballage était « contaminée » et que les plaques photographiques qu'ils avaient servi à emballer avaient été voilées. L'enquête révéla que la paille qui servait à fabriquer la pâte provenait d'un terrain qui, bien que très éloigné de toute pile du centre atomique, avait été souillé par des produits radioactifs de fission.

Des précautions méticuleuses doivent et peuvent être prises pour éviter que les produits de fission soient entraînés par l'air, par l'eau ou par tous objets (caisses, linge, véhicules, etc.) ayant séjourné au voisinage d'une pile atomique.

### Les réalisations et les projets

Un certain nombre de piles ont déjà été construites aux États-Unis et au Canada. D'autres sont en construction ou en projet en Angleterre, en France, et dans divers pays. Enfin, on est mal renseigné sur l'état de l'industrie atomique en U. R. S. S., où les recherches paraissent effectuées dans un grand centre situé au delà de l'Oural.

La première pile, celle de Columbia (État de New York, juillet 1941), était constituée par un cube de graphite d'environ 2,5 m de côté contenant 7 t d'oxyde d'uranium enfermé dans des boîtes en fer et distribué à intervalles réguliers. Le graphite n'était pas d'une pureté extrême et l'oxyde d'uranium contenait également entre 2 et 5 % de produits divers, dont malheureusement du Bore. Dans cette pile, ainsi que dans une autre identique, mais un peu

plus volumineuse, les neutrons étaient trop fortement absorbés. Pour 100 neutrons fournis à la pile, on n'aurait pu obtenir au maximum que 87 neutrons secondaires, ce qui n'aurait pas permis à la réaction en chaîne de se poursuivre.

La pile de Chicago (1942) (fig. 16) contenait près de 6 t d'uranium métallique distribué par blocs dans un modérateur en graphite pur. Elle contenait aussi une certaine quantité (non dévoilée) de blocs d'oxyde d'uranium comprimé. Sa forme définitive était celle d'un sphéroïde aplati. On calcula que, pour chaque millier de neutrons primaires efficaces, on devait s'attendre à obtenir entre 1 003 et 1 070 neutrons secondaires efficaces, ce qui aurait fourni une réaction d'allure explosive. Pour contrôler l'excès de neutrons on employait des barres de cadmium. La puissance dissipée (dans des conditions expérimentales non dévoilées) était initialement de 0,5 W ; on parvint à la porter à 200 W, puis à plusieurs kilowatts, après avoir transporté la pile à Argonne, car elle devenait un peu trop dangereuse pour les habitants de la ville de Chicago.

La pile de Clinton (Oak Ridge, État du Tennessee, 1943) était constituée par un cube de graphite avec des canaux horizontaux remplis d'uranium. Elle était considérablement plus grande que celle de Chicago. L'uranium métallique se présentait sous forme de barres entourées par des chemises d'aluminium parfaitement étanches au gaz. Sa puissance atteignit et dépassa 1 800 kW. L'efficacité de l'extraction du Plutonium à partir de cette pile était, au début, de l'ordre de 50 %. Les opérations chimiques étaient calquées au début sur celles que les

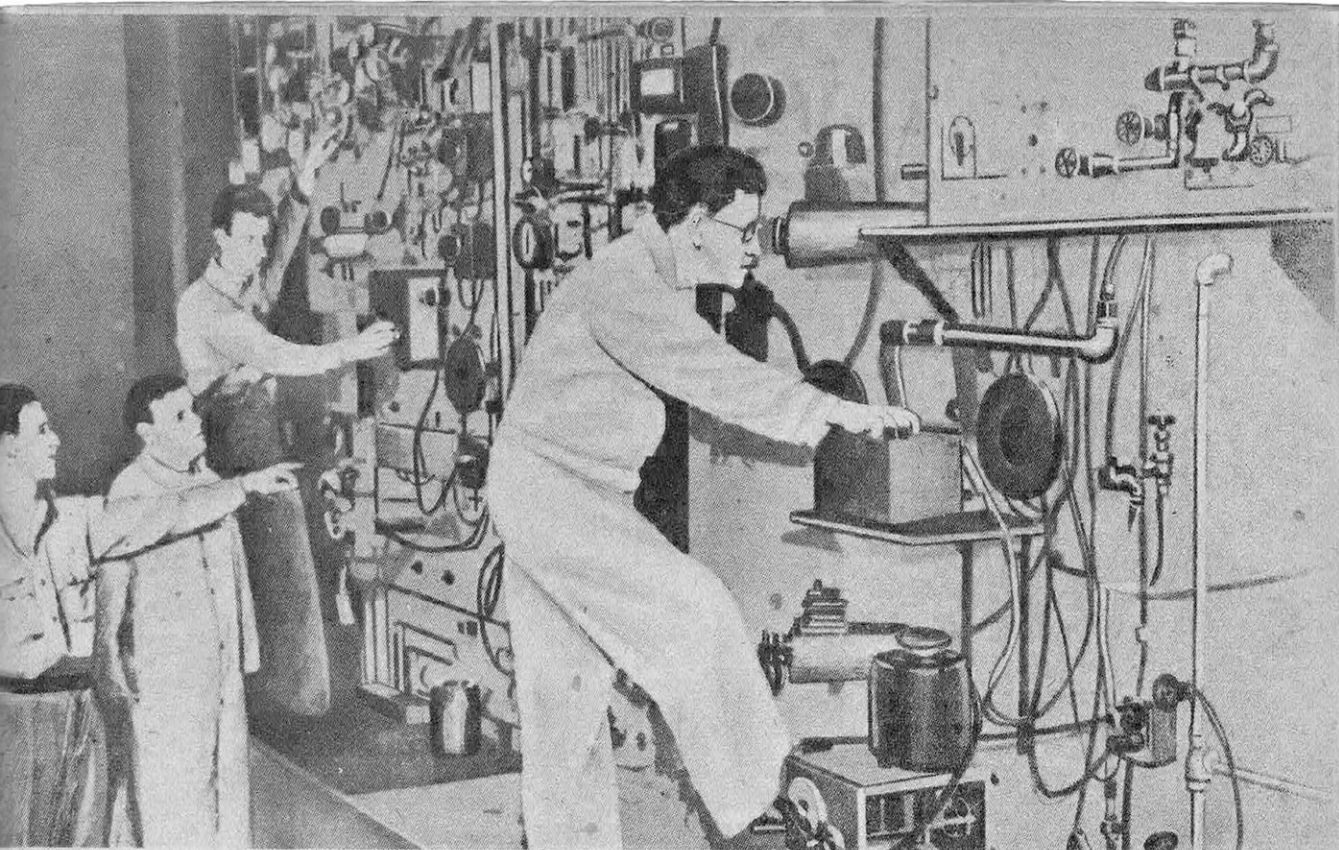


FIG. 15. — A L'ABRI D'ÉPAISSES MURAILLES DE CIMENT, LES TRAVAILLEURS ATOMIQUES OBSERVENT LE FONCTIONNEMENT D'UNE PILE A L'AIDE DE PÉRISCOPE ET EFFECTUENT LES MANGÈUVRES NÉCESSAIRES GRACE A DES DISPOSITIFS ENTIÈREMENT AUTOMATIQUES

chimistes avaient mises au point à l'aide des quantités microscopiques de Plutonium obtenues au moyen d'un cyclotron. Petit à petit, la chimie du Plutonium fit des progrès, et les quantités pondérables de ce métal extraites des piles atteignirent 90 % de celles prévues par les calculs pour un temps de fonctionnement donné.

En février 1944, près de 300 kg d'uranium étaient enlevés quotidiennement de la pile et envoyés à l'usine de séparation pour en extraire le Plutonium et les produits de fission, et retourner l'uranium ainsi débarrassé à la pile.

Trois piles identiques à celles de Clinton ont été construites à Hanford (État de Washington, sur la côte du Pacifique). Elles sont refroidies par un courant d'eau de la rivière Columbia. On estime que ces piles dissipent plusieurs milliers de kilowatts et fournissent des dizaines de grammes de Plutonium par jour (la production de 1 kg de Plutonium par jour correspond à une puissance d'environ un million de kW).

La première pile spécialement conçue pour transformer l'énergie thermique dégagée par les réactions nucléaires en énergie mécanique est actuellement en construction à Oak Ridge. On ne possède pas de détails, ni sur sa structure, ni sur la température à laquelle elle fonctionnera et qui doit être la plus élevée possible pour que le rendement du moteur atomique soit satisfaisant. On a parlé de 1 000°C comme température maximum réalisée à l'heure actuelle, ce qui suppose que les matériaux de la pile résistent à cette température. Cela a certainement amené les ingénieurs à revoir complètement le bilan des neutrons absorbés et peut-être même à enrichir artificiellement la pile en substances fissionables. La nature de la machine, tur-

bine à gaz ou à vapeur transformant la chaleur en travail, n'est pas non plus connue. D'après les informations récentes, cette pile serait terminée, avec plus d'un an de retard sur la date prévue, dans le courant de 1948. Cependant, un autre projet de pile motrice est à l'étude pour le compte de la *General Electric Co.* Cette pile serait construite à *Schenectady* (État de New York).

A Los Alamos (État de New Mexico), se trouve une pile expérimentale dont la masse réagissante est constituée par quelques litres ou quelques dizaines de litres d'une solution aqueuse d'un sel d'élément fissionable (Uranium 235 ou Plutonium). On manque de renseignements sur l'utilisation envisagée pour cette pile, ainsi que sur la façon dont on parvient à évacuer la grande quantité de calories qu'elle produit dans un volume extrêmement réduit.

A Brookhaven (État de New York), on a commencé la réalisation d'une pile-pilote au graphite analogue à celle de Clinton, qui est surtout destinée à servir de source de neutrons et de produits radioactifs artificiels.

Au Canada, est en construction à Petawawa (province d'Ontario) une pile-pilote à eau lourde construite d'après l'expérience acquise avec une pile de faible puissance installée depuis un an à l'usine de Chalk River. Elle doit produire du Plutonium, et sa puissance doit être assez forte puisqu'elle fournira des doses pondérables de radioéléments artificiels. Toutefois, l'industrie atomique canadienne ne peut pas encore se comparer à celle des États-Unis, et elle serait très loin de pouvoir, par exemple, fabriquer des bombes atomiques.

En Grande-Bretagne, sous l'impulsion du professeur J. D. Cockcroft, les Anglais s'em-

plioient à combler le retard qu'ils ont pris entre 1943 et 1945, période pendant laquelle leurs savants étaient employés aux États-Unis et au Canada à la réalisation du *Manhattan Project*. Deux piles au graphite sont prévues au centre de recherches atomiques de Harwell, près d'Oxford, dont l'une atteindra quelques milliers de kilowatts. La première, appelée *Gleep* (*graphite low energy experimental pile*: pile expérimentale de faible énergie au graphite), fonctionne depuis août 1947 (1).

En France, le commissariat à l'Énergie atomique, sous la direction du professeur Joliot-Curie, a entrepris, en même temps que la prospection des gisements d'uranium sur le territoire de l'Union française, la réalisation d'une première pile à eau lourde de quelques centaines de watts, qui sera installée à Saclay, au sud-ouest de Paris. Une seconde pile au graphite est à l'étude.

Disposant de moyens que ne limitait aucune considération de rentabilité, l'équipe de savants et d'ingénieurs du *Manhattan Project* a créé en quelques années une grande industrie qui, en temps de paix, eût demandé des dizaines d'années à se constituer. Cette remarque peut dans une mesure atténuer le regret qu'on éprouve à consta-

(1) Voir page 10 de ce numéro.

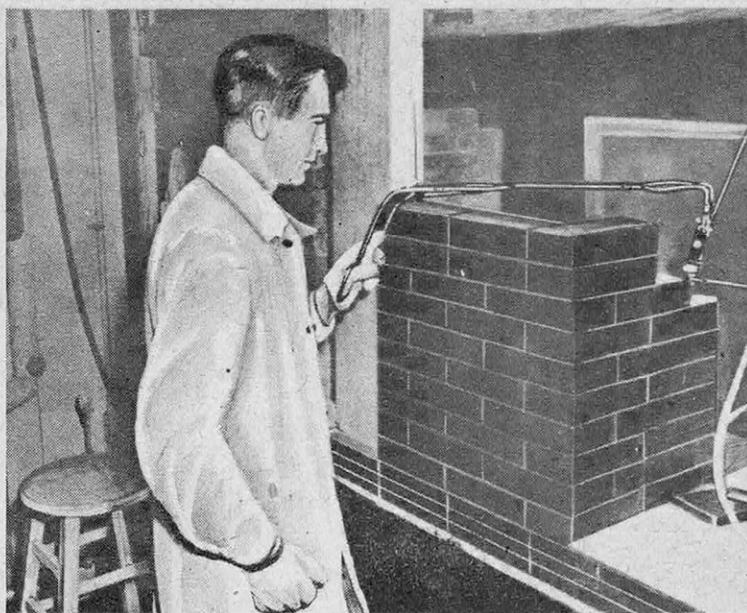


FIG. 17. — LES MANIPULATIONS DES PRODUITS RADIOACTIFS S'EFFECTUENT DERRIÈRE DES BRIQUES DE PLOMB ET SONT OBSERVÉES DANS UN MIROIR

ter que les applications de la nouvelle industrie ont, jusqu'ici, été surtout d'ordre militaire.

La science nucléaire continue à évoluer très rapidement. Elle parviendra sans doute à substituer aux méthodes actuelles, très compliquées dans leur mise en œuvre et un peu décevantes dans leurs résultats immédiats, des méthodes plus simples et permettant de libérer l'énergie nucléaire à partir d'éléments moins rares que l'Uranium. La véritable « matière première » de l'industrie atomique est l'ingéniosité des chercheurs, et le rapport américain qui retrace les différentes étapes du *Manhattan Project* montre à quel point le rendement de la recherche peut être multiplié par une bonne organisation du travail en équipe et par l'importance des moyens matériels mis en œuvre.

Désormais, les usines atomiques constitueront un élément important du « potentiel » des nations, en temps de paix comme en temps de guerre. La manière dont il sera utilisé constitue actuellement un des problèmes les plus angoissants qui se soient posés à l'humanité. Ce problème est du ressort des gouvernements, les savants ne fournissant que les données techniques nécessaires à sa solution.

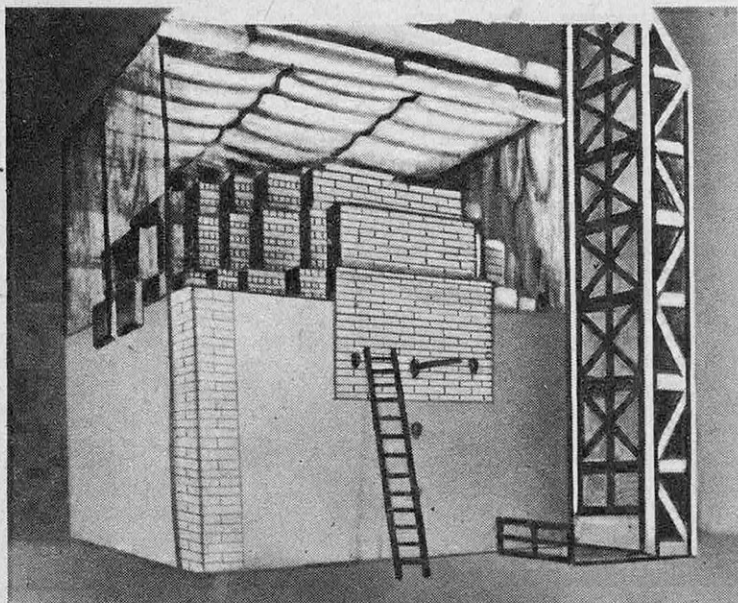


FIG. 16. — DESSIN REPRÉSENTANT LA PREMIÈRE PILE DE FERMI (CHICAGO, 1942)

M.-E. NAHMIA

# LES PUISSANTS GÉNÉRATEURS DE RAYONS X DE LA MÉTALLURGIE AMÉRICAINE

par Marcel MONTAMAT

*Au cours de la dernière guerre ont été mis au point aux États-Unis, dans les laboratoires de la General Electric, des générateurs de rayons X de grande puissance d'un type entièrement nouveau. Mettant en œuvre des tensions allant jusqu'à 2 millions de volts, ils permettent de radiographier industriellement et en série des pièces d'acier dont l'épaisseur peut dépasser 30 centimètres. Ils ont trouvé de très nombreux emplois dans les usines de fabrication de guerre et leurs applications à l'industrie de paix ne sont pas moins importantes ; leur utilisation en radiothérapie est actuellement à l'étude. D'ores et déjà sont en cours de réalisation des générateurs beaucoup plus puissants, de l'ordre de 100 millions de volts, à l'usage des organismes de recherches nucléaires.*

**L**a technique des rayons X trouve aujourd'hui dans les usines métallurgiques un champ d'application de plus en plus vaste. L'analyse cristalline, fondée sur le phénomène de la diffraction, rend d'inestimables services tant dans les recherches de laboratoire que pour le contrôle des fabrications, où elle complète utilement les techniques classiques d'analyse des alliages en permettant une étude précise et rapide de leur texture. La radiographie, d'autre part, a pris une très grande extension pour le contrôle non destructif des produits usinés. Elle met en évidence sur un film photographique les défauts invisibles à l'œil nu, tels que cavités, corps étrangers, soufflures, porosités, retassures, etc. ; elle permet de même de vérifier la qualité des soudures.

Mais la radiographie de pièces de grande épaisseur exige l'emploi de générateurs de rayons X très puissants, livrant un rayonnement très pénétrant, donc fonctionnant sous des tensions très élevées.

Au cours de la dernière guerre, la radiographie a été utilisée sur une très grande échelle dans les usines métallurgiques américaines, en particulier celles qui travaillaient pour l'armement : chantiers navals, fabriques de chars, d'affûts de canons, de plaques de blindage, de projectiles, etc. De nouveaux générateurs de rayons X y ont été mis en œuvre, fonctionnant à des tensions pouvant atteindre 1 ou 2 millions de volts, remarquablement maniables et susceptibles d'un rendement industriel élevé. Ceux qui ont été mis au point dans les laboratoires de la General Electric sont d'un type nouveau et par suite particulièrement intéressants.

## **Générateurs à 1 million de volts**

Un générateur à rayons X est essentiellement constitué par un tube de verre où règne un vide

poussé ; à une extrémité, une cathode libre des électrons qui, accélérés par une tension très élevée appliquée entre les deux extrémités du tube, vont frapper à grande vitesse une pièce métallique (dite anticathode), laquelle, dans ces conditions, émet un rayonnement électromagnétique, des rayons X. Ces rayons sont d'autant plus pénétrants que la tension accélératrice appliquée au tube est plus élevée.

Pour de très fortes tensions, il y a avantage à répartir à peu près également la chute de tension le long du tube, en distribuant convenablement cette chute entre des électrodes auxiliaires annulaires régulièrement espacées.

Le tube du générateur à 1 million de volts que montre la figure 1 est construit sur ce modèle. Au sommet, les électrons sont libérés par une cathode constituée par un filament de tungstène ; ils sont progressivement accélérés par douze électrodes et viennent frapper, à l'extrémité inférieure, un disque de tungstène jouant le rôle d'anticathode où prend naissance le rayonnement X (fig. 1). Autour de ce tube central est installé le dispositif d'alimentation en haute tension. Ce dernier comprend un transformateur à basse fréquence (180 périodes par seconde) dont le secondaire est constitué par un empilage de cent vingt-cinq galettes plates superposées, connectées entre elles, représentant au total près de 400 km de fil. Ces enroulements alimentent par résonance les électrodes du tube central auxquelles ils sont reliés à intervalles convenables. Ces électrodes sont montées dans des anneaux de « fernico », alliage qui possède le même coefficient de dilatation que le verre au borosilicate dont sont faits les cylindres isolants soudés à ces anneaux et qui les relie entre eux, formant le corps du tube à rayons X. Autour de l'anticathode se trouve une gaine protectrice en plomb qui ne laisse sortir le rayonnement que par la fenêtre prévue à cet

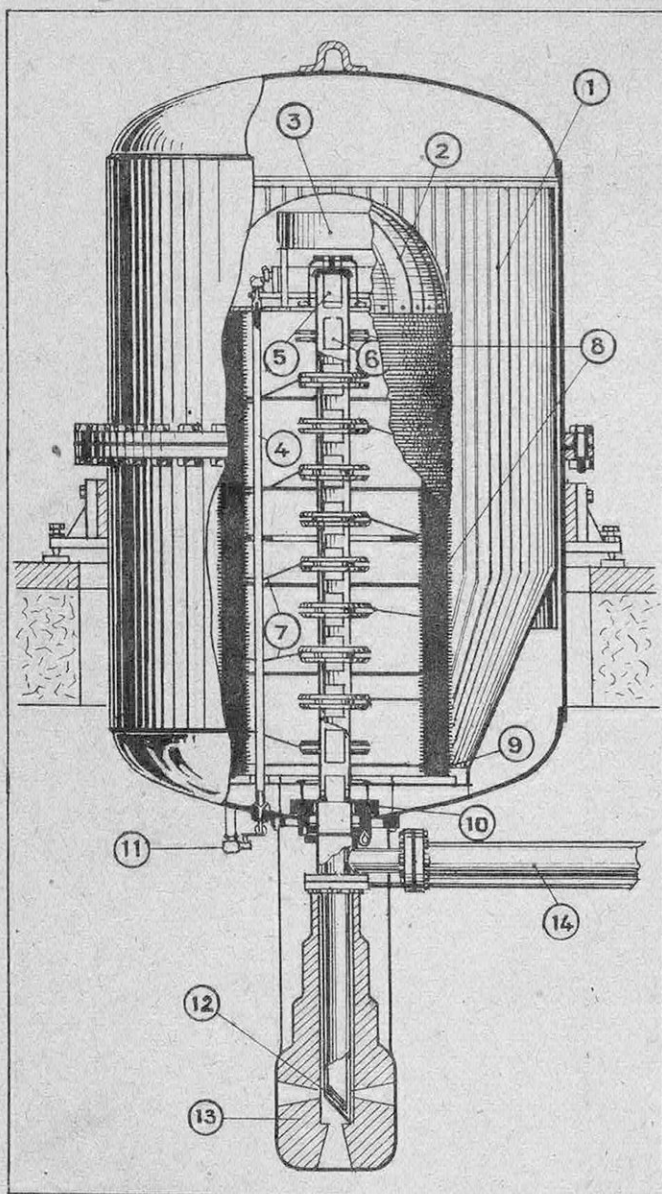


FIG. 1. — COUPE D'UN GÉNÉRATEUR DE RAYONS X A 1 MILLION DE VOLTS

1, capot en acier; — 2, écran de cuivre percé de fentes; — 3, écran de plomb; — 4, tige support isolante; — 5, cathode; — 6, première électrode intermédiaire; — 7, connexions des bobines; — 8, bobines; — 9, enroulement primaire; — 10, bobine de concentration du faisceau d'électrons; — 11, moteur de réglage du filament; — 12, anticathode en tungstène où prennent naissance les rayons X; — 13, écran de plomb; — 14, vers les pompes à vide.

effet. Tube et transformateur sont logés dans une cuve blindée remplie de fréon - 12 (dichlorodifluorométhane) sous pression de 4,4 atmosphères, gaz inerte qui assure à la fois l'isolement et le refroidissement. La température de la cuve est maintenue aux environs de 60° C.

La cuve mesure 0,90 m de diamètre, 1,20 m de hauteur, et pèse 600 kg. Elle est suspendue à

le cardan, et ses mouvements de translation et de rotation sont commandés par des moteurs électriques.

Les générateurs de ce type, qui peuvent radiographier jusqu'à 20 cm d'acier, ont été très employés pendant la guerre par de nombreuses firmes américaines. Il est très important de noter que l'intérêt des générateurs de rayons X à haute tension ne réside pas seulement dans la possibilité d'étudier des épaisseurs de matière considérables, mais aussi dans le fait que les durées d'exposition des clichés sont très fortement réduites, à épaisseur de matière égale. On a ainsi la faculté d'accélérer les opérations de contrôle et même d'y soumettre, sans immobiliser un matériel et un personnel importants, toute la fabrication.

C'est ainsi qu'un constructeur de moteurs d'avions a pu s'organiser pour radiographier simultanément quarante paliers en bronze et ramener ainsi à 10 minutes une opération qui demandait auparavant 5 heures. De même, un constructeur d'hélices pouvait contrôler trois pales toutes les trois minutes à l'aide d'un seul générateur à 400 000 volts. La construction des turbocompresseurs d'aviation fournit un exemple non moins frappant : la turbine d'entraînement du compresseur, actionnée par les gaz d'échappement des moteurs, ne comporte pas moins de cent quarante-trois aubes soudées, tournant à 25 000 tours/mn; elles sont soumises en service à des contraintes énormes, à des températures très élevées et à l'action corrosive des gaz. L'usine qui les fabriquait pouvait radiographier trente-six de ces turbines en 40 minutes.

Avec les nouveaux générateurs à 1 million de volts, des arbres entiers destinés à des moteurs de chars et pesant 25 kg subissaient le contrôle radiographique en série, l'inspection de douze arbres s'effectuant en moins de 17 minutes. Grâce à des dispositifs automatiques, la correction du remplissage d'obus de 155 mm chargés de trinitrotoluène pouvait être vérifiée à raison de quinze obus en 8 minutes, tandis que, pour les fusées de grenades à main, on atteignait le chiffre impressionnant de quatre mille à l'heure, avec rejet automatique des pièces défectueuses.

### Générateurs à 2 millions de volts

Le générateur à 2 millions de volts de la figure 2 est construit suivant les mêmes principes. Il pèse 2 260 kg et est manœuvré par une grue qui permet de l'amener dans toutes les positions voulues. Il mesure 1,5 m de diamètre et 2,40 m



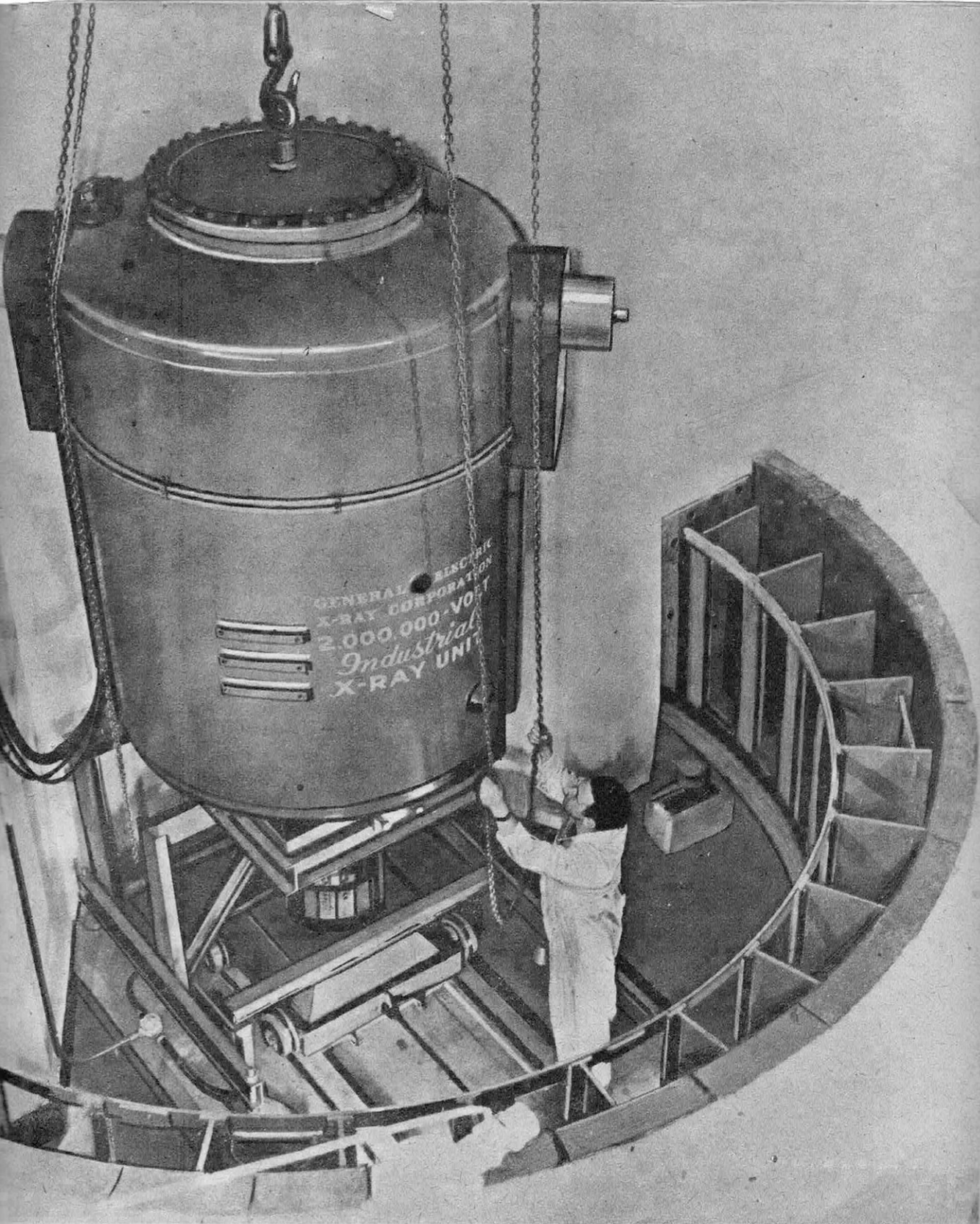


FIG. 2. — UN GÉNÉRATEUR DE RAYONS X A 2 MILLIONS DE VOLTS INSTALLÉ A LA MANUFACTURE D'ARMES D'ELWOOD, AUX ÉTATS-UNIS

*On voit ici la disposition utilisée pour la radiographie des obus. Ceux-ci sont placés dans les compartiments du transporteur semi-circulaire.*

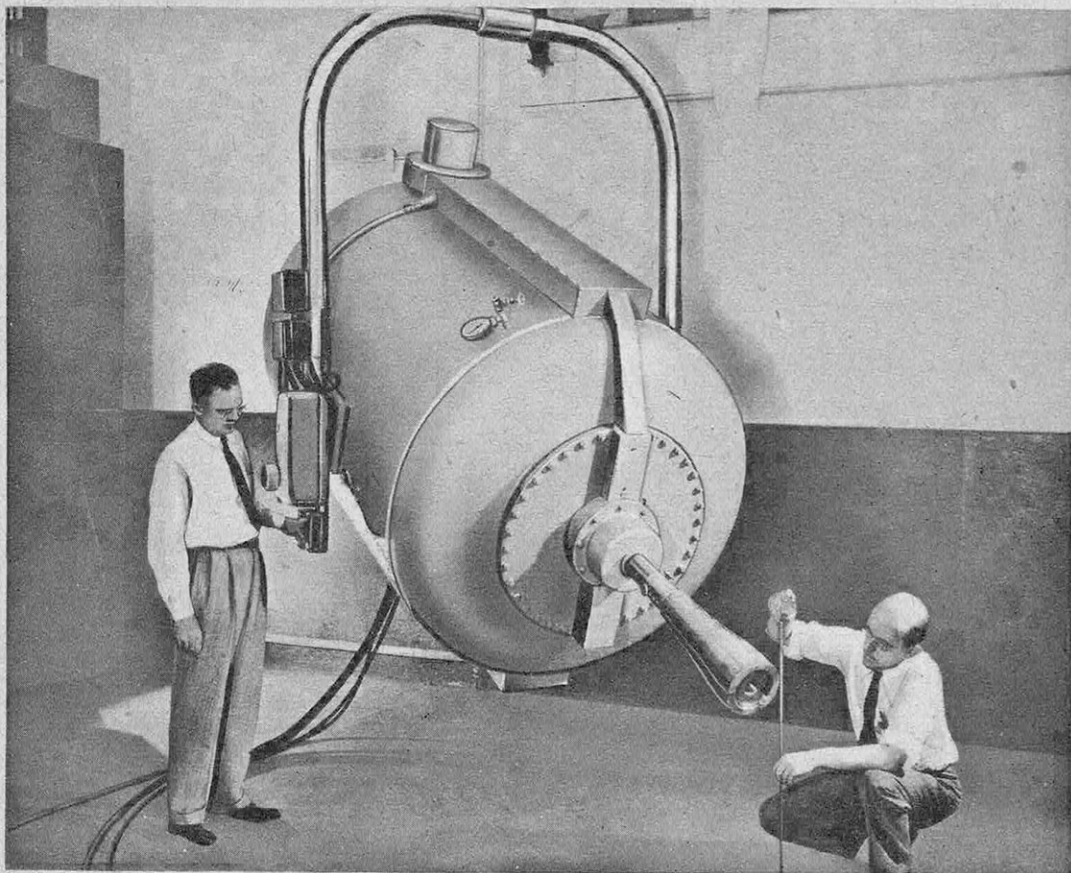


FIG. 3. — UN GÉNÉRATEUR DE RAYONS X A 2 MILLIONS DE VOLTS SUSPENDU A LA CARDAN ET DONT LES MOUVEMENTS SONT COMMANDÉS PAR DES MOTEURS ÉLECTRIQUES

de hauteur. Le transformateur à résonance comporte deux cent quarante-trois sections alimentant les vingt-quatre étages d'accélération du tube central, la tension moyenne par étage atteignant 83 500 volts. La gaine protectrice de l'anticathode, en plomb, a 5 cm d'épaisseur.

Ce générateur peut radiographier jusqu'à 30 cm d'acier. Il marque, par rapport au type précédent, un progrès marqué en ce qui concerne les temps d'exposition nécessaires. C'est ainsi que, pour radiographier une épaisseur de 20 cm d'acier, il est soixante-dix-huit fois plus rapide que le tube à 1 million de volts. Alors qu'avec ce dernier, dans certaines conditions, la durée d'exposition doit être de 4 h 30 mn, le tube à 2 millions de volts effectue l'opération en 3 mn et demie. La durée

d'exposition à travers 30 cm d'acier est de 2 heures pour ce même générateur.

Il est bon de souligner également que les clichés obtenus avec ces générateurs sont notablement plus nets qu'avec les tubes fonctionnant sur tension plus basse ; on peut en effet éloigner davantage le film photographique de l'anticathode, ce qui réduit les déformations.

Nous signalons enfin que les laboratoires de la General Electric mettent actuellement au point un générateur de rayons X fonctionnant sous 100 millions de volts. Il mesurera 4,50 m de long et 2,70 m de hauteur, et pèsera 125 tonnes. Plusieurs unités ont été commandées par des établissements de recherches tels que l'Institut d'Études nucléaires de l'Université de Chicago.

M. MONTAMAT

La science vit de solutions successives données à des pourquoi de plus en plus subtils, de plus en plus rapprochés de l'essence même des phénomènes.

PASTEUR

# LE PHARE DE LA TOUR EIFFEL

par Jean CASTELLAN

La sécurité du trafic aérien nocturne exige que, concurremment avec les systèmes de radio-navigation dont l'utilisation nécessite la présence, à bord, d'appareils exposés à des défaillances et dont l'emploi n'est pas encore toujours instantané, les routes aériennes soient balisées par des phares qui permettent aux pilotes de se repérer directement. La portée d'un phare installé aux abords d'un aérodrome doit être telle que tout avion se dirigeant vers cette région puisse apercevoir ses feux avant le terme de son voyage, même par mauvais temps et compte tenu des erreurs de route possibles. Un phare expérimental de puissance relativement faible a été installé au sommet de la Tour Eiffel pour étudier si le gain de portée obtenu, par rapport à un même phare placé sur une des éminences entourant l'agglomération parisienne, est suffisamment important pour justifier les frais, assez élevés, de l'installation à ce même emplacement d'un phare de grande puissance.

Le phare qui, depuis trois mois, lance ses feux du sommet de la Tour Eiffel, n'est qu'un phare d'essai destiné à étudier le gain de portée obtenu en transférant au sommet de la Tour l'emplacement du phare de la région parisienne pour la navigation aérienne qui, avant la guerre, fonctionnait sur le Mont Valérien.

A ce dernier emplacement était en effet installé un phare de 30 kW et 450 millions de bougies, à lampe à arc, qui avait été commandé aux Établissements Sautter-Harlé par le G. Q. G. à la fin de la guerre 1914-1918, et dont la destination primitive aurait été alors de servir de phare de rappel pour guider le retour des avions en mission au-dessus des lignes ennemies. (Un autre phare, d'un milliard de bougies, construit dans le même but par Barbier-Bénard et Turenne, fut installé, en 1922, au Mont Afrique, près de Dijon, sur la ligne Paris-Alger) (1).

(1) Voir : « Le plus puissant phare d'aviation » (Science et Vie, n° 61, mars 1922).

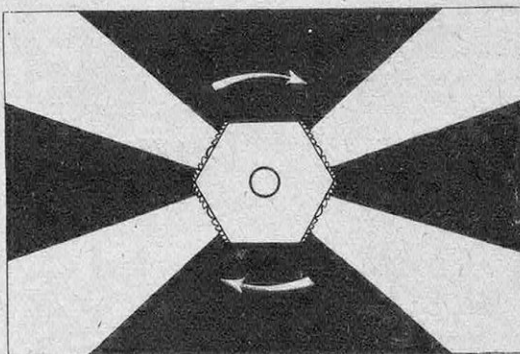


FIG. 1. — LES FAISCEAUX DU PHARE DE LA TOUR EIFFEL

Les optiques (lentilles à échelons du type Fresnel) sont placées sur quatre faces d'un hexagone régulier, dont les deux autres faces sont constituées par des panneaux opaques. Avec une durée de révolution de 12 s, on obtient une période de deux éclats toutes les 6 s.

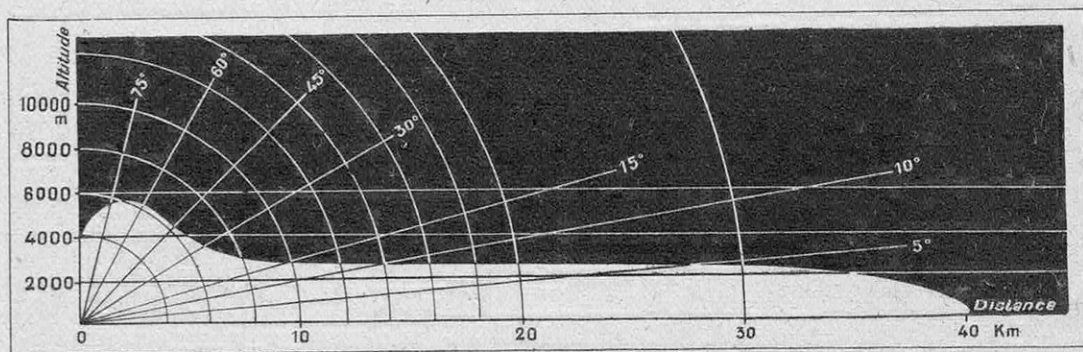


FIG. 2. — LA PORTÉE LUMINEUSE D'UN PHARE DE JALONNEMENT DE LIGNE AÉRIENNE

Ce diagramme indique la portée lumineuse d'un phare de 400 000 bougies tel que celui qui est provisoirement installé au sommet de la Tour Eiffel, compte tenu d'un coefficient de transparence atmosphérique de 0,80, mais non des masques éventuels. On voit que la portée maximum de ce phare, qui atteint 40 km pour un avion situé dans l'axe du faisceau, n'est plus que de 30 km environ pour un avion volant à 2 500 mètres, mais que cet avion restera dans le faisceau jusqu'à proximité du phare, grâce au renforcement du faisceau pour les sites compris entre 30 et 90°, renforcement obtenu par une disposition particulière de l'optique.

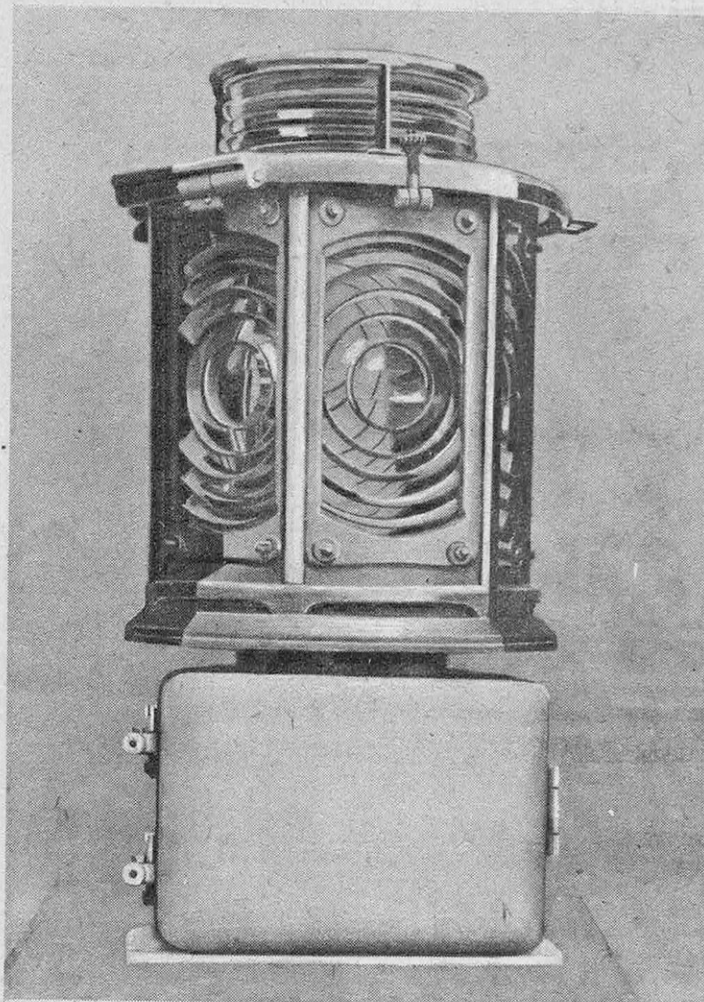


FIG. 3. — LE PHARE D'UNE PUISSANCE NOMINALE DE 400 000 BOUGIES INSTALLÉ PROVISOIREMENT AU SOMMET DE LA TOUR EIFFEL.

*C'est un phare de jalonnement de ligne de série, fabriqué par les Établissements Barbier-Bénard et Turenne. L'ouverture du faisceau à longue portée est d'environ 4 à 5° en largeur, 15° en hauteur, mais il est conçu pour être également visible d'un avion se rapprochant à assez haute altitude et naviguant par conséquent à un angle de site élevé par rapport au phare, comme montre le diagramme de la figure 2.*

L'emplacement du Mont Valérien n'était pas en rapport avec la puissance considérable du phare installé, car son altitude (150 m) était insuffisante pour que sa portée ne fût pas réduite par les hauteurs à l'entour, dont les habitants étaient en outre gênés par ses faisceaux.

Au contraire, l'emplacement de la Tour Eiffel paraît plus avantageux, tant au point de vue de la portée géographique (1) qu'à celui de la

(1) La portée géographique est celle que limite l'horizon. En mer, elle varie approximativement comme la racine carrée de l'altitude et atteint 44 km pour une hauteur de 150 m, 62 km pour 300 m, 95 km pour 700 m, 113 km pour 1 000 m, 358 km pour 10 000 m. La portée géographique du phare et celle du point d'observation (importante dans le cas d'un avion) s'ajoutent.

transparence de l'atmosphère qui, très défavorable au-dessus de l'agglomération parisienne, va en s'améliorant quand l'altitude augmente. Mais les frais d'aménagement d'un tel phare seraient assez coûteux, car le lanterneau primitivement construit au sommet de la Tour au moment de son érection, juste sous le mât porte-drapeau, et destiné à cette époque à recevoir un phare donnant des feux alternativement bleus, blancs et rouges, et qui n'avait pas servi depuis le début du siècle, a été mis hors d'usage lors de l'installation des feeders pour la télévision, qui le traversent. Peut-être serait-il plus avantageux de monter deux systèmes synchronisés, placés un peu plus bas, contre les arceaux nord et sud de la plate-forme supérieure, l'un rayonnant vers le nord, l'autre vers le sud.

C'est donc pour ne pas engager à la légère des dépenses dans l'établissement d'un phare puissant au sommet de la Tour, que le Service des Télécommunications et Signaux du Secrétariat général à l'Aviation civile et commerciale a fait installer sur une console provisoire, à l'altitude de 285 m, contre l'arceau sud, un phare de série de jalonnement de ligne qui donne toutes les 6 s deux éclats de 350 000 à 400 000 bougies. Il est masqué vers le nord, dans un secteur de 120° environ, par les superstructures de la Tour.

Un autre phare de même puissance, mais donnant un éclat toutes les 4 s, a été installé au Bourget pour comparaison, et les équipages de la Compagnie Air-France ont été chargés de noter, à chaque voyage, les temps auxquels les deux phares leur apparaissent. Les essais poursuivis au cours du mois d'octobre, dans des conditions météorologiques

en général défavorables, ont donné pour portée lumineuse moyenne du phare d'essai de la Tour 50 km environ, contre 26 km pour celui du Bourget. Pour atteindre 50 km de portée en utilisant l'emplacement de ce dernier, il faudrait porter sa puissance de 350 000 à 300 millions de bougies. La portée s'est avérée meilleure vers l'ouest et le sud-ouest que vers le sud-est.

Ces essais sont prévus pour durer jusqu'au 15 janvier prochain, et, si les avantages sont nettement établis, il sera procédé à l'installation définitive d'un phare de 12 à 15 millions de bougies, pour lesquelles des études sont en cours, et dont la portée absolue pourrait atteindre 130 km par temps clair.

# A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

LE

## « VIDÉOTÉLÉPHONE »

**A** l'Institut de Recherches de Télévision de l'U. R. S. S., un chercheur, I. P. Zakharov, a mis au point un dispositif qui permet à deux personnes de se voir tout en conversant au téléphone. L'image des interlocuteurs apparaît sur un petit écran, à côté duquel est encastree une lentille qui forme l'image sur le système d'analyse logé dans le corps de l'appareil.

Rappelons que, dès avant la guerre, un service régulier de « visiotéléphonie », télévision conjuguée avec le téléphone, avait été inauguré (le 1<sup>er</sup> mars 1936) entre Berlin et Leipzig ; il mettait en œuvre le principe d'exploration mécanique des images, et la liaison s'effectuait par câbles coaxiaux avec stations de répéteurs tous les 35 km, afin de réduire la distorsion des signaux. Il fut étendu par la suite à Nuremberg et Munich. On pouvait en voir l'appareillage en fonctionnement à l'Exposition de Paris de 1937 (1).

## CHAUFFAGE

### DOMESTIQUE PAR

#### « POMPE A CHALEUR »

**D**es essais sont actuellement en cours aux États Unis, à Chattanooga (Tennessee), pour le chauffage de cinq maisons particulières par thermopompe (2), en faisant appel, comme source d'énergie calorifique, à la chaleur terrestre. De l'eau est pompée à 60 m de profondeur et à une température de 14°,5 C, sensiblement constante toute l'année. Elle cède des calories à un gaz réfrigé-

(1) Voir *Science et Vie*, n° 246, décembre 1937, p. 474.

(2) Voir *Science et Vie*, n° 357, juin 1947, page 291.



FIG. 1. — L'INGÉNIEUR SAKHAROV ET SON VIDÉOTÉLÉPHONE

rant dont la compression ultérieure élève encore la température. Ce gaz cède alors ses calories à de l'air qui circule dans les radiateurs des habitations. On prévoit que cette méthode de chauffage sera généralisée dans la ville de Chattanooga, si les essais se révèlent concluants ; mais le forage de puits profonds étant trop coûteux, on empruntera sans doute les calories à l'eau de la rivière Tennessee. En été, le cycle peut facilement être inversé et la thermopompe fonctionner comme un réfrigérateur. Ainsi la demande d'énergie électrique conserverait en hiver comme en été sensiblement la même valeur, situation avantageuse pour l'exploitation des centrales. De plus, on espère que la consommation d'électricité pour actionner les organes de la thermopompe ne dépassera pas le quart de celle qu'exige le chauffage par radiateurs électriques ; la consommation domestique totale se trouverait ainsi réduite, à la satisfaction des producteurs d'énergie électrique qui, comme en Europe, ont à faire face à des besoins industriels sans cesse accrus.

## UN MIREUR D'ŒUFS ÉLECTRONIQUE

**L**a production des œufs aurait atteint aux États-Unis, en 1943, le chiffre de 54 milliards ; on estime que 50 milliards d'œufs au moins sont passés par le commerce de gros et ont dû subir par conséquent un nombre de fois plus ou moins grand l'opération du mirage. Le professeur Alexis L. Romanoff, de la Station expérimentale de la Cornell University à Ithaca (États-Unis), a imaginé une méthode électronique pour accélérer ces contrôles et en même temps les rendre plus sûrs (1). Elle consiste à poser l'œuf au milieu d'un bobinage placé dans un champ magnétique variable à haute fréquence, engendré par un oscillateur de 5 watts. Un galvanomètre disposé sur le circuit du bobinage dévie en fonction de la puissance absorbée par l'œuf ; il mesure en quelque sorte son degré de fraîcheur puisque les œufs les plus frais sont ceux qui ont la plus grande conductibilité (les

(1) *Radio Craft*, septembre 1947.

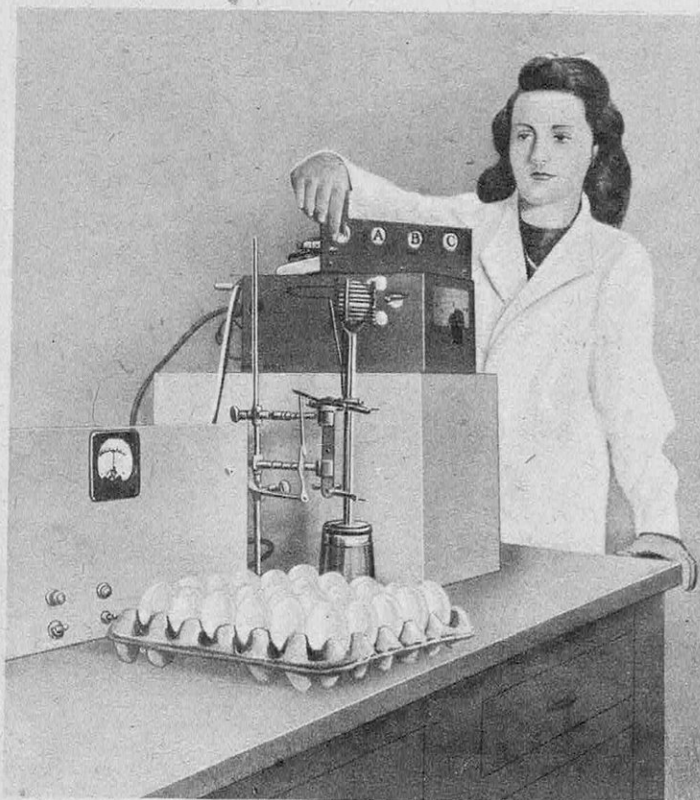


FIG. 2. — MODÈLE EXPÉRIMENTAL DE MIREUR D'ŒUFS ÉLECTRONIQUE

œufs vierges auraient d'ailleurs une constante diélectrique légèrement plus basse que les œufs fécondés).

Mais il faut naturellement, pour que cette évaluation de la valeur marchande d'un œuf soit correcte, tenir compte de son poids. Plusieurs dispositifs ont été imaginés dans ce but, dont le plus simple consiste à faire en sorte que le poids de l'œuf comprime plus ou moins un ressort et, ce faisant, déplace le bras mobile d'une résistance variable en série dans le circuit de mesure. Le galvanomètre donne alors en une seule indication la valeur globale de l'œuf. Ce galvanomètre peut d'ailleurs être remplacé par tout autre dispositif provoquant l'allumage de lampes de couleurs différentes ou des variations de l'intensité lumineuse d'une lampe unique qui, par l'intermédiaire d'une cellule photoélectrique, mettrait en action des mécanismes automatiques de triage des œufs sans l'intervention d'aucun opérateur.

Cet appareillage n'a pas

encore fait l'objet d'une mise au point industrielle.

## LE JOURNAL PAR RADIO

La transmission des images par radio a fait au cours de ces dernières années, en particulier aux États-Unis, où elle prend le nom de « facsimile », des progrès considérables, au point que des services réguliers y sont en exploitation. Tel est le cas du service organisé par la New England Facsimile Corporation dans la région de Springfield (Massachusetts) pour la diffusion par radio d'un journal quotidien. Les récepteurs spéciaux y sont mis en location mensuelle chez les abonnés. L'édition du matin est transmise entre trois et cinq heures, de sorte que le client trouve à son réveil un journal complet de 24 à 32 pages. A intervalles, au cours de la matinée, des bulletins complémentaires sont reçus, et, à quinze heures, parviennent les cours commerciaux et des pages récréatives.

Enfin, entre 21 h. 30 et 22 h. 30 parviennent les dernières nouvelles et les résultats sportifs.

## LE PREMIER ALLUMOIR ÉLECTRIQUE

La plus ancienne application domestique de l'électricité paraît être l'appareil à allumer les chandelles représenté par la photographie figure 3.

Découvert dans les combles du château d'Amblans (Haute-Saône), cet instrument, de 48 centimètres de haut et qui remonte au premier Empire (1812 environ), nous a été signalé par un de nos lecteurs, M. G. Adamowicz.

Il se compose d'un coffret en acajou dont le panneau avant peut glisser pour permettre d'atteindre un plateau de résine qu'un frottement énergique avec une peau de chat charge d'électricité. Au-dessus de cette caisse se trouvent deux vases en cristal taillé ; celui du bas est garni de morceaux de zinc, celui du haut est rempli d'acide sulfurique dilué. L'ouverture du robinet situé entre les deux assure l'écoulement goutte à goutte de l'eau acidulée sur le zinc, d'où production d'hydrogène. Celui-ci se dégage par un ajutage horizontal et est enflammé par les étincelles électriques qui jaillissent entre deux électrodes. A son tour, il allume la chandelle disposée en face du jet.



FIG. 3. — L'ALLUMOIR ÉLECTRIQUE

## CINÉMA ET RADIOSCOPIE EN RELIEF

La perception du relief étant liée à la vision binoculaire, tout procédé procédant d'un truquage quelconque d'une seule image est fatalement voué à l'échec.

Pour réaliser l'apparence du relief dans une projection cinématographique, il est donc nécessaire de faire de la stéréoscopie, c'est-à-dire de projeter deux images prises au moyen d'objectifs dont la distance des centres optiques soit à peu près égale à l'écartement des yeux, et de s'arranger pour que chaque œil voie l'image qui lui est destinée et uniquement celle-là. On sait comment le problème est résolu pour les vues fixes.

Pour les vues animées, il faut donc soit disposer d'un écran spécialement conçu pour obtenir ce résultat, mais ce procédé se heurte à une réalisation compliquée et à un prix de revient élevé (1), soit munir chaque spectateur d'un dispositif opérant la sélection des images projetées sur l'écran.

On sait que Louis Lumière a parfaitement réussi en utilisant des lunettes à verres colorés en couleurs complémentaires (2). Un autre procédé est fondé sur l'obturation alternative des yeux des spectateurs.

La difficulté consiste précisément dans la réalisation du dispositif qui doit être aussi simple et peu coûteux que possible et ne pas être une source de fatigue.

La figure 4 représente l'appareil mis au point par M. Maury. Il se présente sous l'aspect de lunettes de forme, de dimensions et de poids ordinaires (15 à 20 g). La commande des obturateurs est assurée par un câble à trois fils alimenté par un courant redressé. On voit qu'à la fermeture du circuit les obturateurs fonctionnent alternativement à la fréquence du courant d'alimentation (25 périodes par seconde pour le cinéma). Les obturateurs sont actionnés chacun par un levier léger soumis à l'attraction d'un électroaimant.

En ce qui concerne la radioscopie, les écrans actuels

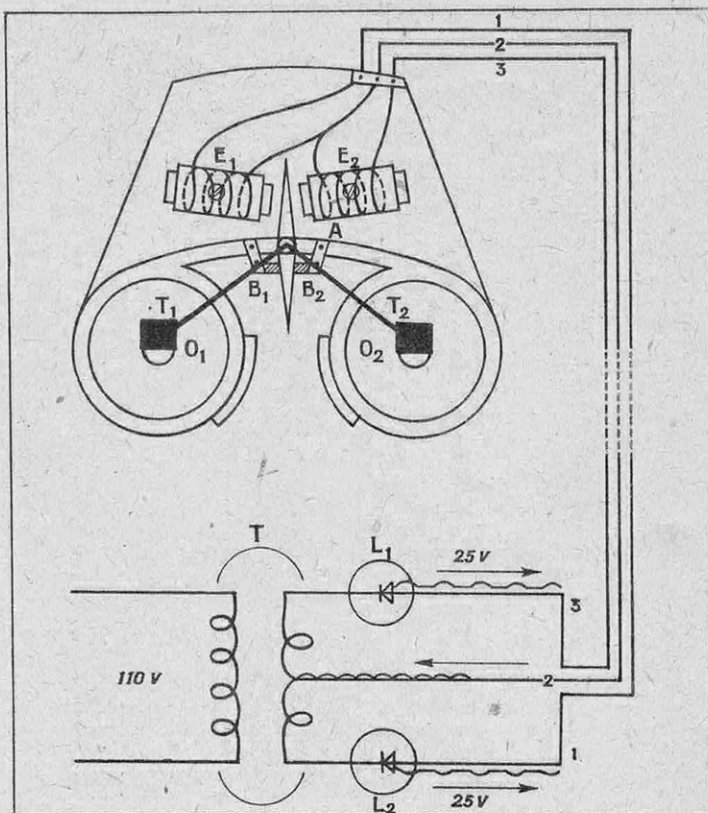


FIG. 4. — SCHÉMA DE MONTAGE DES LUNETTES A OBTURATIONS POUR LA RÉALISATION DU RELIEF AU CINÉMA

peuvent être utilisés, mais une deuxième ampoule à rayons X est nécessaire afin de projeter sur l'écran deux images formant un couple stéréoscopique. Ainsi, pour examiner un point particulier (localisation d'un corps étranger, par exemple), les lampes sont disposées de façon à donner sur l'écran deux images dont l'écartement est égal à celui des yeux. Il suffit d'examiner ces images au moyen des lunettes à obturateurs pour voir le relief. Il va de soi que les lunettes sont alimentées par un courant de même fréquence que celui que reçoivent les ampoules à rayons X.

## NOUVELLE RÈGLE A CALCULS CIRCULAIRE

La règle à calculs est fondée, on le sait, sur la propriété fondamentale des logarithmes, à savoir que le

logarithme d'un produit est égal à la somme des logarithmes des facteurs, que celui d'un quotient est égal à la différence de ceux du dividende et du diviseur. On conçoit combien sont simplifiés les calculs numériques les plus compliqués (élévation à n'importe quelle puissance, extraction de racines, etc.) en remplaçant les nombres par les logarithmes qui leur correspondent, et que l'on trouve dans des tables spéciales.

La règle à calculs évite l'emploi de ces tables grâce aux graduations qu'elle porte et qui sont précisément proportionnelles aux logarithmes des nombres inscrits sur la règle. On voit qu'il suffit par exemple d'ajouter deux longueurs (opération facilitée par la règle mobile de l'appareil) pour trouver un produit.

Les règles à calculs droites présentent cependant l'inconvénient d'avoir une longueur limitée, de sorte qu'il arrive fréquemment que le résultat cherché se trouve en dehors d'

(1) Voir : *Science et Vie*, n° 234.

(2) Voir : *Science et Vie*, n° 214, avril 1935.

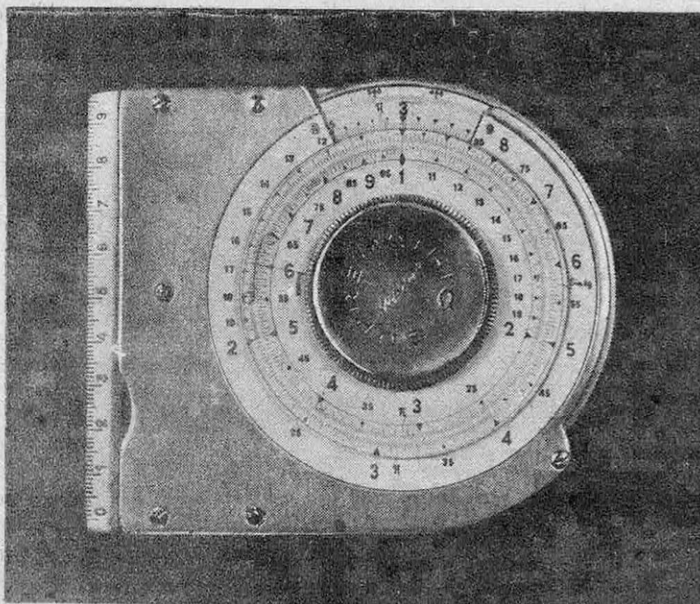


FIG. 5. — LA RÈGLE A CALCULS « SUPRÉMATHIC »

la règle, ce qui nécessite une manœuvre supplémentaire.

Aussi a-t-on cherché depuis longtemps à remplacer la règle droite par la règle circulaire dont la graduation est continue,

et dont l'encombrement — à précision égale — est beaucoup plus réduit.

Par contre, la règle circulaire est d'un maniement incertain et compliqué, notamment par

suite de l'obligation de la tourner plusieurs fois au cours de chaque calcul en vue de lire commodément les chiffres.

L'instrument représenté figure 5 évite cet inconvénient majeur ; tout en le tenant fixe en main, on lit toujours les numérotations à l'endroit.

De plus, grâce à l'entraînement automatique du curseur, on obtient une soustraction automatique des logarithmes, et une seule manœuvre de va-et-vient — toujours la même — suffit pour l'obtention des produits comme des quotients toujours au même endroit.

Outre les multiplications et divisions, signalons la lecture immédiate de l'inverse d'un nombre, de son carré, de son cube, de sa racine carrée ou cubique.

Les lignes trigonométriques (sinus, cosinus, tangente) se lisent aussi immédiatement ; il en est de même de la surface d'un cercle connaissant son diamètre, etc.

Ce nouvel appareil intéresse tous ceux qui désirent bénéficier des commodités du calcul logarithmique, mais que rebutaient les complications de manœuvre, la multiplicité gênante des échelles et l'encombrement des règles droites.

V. RUBOR

Nous rappelons à nos lecteurs que nous mettons en vente des **RELIURES MOBILES** (système ACLÉ) pour six exemplaires (un tome) de « Science et Vie ».

Prix avec pages de garde cartonnées et titre au dos..... 200 frs.  
Clés de montage indéfiniment utilisables : la paire..... 15 frs.  
Frais de port recommandé pour 2 reliures (une année)..... 55 frs.

Le montant de la commande doit être versé au C. C. postal 1258.63 Paris

## NUMÉROS DISPONIBLES

1945 : 337, 338, 339. . . . . à 20 » l'exemplaire.  
1946 : 340, 341, 343, 344, 345, 346, 347, 348. . . . . à 20 » —  
349, 350, 351. . . . . à 30 » —  
1947 : 352, 353, 354, 355, 356. . . . . à 28 50 —  
357, 358, 359, 360, 361, 361, 362, 363. . . . . à 30 » —  
Numéro hors série : « Aviation 1946 ». . . . . à 120 » —

Abonnements : affranchissement simple, *France et colonies* : 400 francs ;

Recommandé : 550 francs. — *Étranger* : 550 francs ; recommandé : 750 francs.

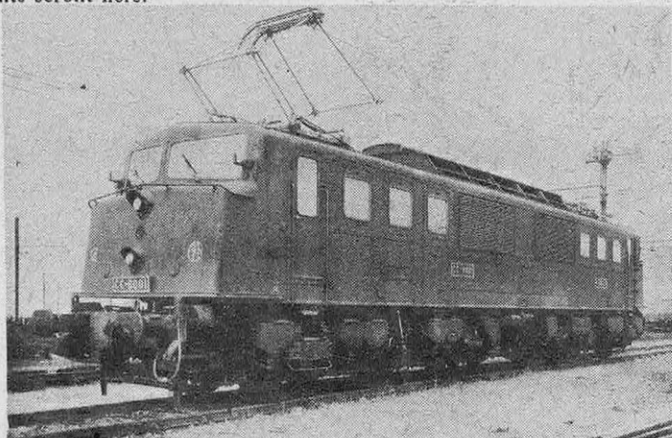
Adresser le montant de toutes les commandes au **C. C. Postal 9107 Paris.**



## DERNIÈRE CRÉATION B. L. Z. LA LOCOMOTIVE CC « O » (LICENCE ZEDA)

Un train électrique n'est pas un jouet banal. C'est un jouet scientifique dont la mission est d'instruire et de distraire.

Le choix d'un train électrique mérite donc toute l'attention de son heureux donateur. C'est un cadeau de prix, devant durer des années, que l'on complètera au fur et à mesure des créations, pour former un réseau dont l'enfant et les parents seront fiers.



LOCOMOTIVE CC « O », dernier type de locomotive électrique de la S. N. C. F. Machine très puissante, 2 moteurs, 12 roues motrices. Poids, 2 kg. Construite selon la technique B. L. Z., en métal moulé sous pression, incassable et indéformable.

Toutes les fabrications de trains électriques BLZ, en modèles réduits sont appréciés pour leur conception, le principe breveté de leur fabrication; enfin par le souci de réalisation des détails et de la ligne moderne. Les trains BLZ sont la reproduction fidèle des rames des grands réseaux et ils se distinguent par la douceur du fonctionnement (mouvement dans un bain d'huile, breveté), la puissance et la vitesse.

Avant toute chose, il faut considérer la surface possible d'installation; laquelle conditionne le choix des rails :

- Modèle O : empattement normal;
- Modèle OO : empattement réduit.

### CONSTRUISEZ VOUS-MÊME

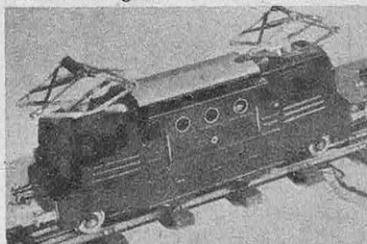
cette automotrice silencieuse.

Rien n'est plus instructif, plus distrayant et plus économique que de construire soi-même, ou de surveiller la construction par des enfants de cette automotrice BLZ « O », dernier type de modèle réduit.

EN VENTE CHEZ TOUS LES SPÉCIALISTES DE MODÈLES RÉDUITS.  
Catalogue S. V. gratuit sur demande. ATELIERS B. L. Z., 74, rue Villiers-de-l'Isle-Adam, PARIS (XX<sup>e</sup>).



Caractéristiques. — C'est la machine silencieuse grâce à son mouvement



placé sous le carter, noyé dans un bain d'huile. Sa conception brevetée, unique au monde, est constituée par deux demi-coquilles, moulées sous pression et assemblées, formant la locomotive.

### UN AUTRE MODÈLE : la BLZ « OO »



Locomotrice forme aérodynamique à télécommande par surtension 20 volts, avec son tender.

## A LA SOURCE DES INVENTIONS

La plus ancienne et la plus importante maison de

### MODÈLES RÉDUITS

56 bis, boulevard de Strasbourg, Paris (10<sup>e</sup>) (près la gare de l'Est).

Actuellement le plus grand choix :	
Boîte MECCANO, depuis.	280 »
Train mécanique, depuis...	470 »
Train électrique, depuis ...	2 125 »
Type P. O. « O ».....	3 018 »
Train complet BLZ marchandises, loco P. O., 2 wagons, grand circuit, rails profilés.....	6 492 »
LOCO BLZ « OO » forme P. L. M., écart. réduit..	4 875 »
Train complet BLZ, 3 voitures, loco, tender (OO), écartement réduit .....	9 035 »

### MOTEURS A EXPLOSION

Micron, 10 cc, à air .....	3 200 »
Réa, 10 cc, à air .....	2 500 »
Réa, 5 cc, à air .....	2 450 »
Réa, 5 cc, à eau .....	2 650 »

### A AUTO-ALLUMAGE

Micron, 5 cc.....	2 750 »
Delmo, 5 cc, super.....	2 800 »
Bi-cylindre, en ligne (2 moteurs 3,5 cc) = 7 cc.....	5 000 »

### PISTOLET PNEUMATIQUE

500 balles sans être rechargé.

Modèle 1, poli .....	1 680 »
Modèle 2, avec hausse ....	1 838 »
Modèle 3, bruni .....	2 148 »

### Les nouvelles boîtes de construction « NAVIG ».

Yacht « LE SPHINX », paquebot.....	1 640 »
Le « STRASBOURG », cuirassé .....	1 440 »
Chasseur sous-marins .....	920 »
La VEDETTE .....	545 »

Catalogue général de tous les plans et modèles et fournitures pour avions, bateaux, chemins de fer, contre 25 fr. en timbres-poste ou mandat.

Chèque postal Paris 731-76.

### LA DIFFUSION SCIENTIFIQUE 3, rue de Londres, Paris (9<sup>e</sup>), vous présente

son intéressante collection de livres sur l'automobile, l'électricité, le radio, les diverses professions, le dessin, la formation professionnelle, le commerce, la comptabilité, les connaissances scientifiques nouvelles, la médecine, les sports, les danses, la cuisine, la pâtisserie, le jardinage, le bricolage, la culture humaine, la graphologie, l'occultisme, la radiesthésie, etc... Catalogue général « SCIENCES 47 » de 32 pages contre 10 francs en timbres.

**VUES MODERNES SUR LA PHOTO D'AMATEUR  
FAITES VOUS-MÊMES DES FILMS POSITIFS**  
— FRAIS divisés par 5

La projection des films photo 35 mm est un procédé très intéressant; facile à réaliser et très bon marché.

Sur 1 m de film positif (10 m : 170 fr.), vous tirerez 22 vues meilleures que les tirages sur papier. Utilisez le châssis spécial à 675 fr. sous l'agrandisseur; même temps de pose que pour l'agrandissement 6 x 9. Pour le développement employez une cuve Inox (815 fr.) et révélateur papier (30 fr.), Notice A spéciale (20 fr.) Possesseurs de Foca, Leica, Contax et bobineuse Sommor, vous ferez toutes opérations en plein jour. Notice B spéciale (20 fr.) Si vous êtes en difficulté, venez nous voir, nos techniciens sont à votre disposition.

Le film terminé peut être : 1° examiné grâce au dioscope (974 fr.) ou avec la visionneuse Pathé (1 455 fr.) ou enfin en pseudo relief avec le filmoviseur (21 000 fr.).

2° Projeté soit avec l'agrandisseur, soit avec les excellentes lanternes de projection Pathé (7 050 fr.), Luminox (8 140 fr.), Camérafix (6 885 fr.) Imatex (en même temps lecteur micro-film) (17 000 fr.). Sur écran posable et accrochable, 75 x 100 : 2 845 fr.; 100 x 130 : 3 495 fr.; ou écran-valise, 75 x 100 : 6 425 fr.; 100 x 130 : 7 380 fr.

Classez les films en bande dans une Rollicathèque (400 fr.) mais ils se conserveront mieux dans des sous-verre à cache. Sommor, 200 fr. les 20. Leicacolor, 18 fr. pièce. Classez ces cadres dans une Hexaleicathèque (400 fr.) ou dans des coffrets spéciaux 50 vues : 400 fr. Cette méthode donne toutes possibilités de groupage des vues pour projection ou conférence.

*Parlons encore du Foca 11 bis, vraie valeur or (31 750 francs).*

— Le seul appareil français qui passe en puissance toutes les frontières. Nous serons fiers de vous compter bientôt parmi nos clients utilisant le Foca; nous vous suivrons et nous vous promettons des surprises qui ajouteront de grandes plus-values à votre achat. Dès maintenant le système Prismor-Foca, la photo de près automatique : 3 510 fr. Nous avons repris nos développements avec bandes témoins (140 fr.).

*Nouveautés. — Technique photographique (L.-P. Clerc), deux excellents volumes : 1 286 fr.*

*Les Joies de l'agrandissement (très étonnant) : 140 fr.*

*Objectifs photographiques, brochure très intéressante : 156 fr.*

*Revue Petit Format, n° 3 : 25 fr.*  
*Appareil 6 x 9 ULTRAFEX : 1 728 fr. avec sac. Nu : 1 200 fr.*

Sac « Toujours prêt » pour appareil 6 x 9 Kinax et autres : 1 200 fr.

Filtre de flou, 36 mm seulement (étonnant) : 415 fr.

Objectif grand angle pour Contax : 16 970 fr.

Agrandisseur reproducteur sur grande colonne, très bien conçu : 21 800 fr.

Bonnette transformant le viseur Blocscope-Sommor en viseur de côté à 90° et même à 160°.

*Disponible.* — Lentilles Prommor pour photo de près 358 à 615 suivant diamètre; filtres colorés 250 à 450 suivant diamètre Télémètre - photomètre Optonet : 1 906 fr. Griffe spéciale Optonet à serrage instantané sur tous appareils : 390 fr. Bobineuse et magasin pour film 35 mm, les deux : 674 fr. Coins bien gommés or, le 100 : 15 fr.; le 1 000 : 140 fr. Glaceuse électrique avec rouleau essoreur : 2 200 fr. Projecteur CAL : 1 150 fr. Crabe : 515 fr. Contacteur-dévolteur : 600 fr. Réchauffeur : 400 fr. Objectifs d'agrandissement à partir de 2 036 fr.

Agrandisseurs Sommor, spécial pour Elly : 3 950 fr. Standard 24 x 36 : 4 250 fr. Agrandisseurs Lynxa, 24 x 36 et 6 x 6, prix selon optique. Agrandisseurs automatique P. M. P. et Automalix. Papiers pour tirage direct et agrandissement; révélateurs grain fin et pour papier; fixage-acide. Demandez-nous tous accessoires, produits que vous recherchez, nous nous efforcerons de vous donner satisfaction.

Nous vous dépannerons en papier photographique; si vous êtes en difficulté, envoyez-nous un type des négatifs à agrandir, nous vous enverrons le papier qui vous permettra d'en tirer un maximum. Nous avons des papiers de marque en boîte de 100 feuilles. Aperçu des prix :

	Papier mince brillant dur ou normal	Carton chamois 1/2 brillant dur ou normal
	A partir de :	A partir de :
C. P....	240 »	330 »
13 x 18.	400 »	450 »
18 x 24.	720 »	825 »

*Conditions générales.* — Nos prix ne peuvent être garantis dans les temps actuels.

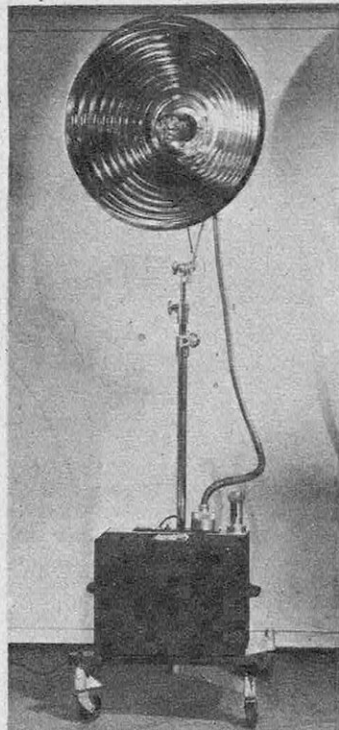
Renseignements et notices seulement contre 9 fr. en timbres ou coupons-réponse coloniaux et internationaux. Expédition contre remboursement. Colonies et secteurs postaux, paiement par virements postaux préalables. Port et emballage facturés au plus juste. Franco pour commande supérieure à 10 000 fr.

GRENIER, 27, rue du Cherche-Midi (Sèvres-Babylone). Magasins ouverts tous les jours sauf samedi (9 h.-12 h. 30; 14 h.-18 h. 30). C. C. P. 15.26.49 Paris. Tél. : Littré 56-45.

**L'ÉCLATRON**

*Lampe éclair électronique française.*

Nous avons décrit dans *Science et Vie* de décembre l'appareil ÉCLATRON REPORTAGE. Nous vous présentons maintenant l'appareil cinq fois plus puissant, ÉCLATRON-STUDIO, qui se recommande par sa grande robustesse et sa simplicité d'emploi.


**L'ÉCLATRON-STUDIO**

A cellule photo-électrique de commande. Poids avec accumulateur, 25 kgs.

*Principe.* — Basé sur la décharge extrêmement violente d'un condensateur électrique dans un tube de verre rempli d'un mélange approprié de gaz rares. L'éclair dure 1/10 000<sup>e</sup> de seconde et la lampe interchangeable peut produire de 10 000 à 50 000 éclairs.

*Résultats.* — Plus de photos bougées. Nette accrue. Pas de chaleur. Pas de lumière constante et intense. Pas d'éblouissements. Synchronisme infailible. Possibilité de travail pendant les pannes et coupures du secteur. Possibilités illimitées pour la photo en couleurs.

*Description.* — L'ÉCLATRON-STUDIO est constitué par un générateur et par une lampe prévue pour être montée dans les *Ambiances* et dans les *Spots*. Il peut être déclenché à la main, par synchronisation, et, dernier cri de la technique moderne, à distance par cellule photo-électrique; ce qui libère le studio des câbles fragiles et encombrants.

**L'ÉCLATRON STUDIO (suite)**

Détails. — Cellule orientable, insensible aux lumières du jour ou projecteurs. Consommation : 22 watts. Fonctionne sur secteur alternatif, 110 ou 220 volts ou sur accu 6 volts 30 A. H. ou batterie auto (avec vibreur dans un boîtier séparé). Une lampe au néon s'allume quand l'appareil est prêt à fonctionner. Temps de recharge entre chaque éclair : 12 sec.

Réflecteur de grand diamètre, en aluminium traité de très haut rendement, ne ternissant pas, insensible aux vapeurs et acides. A foyer réglable, permettant de varier à volonté l'angle d'éclairage, avec contrôle par lampe pilote.

Le réflecteur se pose sur tout pied photo ou projecteur photo par un écrou au pas Congrès.

Dispositif de sécurité très étudié.

L'ÉCLATRON-STUDIO est recommandé pour tous les studios de photographie. Idéal pour la photo industrielle, pour saisir l'expression de sujets en plein mouvement (des enfants surtout), pour la photo scientifique (microphotographie, animaux, rétine de l'œil, études du mouvement, études aéro ou hydro-dynamiques) pour la photométrie (variations  $\pm 2\%$  au maximum), pour la photo en couleurs, la photo publicitaire.

Pour tous renseignements techniques et commerciaux, s'adresser à Société ÉCLATRON, 7, rue Scribe, Paris (9<sup>e</sup>).

**UNE GRANDE DÉCOUVERTE : LA RADIESTHÉSIE PHYSIQUE (Microphysique)**

De récentes découvertes techniques excluant tout occultisme ou psychisme ont permis de mettre au point un COURS PRATIQUE DE RADIESTHÉSIE MODERNE, objective, par procédés physiques à la portée de tous, sans don spécial, 30 leçons, 150 exercices judicieux, 100 applications vous initieront en un mois pour vos besoins professionnels. Conseils gratuits durant un an. Brillants succès garantis, déjà acquis par milliers d'élèves enthousiastes. *Brochure explicative importante*, avec attestations de résultats étonnants de prospecteurs, commerçants, ingénieurs, scientifiques, médecins, physiciens. ÉCOLE INTERNATIONALE DE RADIESTHÉSIE par correspondance, 37-26, rue Rossini, Nice.

« La première encyclopédie radiesthésique par ses qualités fondamentales. »

Cdt d'Aviation H. CHRÉTIEU.

« Ces exercices judicieusement choisis seront accueillis avec sympathie par tous. »

Dr ALBERT LEPRINCE.

« Vous rendez grand service à un grand nombre de personnes. »

Ing. Arts et Manuf. BRARD.

**L'ÈRE ATOMIQUE...**



C'est par l'appart d'un troisième atome à la molécule d'oxygène que les appareils Ozonair produisent électriquement l'ozone. Cet oxygène actif assainit l'air en détruisant les odeurs (cuisine, w.-c., tabac) et rend tonifiante l'atmosphère des appartements, bureaux, ateliers ou sont utilisés les appareils Ozonair. Cet atome pacifique (O<sub>3</sub>) est une source de bien-être et d'énergie à la portée de tous ; grâce à lui, les anémiques voient leur taux d'oxyhémoglobine croître jusqu'à la normale. Utilisez donc Ozonair qui procure à domicile l'air pur des montagnes, vous y gagnerez de l'appétit et un sommeil reposant. Notice franco : Procédés Ozonair, 63, rue de Lancry, Paris. Botz. 24-10.

**LES TIMBRES-POSTE GARDENT LEUR VALEUR**

**COURS DE PHILATÉLIE PAR CORRESPONDANCE.** Ce cours distrayant, vous fera passer agréablement et utilement les longues soirées d'hiver. Il vous enseignera le moyen de monter une collection qui aura une réelle valeur commerciale et deviendra vite un capital en réserve qui grossira chaque année ; en suivant ce cours, vous saurez acheter et vendre vos timbres. Rens. contre enveloppe timbrée à S. D. P., Ste GAUBURGE (Orne).

**CONNUISSEZ-VOUS LES MULTIPLES APPLICATIONS DE L'EXPLOSIF AGRICOLE**



De nombreux travaux agricoles, tels que : dérochage, dessouchage, plantation d'arbres, sous-solage, régénération de vergers, drainage, creusement de fossés, mares, etc., nécessitent par les moyens habituels une main-d'œuvre importante et entraînent une lourde dépense qui conduit, le plus souvent, à y renoncer.

L'explosif nitré fertilisant AGRALITE permet d'effectuer tous ces travaux (et bien d'autres encore), économiquement, rapidement et sans aucun danger.

Demandez dès aujourd'hui le Manuel illustré de l'Artificier agricole, volume contenant tous renseignements utiles. Envoi franco contre mandat de 200 francs à RAYM-POIRIER, ingénieur, Bazouges (Mayenne).

**AVIS AUX SPORTIFS**

Tous les grands champions suppriment leurs lunettes et adoptent les verres de contact R.-A. Dudragne, seuls capables de protéger les yeux, de corriger et d'améliorer la vue.

Après le Dr Breitman, champion français du saut à la perche, citons Jany, le recordman du monde de natation. Freiber, champion militaire de France, en ski.

Tous les jeunes et spécialement ceux atteints d'une infirmité des yeux peuvent maintenant pratiquer tous les sports, même les plus violents : football, hockey, tennis, etc.

Les skieurs aussi apprécient les verres de contact parce qu'ils sont anti-buée et anti-givre, protègent les yeux des flocons de neige, des projections de glace et conservent « le champ visuel total ».

Nous rappelons que les verres de contact R.-A. Dudragne sont incassables, et sont exécutés uniquement sur ordonnance de votre médecin oculiste qui en surveille l'ajustage.

Agreés par les Assurances sociales.

Renseignez-vous.

R.-A. DUDRAGNE, 49, boulevard de Courcelles, Paris (VIII<sup>e</sup>). Métro : Courcelles. Wagram 48-27. Tous les jours, de 8 h. 30 à 19 h., sauf samedi.

**LOGAFILM**

64, rue Turbigo, à Paris (Arch. 71-09), loue tous films PATHÉ-BABY 9,5 mm muets ou parlants pour patronages, écoles, familles.

Vente suivant disponibilité de CAMERAS, PROJECTEURS, JOUETS SCIENTIFIQUES.

Notice SV sur demande contre 6 francs en timbres poste.

**JOUETS SCIENTIFIQUES MODÈLES RÉDUITS**

Nous offrons à tous les lecteurs de *Science et Vie* toutes les fournitures désirables dans le domaine du jouet scientifique ou du modèle réduit, qu'il s'agisse de types d'avions, de bateaux ou de trains électriques.

Nous avons, en magasin, tous les plans utiles et les matériaux nécessaires à la réalisation des modèles choisis.

Un service d'expédition, bien au point, nous permet de satisfaire à lettre lue toutes les demandes de province et des colonies.

Catalogue S. V. sur demande contre 20 francs en timbres ou mandat.

Etablissements MODELIA, M. Ducrot, 107, rue de Montreuil, Paris (XI<sup>e</sup>). C. C. P. 5284-10 Paris.

**25 A 30.000 FRANCS PAR MOIS**

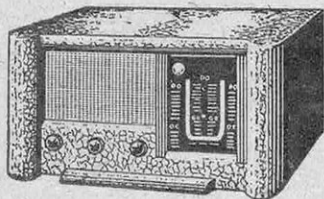
Salaires actuels du Chef-Comptable. Préparez chez vous, vite, à peu de frais, le diplôme d'Etat qui vous assurera une situation lucrative. Demandez la brochure gratuite n° 14, « Carrières Comptables, carrières d'avenir », à l'Ecole Préparatoire d'Administration., 4, r. des Petits-Champs, Paris.



AMATEURS, PROFESSIONNELS, DÉBUTANTS  
RADIO

Construisez vous-même un bon récepteur radio d'une conception extrêmement simple et donnant des résultats surprenants.

Ce poste est un super-hétérodyne alternatif à 3 gammes d'ondes, équipé de la série des 5 lampes américaines « standard », soit : 6 E 8, 6 K 7, 6 Q 7,



6 V 6, 5 Y 3, d'un Bloc et de deux moyennes, fréquences à noyau de fer plongeant.

Le prix de revient extrêmement modique (grâce à l'économie réalisée par le système de polarisation par le négatif) est à la portée de toutes les bourses. Le montage et le matériel ont été étudiés de telle façon qu'il ne comporte pas de réglage délicat et aucun trou à percer. Ce n'est qu'un assemblage!

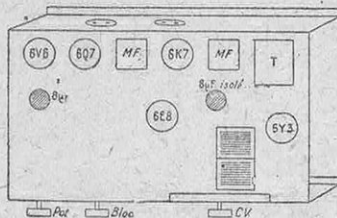


Schéma de montage.

La Société des Établissements « RADIO-PAPYRUS » est à même de vous fournir et d'expédier sous quarante-huit heures, contre mandat à la commande, tout le matériel nécessaire à sa construction, depuis l'ébénisterie jusqu'au rouleau de soudure, au prix de 4 966 fr.

Jeu de lampes : 1 600 fr.

Il sera remis à chaque commande, une notice avec schéma, permettant le montage en trois heures.

Nous pouvons également vous fournir tout le matériel radio, pour construction et dépannage.

La Maison est spécialisée dans le matériel de sonorisation « PHILIPS »

Ampli 25 W, push-pull à 3 entrées ..... 26 000 »

Ampli 50 W, push-pull à 3 entrées ..... 35 000 »

Haut-parleur de qualité exceptionnelle, aimant permanent, avec cône antidirectionnel pour la diffusion des aigus :

6 W, 23 cm ..... 2 700 »  
15 W, 28 cm ..... 5 100 »  
25 W, 31 cm ..... 6 200 »

Platine pick-up, avec moteur alternatif et arrêt automatique ..... 5 800 »  
Tiroir pick-up, ronce de noyer vernie ..... 3 200 »  
Grand choix de lampes américaines et européennes.

**Affaire à profiter :**  
Lampes n° 89 (remplaçant 42 et 6 V 6) ..... 245 »  
Lampes n° 6 F 7 (remplaçant 6 H 8 et 6 B 7) ..... 245 »  
Lampes n° 6 L 7 (remplaçant 6 K 7 et 6 M 7) ..... 245 »  
Lampes n° 6 F 5 ..... 245 »  
Lampes n° 6 J 5 ..... 245 »  
Appareil automatique à boutons-poussoirs permettant d'obtenir six stations de son choix par une simple poussée. Se monte sur n'importe quel appareil ..... 150 »

Poste 5 lampes, tous courants, toutes ondes. Montage très haute qualité. Complet, prêt à fonctionner, au prix imbattable de ..... 6 400 »

Garantie : 1 an.  
Expédition France et colonies contre mandat à la commande.

Demandez-nous notre catalogue général « SV », saison 1948, contre 20 fr. en timbres.

« RADIO-PAPYRUS », 25, boulevard Voltaire, Paris (XI<sup>e</sup>). Téléphone : Roquette 53-31. C. C. P. 2812-74.

Nous recherchons dans chaque ville des revendeurs agréés.

DERNIÈRE NOUVEAUTÉ  
DE LA TÉLÉVISION

La télévision est votre plus proche désir. Permettez-nous de vous dire qu'il est à la portée de votre main si vous avez la bonne fortune d'habiter dans un rayon de 100 km de Paris, limite actuelle du seul poste émetteur de la Télévision Française.



Nous ne vous dirons rien dans cette rubrique, de la technique ultra-moderne qui nous inspire.

Nous préférons vous inviter, sans aucun engagement préalable, à venir assister aux démonstrations de notre récepteur, un des modèles les plus au point sur le marché, et fabriqué maintenant en série, restant, malgré tout, avec ses perfectionnements, d'un prix très abordable.

Nous nous ferons donc un plaisir d'accueillir dans nos studios les lecteurs de *Science et Vie*, chaque soir, de 17 heures à 18 heures.

CLERY-CITE, 4, rue de Cléry. Métro Sentier. Louvre 82-25.

## TÉLÉPHONE IDÉAL EN HAUT-PARLEUR



La preuve est faite que seul l'interphone permet l'organisation rationnelle des liaisons directes et à haute voix entre les bureaux. Plus de déplacements inutiles, chacun pouvant être appelé et parler à distance de l'appareil.

Voici quelques avantages particuliers aux appareils « INTERVOX » :

- Installation simple et économique.
- Intercommunication totale (brevet INTERVOX).
- Liaison directe et séparée de chaque service.
- Puissant, sensible, fidèle, robuste.
- Usure réduite, les lampes ne débitant que pendant les conversations (brevet INTERVOX).
- Écoute libre (surveillance).
- Silence total en « attente », exempt de ronflement en « service ».
- Comportent « circuit d'écoute », « secret », « appel général », « signalisation pas libre », écouteur téléphonique pour écoute confidentielle.
- Modèles de 4 à 20 directions.
- Par sa production intense, la SOCIÉTÉ INTERVOX assure Prix avantageux. Installations éprouvées. Délais rapides.
- Les meilleures références :

Ministères, administrations, services publics, cliniques, etc.

SOCIÉTÉ INTERVOX

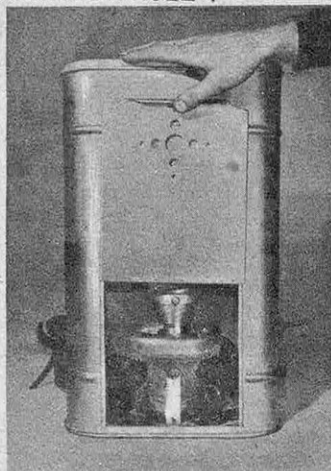
135, avenue du Général-Michel-Bizot, Paris (12<sup>e</sup>).

Tél. : Diderot 03-92.

Documentation sur demande.

## LA « BUCHE DE NOËL » BRULERA DANS VOTRE HOME

Lorsque le froid fait son offensive d'hiver, n'est-il rien de plus confortable qu'une cheminée où brille un bon feu et où se consume la fameuse « BUCHE DE NOËL ».



LA CHEMINÉE LUMINEUSE HERLA

vous apporte cette joie visuelle de la « flamme qui réchauffe », et en plus le rendement calorifique du radiateur électrique moderne.

**Description.** — Elle se compose d'un bâti en tôle vernie au four, de couleur feuille morte, s'harmonisant avec tous les intérieurs. La source de chaleur est assurée par quatre résistances, montées sur stéatite et diffusée par un miroir parabolique. Réglage : 2 allures. Puissance : 2000 ou 3000 watts. Prix : 5300 fr. pour 2000 watts et 5500 fr. pour 3000 watts. Port et emballage en sus.

Etablissements HERLA, 87, rue Notre-Dame-des-Champs, PARIS. C. P. Paris 2182-91

## UN INCOMPARABLE OUTIL DE TRAVAIL

La Librairie Technique DES-FORGES, 29, quai des Grands-Augustins, Paris (6<sup>e</sup>), vient de faire paraître son Catalogue 1947-1948.

Ce document, contenant plus de 1000 titres de tous les éditeurs, sélectionnés parmi les meilleurs, est indispensable à tous les techniciens, praticiens, spécialistes et élèves que les livres de technologie, de sciences appliquées et d'enseignement technique intéressent.

Il est envoyé franco contre 12 francs en timbres.

Pour « connaître » les meilleures techniques actuelles.

Pour vous « perfectionner » dans votre métier.

Pour « apprendre » et « savoir ».

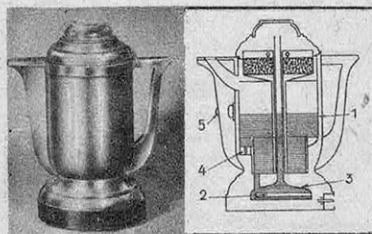
Le catalogue de la Maison DES-FORGES « LA LIBRAIRIE TECHNIQUE DE PARIS » vous est nécessaire.

## LA CAFETIÈRE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE CELT

pour les amateurs de vrai « moka ».

Médaille d'or au concours Lépine 1946. Hors concours et membre du jury à la Foire de Paris 1947.

N'est-ce pas là la consécration des mérites, tant pour la conception que pour la réalisation de la CAFETIÈRE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE CELT.



Elle réunit toutes les qualités de la cafetière la plus moderne : élégance, économie, rapidité, sécurité. En procédant par jets successifs d'eau bouillante sur le café, elle fait un « moka » d'un arôme incomparable.

**Caractéristiques :** à double paroi (système Thermos) (1).

— Résistance enrobée d'eau (2), accessible et amovible, donc aucune perte de chaleur.

— Chaudière rapide (3).

— Thermostat contrôlant la température et assurant la marche automatique sans surveillance (4).

— Fonctionne à la pression atmosphérique, aucun risque d'explosion.

— Température maxima du café : 80°, aucune altération de l'arôme.

— Contrôle de marche par voyant lumineux (5).

— Garantie un an.

— Consommation 400 W.

Présentée en métal poli et métal émaillé. C'est un cadeau qui réunit l'utile à l'agréable.

Prix franco : polie..... 4.350 fr.

Émaillée..... 5.075 fr.

Notice contre 6 fr en timbres.

H. Michel CARTEAU, 65, boulevard Sébastopol, Paris (1<sup>er</sup>).

C. P. Paris 2634-29.

N. B. — A la commande, indiquer nature du courant et voltage.

## LE FLEXO

Mieux qu'un pinceau.



Fabriquée en caoutchouc souple, le FLEXO est supérieure au pinceau, tant pour amollir la surface de la colle que pour l'étendre.

Sans augmentation de prix, tous les pots ADHESINE — à l'exception du pot écolier — sont désormais livrés avec un FLEXO.

EN VENTE PARTOUT.

## RÉUSSIR !

Pour obtenir une situation lucrative ou améliorer votre emploi actuel, votre intérêt est de suivre les cours par correspondance de l'E. N. E. C. vous réussirez grâce à des méthodes d'enseignement modernes et rationnelles appliquées par d'éminents professeurs. Demandez l'envoi gratuit de la brochure que vous désirez (précisez le numéro).

Broch. 16.820 : Orthographe, Rédaction.

Broch. 16.821 : Calcul, Mathématiques.

Broch. 16.824 : Électricité.

Broch. 16.825 : Radio.

Broch. 16.826 : Mécanique.

Broch. 16.827 : Automobile.

Broch. 16.830 : Dessin industriel.

Broch. 16.833 : Sténo-Dactylographie.

Broch. 16.834 : Secrétariat.

Broch. 16.835 : Comptabilité.

Broch. 16.837 : C. A. P., Commerce.

ÉCOLE NORMALE D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE, 28, rue d'Assas, PARIS (VI<sup>e</sup>).

## UNE CARRIÈRE D'AVENIR ? LA VOTRE !

Car vous vous sentez attiré par un métier passionnant. Mais paiera-t-il ? L'important n'est-il pas de gagner votre vie ?

C'est à la solution de ce grave problème que s'est attaché L.-M. BALCET dans son dernier ouvrage : *Notre Pain de chaque jour*. Lisez-le. Vous y découvrirez le secret de votre réussite. (Éditions ARTHAUD.)



## LONG CRÉDIT

Grands Supers à partir de 560 francs par mois. Au comptant à partir de 6 990 francs. Qualité « Label », garantie deux ans. Expédié franco en France et aux Colonies. Tous risques couverts. Catalogue gratuit sans engagement.

## TÉLÉSON-RADIO

Service S. V. 33, av. Friedland, Paris.

## VOULEZ-VOUS

### UNE SITUATION

d'avenir dans ces activités :

Électricité, S. N. C. F., Mécanique, Agriculture, Commerce, Comptabilité



Automobile,

Cinéma, Radio,

Journalisme,

Banque, Assu-

rance, Police,

Hôtellerie, Publi-

cité, Forêts,

Mines; Secrét-

ariat, Économat, Froid, Transports,

Topographie, Dessin industriel, Tra-

vaux publics, Aviation, Emplois d'État

(2 sexes) ? Manuel des Carrières n° 302,

document unique. Envoi gratuit.

École au Foyer, 39, rue H.-Barbusse,

Paris (20 ans de succès).

### VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER

pour vous faire comprendre, pour vous défendre, pour mettre en valeur vos connaissances et vos possibilités.

Quelle que soit votre situation, quels que soient vos projets, vos besoins, votre intérêt sera toujours lié à la façon dont vous saurez extérioriser vos idées, vos sentiments, vos conceptions. Sans doute l'avez-vous déjà éprouvé. Mais avez-vous éprouvé aussi les difficultés sans nombre, les hésitations devant la page blanche, les pertes de temps, lorsqu'il s'agit d'écrire un rapport, un mémoire, une lettre délicate ?

Il est temps de vous ressaisir. La faculté de bien rédiger peut s'acquérir et se développer rapidement au prix d'exercices méthodiques et bien conduits. Renseignez-vous dès aujourd'hui sur le cours de Rédaction de l'École A. B. C. qui a formé, depuis 1930, des milliers d'excellents rédacteurs de toutes catégories.

Demandez à A. B. C. (Rédaction 81), 12, rue Lincoln, Paris (VIII<sup>e</sup>), la brochure « L'Art d'Écrire » qui vous fournira une documentation complète sur l'attrait et l'efficacité de cette méthode. Vous verrez que vous ne le regretterez pas.

### AVIS IMPORTANT AUX MÉCANICIENS-AUTO



Pour connaître à fond toute l'automobile (tourisme, P. L., tracteurs, mécanique, électricité, réparations, organisation du garage), utilisez les services E. T. N. de documentation automobile et de perfectionnement professionnel.

En quelques mois, chez vous, sans déranger vos occupations, ils feront de vous un spécialiste hautement qualifié et « à la page ».

Vous qui voulez faire mieux et gagner davantage, demandez la notice illustrée gratuite G. 6 à l'E. T. N. « l'École Spéciale d'Automobile », 137, rue du Ranelagh, Paris (XVI<sup>e</sup>). A Bruxelles, 20, rue Charles-Martel. A Neuchâtel, Gorges 8.

### FUTURS COMPTABLES DU NOUVEAU POUR VOUS

Préparez les examens officiels d'État.

Crée spécialement pour ceux qui veulent apprendre vite (mais sans surmenage) la comptabilité, la sympathique méthode d'enseignement par correspondance Caténale permet, quel que soit le degré d'instruction que l'on possède, de gagner confortablement sa vie dans cette branche après quatre mois d'études faciles. Sans aucun engagement de votre part, demandez la documentation gratuite n° 2226. École Française de Comptabilité, 91, avenue République, Paris. La comptabilité est une profession de mieux en mieux payée. Profitez-en si vous le pouvez.

### UNE DOCUMENTATION DE TOUT PREMIER ORDRE

Sur simple demande, accompagnée de la somme de 15 francs en timbres, vous recevrez le catalogue général n° 12 de SCIENCES ET LOISIRS, la librairie technique la plus importante de toute la France. Ce catalogue de 80 pages (format 135 x 210) contient les sommaires de plus de 1 000 ouvrages sélectionnés parmi les meilleurs (technique, vulgarisation scientifique, utilité pratique).



Vous pourriez ainsi, sans recherches fastidieuses, et sans aucun dérangement, faire tranquillement votre choix chez vous, à tête reposée.

Quelle que soit la branche qui vous intéresse : Apiculture, Automobile, Aviation, Dessin, Électricité, Elevage, Jardinage, Mécanique, Modèles réduits, Médecine, Pêche et Chasse, Photographie, Radiesthésie, Radio et Télévision, Sciences occultes, Travaux d'amateurs, Sports, etc., vous n'aurez que l'embaras du choix.

Expéditions des commandes France et Colonies dans les délais les plus rapides.

Librairie SCIENCES ET LOISIRS, 17, avenue de la République, PARIS (XI<sup>e</sup>) (métro République).

### LES CARRIÈRES DE L'AUTOMOBILE À LA PORTÉE DE TOUS

L'enseignement par correspondance des COURS TECHNIQUES AUTOMOBILES permet chaque année à des milliers de jeunes gens de se créer une situation intéressante dans l'industrie et le commerce de l'automobile. Pourquoi ne feriez-vous pas comme eux ?

À la ville, à la campagne, dans l'armée, les spécialistes connaissant la technique des moteurs sont recherchés.

N'attendez pas pour suivre l'enseignement par correspondance des COURS TECHNIQUES AUTO.

Toutes les carrières de l'automobile : Motoriste, mécanicien - chauffeur, électricien-réparateur, employé ou magasinier de garage, vendeur représentant en automobiles, etc...

Préparation au service militaire dans l'armée motorisée.

Conduite, entretien et dépannage des tracteurs agricoles.

Autorails chemin de fer de France et des Colonies.

Mécanicien-dépanneur des P. T. T. COURS TECHNIQUES AUTO r. du D<sup>r</sup>-Cordier, St-Quentin (Aisne). Renseignements gratuits sur demande.



### L'AVIATION...

#### MÉTIER DE GRAND AVENIR

Vous qui êtes attirés par l'Aviation avez-vous pensé au développement immense que va prendre cette industrie ? Avez-vous pensé au grand nombre d'emplois qu'elle va réserver à tous les techniciens qui auront su acquérir le bagage de connaissances techniques indispensable ?

Si l'Aviation vous attire, sans quitter votre travail habituel et quelle que soit votre résidence, dites-vous bien que nos cours par correspondance vous permettront d'acquérir dans cette branche, combien moderne de l'activité actuelle, une situation enviée.

Nos cours, dirigés par un général, ancien chef de l'état-major de l'Armée de l'Air, offrent toutes garanties de réussite et vous permettront de devenir pilote-aviateur, radio navigant, chef électro-mécanicien d'aviation ou chef dessinateur en constructions aéronautiques.

Baptêmes de l'air gratuits sur les appareils de l'école.

Renseignements et documentation sur simple demande adressée à : L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE 9, avenue de Villars, Paris (VII<sup>e</sup>).

### SI LE DESSIN TECHNIQUE L'AUTOMOBILE LA MÉCANIQUE L'ÉLECTRICITÉ

vous intéressent, demandez à l'ÉCOLE CENTRALE DE MÉCANIQUE (Cours par correspondance)

8, avenue Léon-Heuzey, Paris (XVI<sup>e</sup>), son instructive notice-programme intitulée



adressée gracieusement sur demande.

ATTENTION : L'École offre gratuitement à tous ses élèves une boîte de compas et un matériel de dessinateur.



UNE TABLE A DESSIN  
CONFORT H. D.

est indispensable pour dessiner rationnellement chez soi ou au bureau, car elle réunit tous les avantages de la technique moderne. Elle est le fruit de nombreuses années d'expérience et par sa construction robuste, en matériaux choisis, elle affronte avantageusement toute comparaison.



Ses avantages. — Parfaitement stable. ÉQUILIBRAGE garanti en toute position par blocage d'un levier à came.

Bâti pliant perfectionné et très robuste, en bois, avec contrepoids camouflés, de très belle présentation.

Planche à trois épaisseurs, encadrée, munie d'une règle auto parallèle.

Coffret de grande capacité pour les accessoires de dessin.

Auget spécial, indépendant de la planche, permettant de poser crayon, gomme, compas, etc.

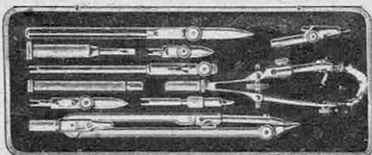
Encombrement réduit : 0,25 m une fois repliée, permettant une grande facilité de déplacement et de transport en voiture.

La table confort existe en 2 tailles :  
H. D. 10<sup>f</sup> 120 x 80 Prix : 8 600 frs.  
H. D. 12<sup>f</sup> 150 x 100 Prix : 11 600 frs.

Catalogue S. V. gratuit sur demande.  
H. DUPUIS, 129, faub. Saint-Martin, Paris (X<sup>e</sup>) (métro Gare de l'Est). Téléphone NORD 25-28.

UN COMPAS  
N'EST PAS UN JOUET

Votre travail dépend de sa précision. Seule une maison spécialisée vous assure choix et qualité.



H. DUPUIS, anciennement Ch. Darras.  
Maison fondée en 1799.  
129, faubourg Saint-Martin, Paris (X<sup>e</sup>).  
Tél. Nord 25-28 (métro gare Est).  
Envoi franco cat. S. V. à la demande.

TÉLÉPHONEZ  
LES MAINS LIBRES

MAINLIBRE se monte sur tous les téléphones et permet à volonté de tenir l'appareil d'une main ou d'avoir les deux mains libres. Sans interrompre votre conversation, vous consulterez vos dossiers et ne perdrez plus de temps.

MAINLIBRE réduira vos frais généraux. Envoi contre 295 francs ou contre remb. (plus 20 fr.) ou chez votre papetier ou électricien.

Notice sur demande.

MAINLIBRE Bte Post. 67-15, Paris. Ch. Post. 558276, Paris.

Représentants démonstrateurs demandés.

REFLEX, l'appareil à DESSINER le mieux combiné...



... Vous permet de TOUT COPIER, AGRANDIR, RÉDUIRE.

Notice franco  
C. A. FUCHS  
Constructeur  
THANN (Ht-Rhin)

NOUVEAUTÉ : LA RÈGLE  
A CALCUL EN PLEXIGLAS

insensible à l'humidité.



Tous les spécialistes apprécient les articles de dessin en PLEXIGLAS gravé pour leur fini, leur transparence et leur précision.

Cette matière noble convenait

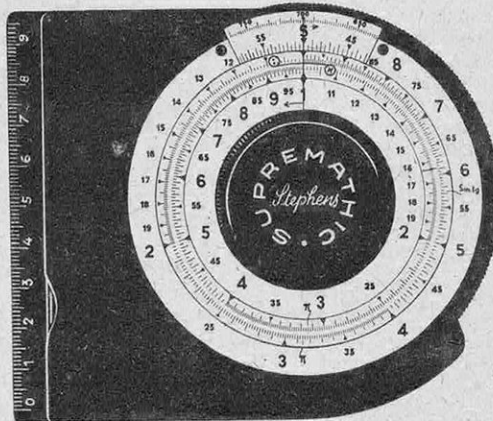
beaucoup mieux que le bois ou le métal à la confection de règles à calcul. Celle que nous présentons est une règle linéaire de 25 cm., système Rietz, en Plexiglas OPALE, très finement gravée. C'est une belle pièce de précision, présentée en étui avec notice d'emploi.

Recommandée aux ingénieurs, officiers, élèves de grandes écoles.

Prix franco : 1 350 fr.

ANIC MAYO, 64, avenue de Neuilly, Neuilly-sur-Seine, face métro Sablons. C. P. Paris 4621-13.

UNE RÈGLE A CALCUL CIRCULAIRE " SUPRÉMATHIC "



SUPRÉMATHIC n'a absolument rien de commun avec les disques à calcul connus à ce jour. Elle présente en effet des avantages tels sur ceux-ci qu'elle est la seule à prétendre remplacer la règle à calcul rectiligne de 27 cm. D'une conception toute nouvelle ; elle offre des avantages appréciables :  
— semi-automaticité et rapidité de calcul ;  
— lecture des résultats toujours à emplacements fixes ;  
— manipulation très simple, à la portée de tous.

Description. — SUPRÉMATHIC se compose de trois éléments principaux :  
1° Un bâti portant, à sa face avant, deux échelles logarithmiques inversées et un voyant gravé d'un repère fixe appelé BUT.

2° Une roue gravée sur les deux faces : échelle des logarithmes et échelle des nombres sur la face avant, échelle des sinus, des tangentes, des sinus tangentes petits angles, des carrés et cubes sur la face arrière.

3° Un curseur en plexiglas incolore portant le repère de calcul. Le curseur, tournant dans le sens des aiguilles d'une montre ; s'immobilise lorsque le repère de calcul arrive à la position BUT. Dans la rotation inverse, la butée s'efface. Caractéristique principale de fonctionnement. — La roue entraîne le curseur ; inversement, le curseur, commandé par son bouton, n'entraîne pas a roue.

SUPRÉMATHIC est construite en métal et plexiglass insensible aux variations hygrométriques. Son encombrement réduit permet de la mettre dans sa poche. Petit bijou de la mécanique de précision, SUPRÉMATHIC, présentée en écrin, est vendue chez tous les spécialistes d'articles de dessin. Prix : 2 500 francs.

Notice détaillée franco contre 6 fr en timbres. Établissements JORA, 38, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). C. P. Paris 1245-81.

C'est une fabrication Stephens.

## EN STOCK

(Tous ces prix s'entendent franco et baisse comprise, sous réserve d'augmentation des tarifs postaux.)

**MA MAISON.** Toute la construction et l'entretien de la maison mis à la portée de tous (matériaux, terrassements et fondations, planchers, parquets, portes et fenêtres, charpente, toiture et couverture, enduits, ouvrages en plâtre, conseils divers). Législation du bâtiment..... 230

**LE GUIDE MODERNE DU SAVOIR-ÉCRIRE ET DU SAVOIR-VIVRE.** Les convenances dans toutes les circonstances de la vie. Ed. 1947..... 185

**LA MUSIQUE DES ORIGINES A NOS JOURS.** Ouvrage publié sous la direction de N. Dufourcq, professeur d'histoire de la musique au Conservatoire national. Tableau général de la musique de tous les temps et de tous les pays. De la musique égyptienne aux compositeurs les plus modernes. Un magnifique volume contenant 16 fascicules de 32 pages, environ 800 gravures et de nombreuses planches dont 6 en couleurs. L'ouvrage relié « Editeur »..... 2 000  
L'ouvrage relié « Amateur »..... 3 450

**LA LECTURE AU SON DES SIGNAUX MORSE RENDUE FACILE.** La meilleure méthode pour apprendre le morse chez soi sans professeur..... 85

**TRAITÉ DE TÉLÉCOMMANDE DES MODÈLES RÉDUITS.** Généralités. Relais. Sélecteurs. Constructions et utilisations. Émetteurs et récepteurs de télécommande. 210

**TRAITÉ PRATIQUE D'AUTOMOBILE.** Toute la technique de l'automobile et de ses accessoires mise à la portée de tous. Important chapitre sur le dépannage..... 365

**LA FRANCE IMMORTELLE,** par L. Madelin, G. Duhamel, J. et J. Tharaud, F. Mauriac, E. Henriot, le prince de Broglie, etc. Merveilleux inventaire de l'immense contribution apportée par la France aux progrès de l'humanité. Tout ce que le monde doit savoir de son impérissable génie. Deux magnifiques volumes 28 x 22 sur papier de luxe. Plus de 800 pages, nombreuses illustrations, 12 planches hors-texte en couleurs. 2 volumes brochés..... 1 860  
Pages spécimens contre 10 fr. 2 volumes reliés..... 2 790

**LA RADIESTHÉSIE MODERNE.** Tout ce qu'il faut savoir sur la radiesthésie. Les instruments employés. Recherches et prospection à distance..... 275

**RADIO-FORMULAIRE.** Recueil de symboles, formules, normes, tableaux et renseignements divers réunis et commentés par M. DOURIAU. Une documentation substantielle qui aidera étudiants et praticiens à résoudre tous les problèmes de radioélectricité..... 170

**ÉMETTEURS DE PETITE PUISSANCE SUR ONDES COURTES,** d'Ed. Cliequet (F8ZD). Tome I: Théorie élémentaire et montages pratiques. Les circuits oscillants, les lampes, les montages auto-oscillateurs et oscillateurs à quartz. Les étages doubleurs de fréquence et les étages intermédiaires. Les étages amplificateurs haute fréquence de puissance. 300 pages, 225 schémas. Édition 1947..... 350

**MATHÉMATIQUES SIMPLIFIÉES POUR ABORDER L'ÉTUDE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA RADIO.** Toutes les notions élémentaires d'arithmétique, d'algèbre et de trigonométrie que doivent s'assimiler tous ceux qui veulent entreprendre avec succès l'étude de l'électricité et de la radio..... 190

**LES MAQUETTES ET LEUR CONSTRUCTION.** Construction de modèles réduits, de planeurs, avions, bateaux anciens et modernes et chemins de fer. Télécommande et auto-commande. 224 pages..... 230

**CERCLE A CALCUL.** Toutes les opérations des règles à calculs, mais avec une bien plus grande précision (logarithmes à 5 décimales). Avec mode d'emploi..... 1 800 (Notice contre 5 fr.).

Expéditions immédiates contre mandat.

### SCIENCES & LOISIRS

17, av. de la République, PARIS-XI<sup>e</sup>

C. C. P. PARIS 3793.13

## Devenez JOURNALISTE !

Voulez-vous être REPORTER, RÉDACTEUR  
— ou CORRESPONDANT DE PRESSE —  
sportif, théâtral, cinéma, criminel, voyages ?

*Cette profession libérale vous sera accessible après avoir suivi les cours de*

## L'ÉCOLE TECHNIQUE DE REPORTAGE

8, boulevard Michelet  
TOULOUSE

Enseignement par correspondance sans quitter vos occupations habituelles.

Documentation envoyée contre 10 francs de timbres.

APPRENEZ

## L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE

*sans connaître les mathématiques!*



**T**OUS les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères sont étudiés dans le cours pratique d'électricité sans nécessiter aucune connaissance mathématique spéciale. Chacune des manifestations de l'électricité est expliquée à l'aide de comparaisons avec des phénomènes connus. En dix mois vous serez à même de résoudre tous les problèmes pratiques de l'électricité industrielle. Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, radio-électriciens, mécaniciens, vendeurs de matériel électrique et à tous ceux qui sans aucune étude préalable désirent connaître réellement l'électricité, tout en ne consacrant à ce travail que quelques heures par semaine.

Demandez la documentation en envoyant ou en recopiant le bon ci-dessous. — Joindre 6 frs en timbres.

**BON** 15 F

**COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ**

222, Bd. Péreire - Paris 17<sup>e</sup>





*Un poste de radio gratuit*

Comme avant la guerre...  
**L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE**  
 fournit gratuitement, à tous ses élèves, le matériel nécessaire à la construction  
 d'un superhétérodyne moderne avec LAMPES et HAUT-PARLEUR.  
 Ainsi les **COURS TECHNIQUES** par correspondance  
 seront complétés par des **TRAVAUX PRATIQUES**  
 Vous-même, dirigé par votre Professeur Géo MOUSSERON,  
 construirez un poste de T. S. F.  
**CE POSTE, TERMINÉ, RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ**  
 ENSEIGNEMENT SUR PLACE ET PAR CORRESPONDANCE — Sur simple demande, vous recevrez  
 gratuitement tous renseignements utiles, ainsi que notre documentation affranchis philatéliquement.

**ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE**  
**9, AVENUE DE VILLARS, PARIS (VII<sup>E</sup>)**

**UNE LANGUE ÉTRANGÈRE** LA MÉTHODE LA PLUS RENOMMÉE POUR L'ENSEIGNEMENT DES LANGUES PAR DISQUES

*Rapidement, Facilement,*  
 par **LINGUAPHONE**  
**OUI** Progrès rapides  
 Accent parfait  
 Vocabulaire étendu

LINGUAPHONE ENSEIGNE  
 21 LANGUES  
*disponibles immédiatement*  
**ANGLAIS, ESPAGNOL,**  
**ALLEMAND, RUSSE,**  
**ITALIEN, PORTUGAIS,**  
**SUÉDOIS, HOLLANDAIS**  
**FRANÇAIS (pour les étrangers)**



N'aimeriez-vous pas parler l'anglais correctement ou toute autre langue de votre choix ?  
 ● C'est si facile avec Linguaphone  
 Méthode simple, logique et scientifique.  
 ● La Méthode Linguaphone est étonnante  
 D'un jour à l'autre vous faites des progrès et vous découvrez rapidement que vous parlez avec un accent impeccable et que vous comprenez tout ce qui se dit autour de vous.  
 ● Il n'est jamais trop tard  
 que vous ayez moins de 30 ans ou plus de 40 ans, si vous n'avez jamais essayé de parler une langue étrangère auparavant, Linguaphone est un raccourci qui vous permettra de posséder à fond n'importe quelle langue étrangère.



La brochure très complète sur cette étonnante méthode sera envoyée gratuitement à tous ceux qui renverront le coupon ci-contre

**LINGUAPHONE**  
 12, Rue Lincoln, PARIS (8<sup>e</sup>)  
 Veuillez m'adresser la brochure décrite ci-contre sans engagement de ma part.  
 Nom .....  
 Adresse .....  
 (Dépt. B. 87)

# Si Vous aimez le Dessin et la Peinture lisez cette lettre →



MEJ. TREMBLEY  
Dessinateur et Peintre.  
Elève de l'École Inter-  
nationale, et auteur de  
la lettre ci-contre.

UNE TELLE LETTRE  
SE PASSE DE COMMEN-  
TAIRES. SACHEZ SEU-  
LEMENT QUE L'ÉCOLE  
INTERNATIONALE  
EN REÇOIT CHAQUE  
JOUR DE SEMBLA-  
BLES.

Paris, le 17 Avril 1947.  
Je suis très touché du  
succès qu'obtient l'expo-  
sition que vous venez d'or-  
ganiser et suis heureux du  
résultat: les quatre aquarelles que vous m'a-  
vez vendues vont me permettre d'aller en va-  
cances. J'ai eu quelques échos de cette ex-  
position par un journaliste qui est venu me  
rendre visite. Il semblait enchanté. Je le  
suis aussi! . . . . .

## ★ Renseignez-vous

L'École Internationale de Dessin et de Peinture  
vous offre un magnifique album en couleurs,  
sans engagement de votre part. Il vous documentera sur nos  
élèves et les résultats étonnants qu'ils obtiennent. Vous y  
apprendrez comment il vous est désormais facile d'apprendre  
à peu de frais, chez vous, en vous amusant, un art passionnant qui fera de vous  
"quelqu'un" dans l'échelle sociale. Réclamez immédiatement cet album, auquel vous  
avez droit: inscrivez clairement vos nom et adresse; joignez 20 frs à votre lettre  
pour frais, et adressez à l'UNE des deux adresses de l'E.I. à votre choix.

### L'ÉCOLE INTERNATIONALE

11, av. de Grande-Bretagne  
Principauté de MONACO

(Service S v 81)

49 bis, avenue Hoche  
PARIS (8<sup>e</sup>)



TRÈS VIVANT CROQUIS DE M. R.  
ENQUÉ REÇUTE DES LE PROURS

## SOYEZ UN *vrai* TECHNICIEN!



### MAIS JOIGNEZ LA PRATIQUE A LA THÉORIE

en construisant vous-même  
grâce à nos cours par corres-  
pondance le récepteur complet  
qui restera votre propriété.

Demandez aujourd'hui notre  
LUXUEUSE BROCHURE CONTRE 10 frs

**INSTITUT ELECTRO-RADIO**  
6, RUE DE TÉHÉRAN, PARIS (8<sup>e</sup>)



*aucun obstacle n'est insurmontable*

# TANK-400

Le stylo à grande contenance  
garanti pour l'existence.



## Le stylo de l'homme d'affaires

Ecrire sans arrêt notes et rapports,  
signer, à la plume et à l'encre, voilà  
ce que permet

### LE TANK-400

dont le corps, formant cartouche inter-  
changeable à niveau d'encre entièrement  
visible, contient

**400 GOUTTES**

la capacité de 10 stylos

Ce stylo moderne et chic, outil de travail  
sérieux sera votre prochain stylo.



Le TANK 400 en écriin de  
luxe avec ses quatre  
cartouches de rechange  
remplies d'encre  
BLEU RADIO ou BLEU NOIR  
*Stephens'*  
extra fluide

**GARANTIE A VIE** - Où que vous  
soyez si le TANK 400 ne vous donne  
pas satisfaction entière, présentez  
votre bon de garantie au papetier  
de la ville; il vous sera échangé  
immédiatement et sans frais

#### DESCRIPTION

- 1 le **CAPUCHON** avec son clip de sûreté, véritable pièce de mécanique de précision.
- 2 la **CARTOUCHE** interchangeable formant le corps du stylo à niveau d'encre visible.
- 3 la **SECTION PLUME**, qui avec ses perfectionnements, constitue l'âme du stylo le plus moderne.

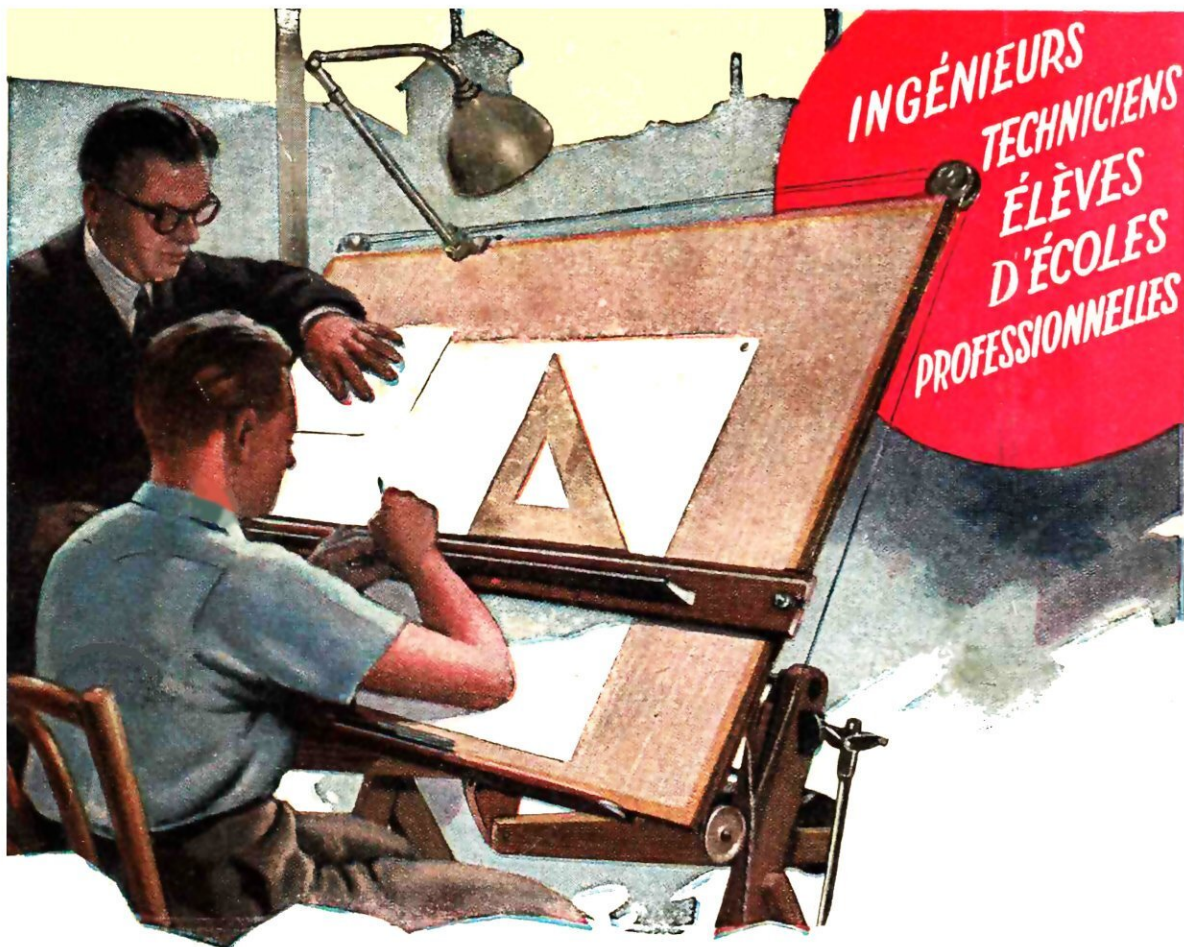
Autres avantages

Entièrement en PLEXIGLAS, donc INCASSABLE. Clip, joints et plume en métal doré à l'or fin. INALTERABLES

# E<sup>TS</sup> Pierre BAIGNOL & C<sup>O</sup>

USINES & BUREAUX : 19, rue de SARTORIS

LA GARENNE-COLOMBES (SEINE)



# POUR TOUS CEUX QUI DESSINENT...

La table à dessiner **UNIC-STUDIO** rend le travail facile et agréable.

La souplesse de fonctionnement de notre nouveau modèle à commande par pédale est incomparable. Se pliant rigoureusement aux désirs du dessinateur, elle lui permet d'effectuer son travail sans la moindre contrainte du corps et avec une plus grande rapidité d'exécution.

Véritable meuble d'appartement, la table à dessiner **UNIC-STUDIO** équipée de sa règle auto-parallèle se replie intégralement en quelques secondes.

Des milliers de références dans le monde entier

La table **UNIC-STUDIO** l'auxiliaire indispensable avec lequel...

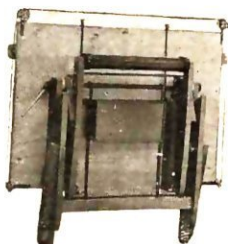


TABLE STUDIO repliée.

**V**OUS TRAVAILLerez MIEUX  
**O**US TRAVAILLerez PLUS VITE  
**O**US TRAVAILLerez D'AVANTAGE

Tarif sur demande.

## LES TABLES A DESSINER **UNIC**

**TOUS MODELES TOUS PRIX**

TABLES A DESSINER UNIC . 108, B<sup>e</sup> RICHARD-LENOIR PARIS XI<sup>e</sup> (Métro Oberkampf)

TELEPHONE : ROUQUETTE 68-47 (LIGNES GROUPEES)

Supplément au n° 364 (janvier 1948) de SCIENCE ET VIE

# SCIENCE ET VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES  
ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

---

TOME LXXII  
JUILLET A DÉCEMBRE 1947 (Nos 358 A 363)

---

*5, rue de La Baume, PARIS (VIII<sup>e</sup>)*



# SCIENCE ET VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

TOME LXXII : JUILLET A DÉCEMBRE 1947 (N° 358 A 363)

## TABLE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	N°	Pages		N°	Pages
<b>A</b>					
<i>Abelson (P.-H.)</i> .....	361	175	Automobile (La technique au Salon de l') de Paris 1947, par J. ROUSSEAU ..	363	291
Abrasifs.....	362	242	<b>AUTOMOBILES :</b>		
Accélération (Mesure des) par tube à vide. — A. C. ....	359	100	Andreu .....	361	203
A Côté de la Science, p. V. RUBOR .....	358	47	Angeli 1935 .....	361	203
d° .....	359	100	Austin Devon (Limousine). 1947 .....	363	295
d° .....	360	154	Boitel (Motocar). 1947 .....	363	293
d° .....	361	207	Caproni Cema F-11 (Châssis-caisson). 1947 .....	363	298
d° .....	362	259	Caproni Cema F-11 (Suspension arrière). 1947 .....	363	298
d° .....	363	320	Cema F-11 (Châssis-caisson Caproni). 1947 .....	363	298
Aérodromes (Éclairage des). — A. C. ...	362	259	Cisitalia D-46. — Course .....	361	200
Aérodynamique de l'automobile (L') est-elle capable de progrès ? par Jean BONNET .....	361	197	Cisitalia Grand Sport (Coach). 1947... ..	363	299
Age de l'Univers (Quel est), par J. GAUZIT .....	363	312	Cisitalia « Mille Miglia ». .....	361	204
Agglutinines et agglutinogènes du sang. ....	358	16	Dolo (Coach). 1947 .....	363	292
Alle d'avion (Formules de la portance et de la traînée d'une) .....	358	26	Grégoire. — Aluminium français .....	361	205
Algues marines (Utilisation industrielle des). — E. ....	361	188	Grégoire (Limousine). 1947 .....	363	293
Allègement du véhicule industriel. ....	359	63	Isotta Fraschini (Coach). 1947 .....	363	297
Aluminium (Oxydation anodique de l').. ..	362	250	Minor (Tableau de bord de la voiture). 1947 .....	363	300
Américium (L') .....	361	180	Monterosa 8C 1947 .....	363	297
Andreu .....	361	203	Raitlon-Mobil-Special de John Cobb. — Records .....	361	201
Andreas .....	363	326	Auxines .....	360	135
Angéli .....	361	203	Avery. — Antigènes .....	358	24
Antenne de 150 m de la B. B. C. ....	363	266	Aveugles (Les) peuvent lire les caractères normaux, par André BELLEIX ..	359	81
Antibiotiques (Nouvelle source d'). — A. C. ....	360	156	Avion à rotors orientables. — A. C. ....	359	102
Antigènes synthétiques (Des vaccins bactériens aux), par Jean FRANCIS ..	358	24	Avion cargo sur skis .....	360	134
Antirouille (Revêtement) en caoutchouc chloré. — A. C. ....	361	209	Avion-cible (Le « Mosquito »). — A. C. ....	360	156
Aptheuse (La fièvre) est vaincue, par J. ENGELHARD .....	358	37	Avions américains à réaction, par Y. MARCHAND .....	361	162
Appleton (Edward) .....	359	104	Avions français à réaction (Moteurs et), par Y. MARCHAND .....	359	55
Araporteurs. — A. C. ....	358	50	Avions porte-vedettes blindées .....	362	237
Arctique (Curiosités de l'). — A. C. ....	362	259	<b>AVIONS :</b>		
Arnold (Général) .....	361	163	Ariès .....	360	122
Attelage Willeme .....	359	73	Boulton Paul « Défiant » de 1940. — Chasse .....	361	196
Attraction foraine (Superfortress). — A. C. ....	359	102	Consolidated-Vultee XB-46. — Bombardement .....	361	171
Autobus, autocars, camions, par Jean BONNET .....	359	63	Consolidated-Vultee XP-81. — Chasse .....	361	169
Autocars, autobus, camions, par Jean BONNET .....	359	63	Constellation (Lockheed L-49) .....	359	106
Austénite .....	363	323	Douglas D-558 « Skystreak » .....	359	80
Automobile (L'aérodynamique de l') est-elle capable de progrès ? par Jean BONNET .....	361	197	Gloster Meteor avec expulsion du pilote pour le saut en parachute ..	359	79
			Gloster « Meteor ». — Chasse .....	361	190
			Havilland « Mosquito » Mark 39 .....	360	156
			Languedoc 161 portant l'avion Leduc 010 .....	359	54
			— .....	359	62







	N <sup>o</sup>	Pages		N <sup>o</sup>	Pages
<b>L</b>					
Labyrinthes pour le dressage d'animaux au laboratoire .....	363	287	Hendy (Northrop) .....	361	168
Lagier .....	363	325	Hors-bord Evinrunde « Sportsman » ..	360	146
Lamarck .....	359	89	Jumo 004 (Junkers) .....	359	56
Lampe-clé de radio .....	363	271	Junkers Jumo 004 .....	359	56
Lampes de radio miniatures et sub-miniatures .....	363	271	Monterosa 8C 1947 .....	363	297
Land (E.-H.) — Photo-minute .....	358	45	Nene (Rolls-Royce) .....	359	57
Landsteiner. — Groupes sanguins .....	358	15	Northrop « Hendy » .....	361	168
Lapicque .....	362	225	Rateau-Anxionnaz S. R. A.-1 .....	359	58
Lashley .....	363	289	Reaction Motors, fusée 6000 C-4 .....	361	172
Lecteur électronique pour aveugles .....	359	82	Rolls-Royce « Nene » .....	359	57
Le Page (Rotors orientables) .....	359	102	Turbine à gaz Boeing .....	361	167
Levine. — Facteur Rhesus .....	358	21	Turbopropulseur General Electric TG-100 .....	361	167
Libessart (Éclateur) .....	358	34	Turboréacteur General Electric I-16 (J-31) .....	361	164
Lignières .....	360	160	Turboréacteur General Electric I-40 (J-33) .....	361	164
Livres (Distribution automatique de). — A. C. ....	359	107	Turboréacteur General Electric TG-180 .....	361	166
Locomotive électrique américaine géante. — A. C. ....	363	320	Turboréacteur Westinghouse 19-B ..	361	166
Locomotives « Pacific » transformées. — A. C. ....	360	158	Westinghouse 19-B (Turboréacteur) ..	361	166
Locomotives pour fortes rampes. — A. C. ....	358	49	Yankee 19-B (Turboréacteur Westinghouse) .....	361	166
Lois du hasard et problèmes de la vision, par Ernest BAUMGARDT .....	360	128	Muller .....	359	95
Lune (Émetteur). — A. C. ....	359	100	Mutations .....	359	93
Lymphe (Circulation de la) .....	361	182	Mutationnisme .....	359	89
<b>M</b>					
Mac Dougal .....	359	91	Nahmias .....	363	319
Mach (Nombre de) .....	358	25	Naismith (R.) .....	359	104
Magiot .....	363	304	Navire de charge (Évolution technique du paquebot et du) par Henri LE MASSON .....	358	3
Mains libres au téléphone. — A. C. ....	363	326	NAVIRES DE COMMERCE :		
Maquettes volantes (Essais de) aux vitesses supersoniques .....	358	36	Barfleur — Cargo fruitier .....	358	9
Mariages dangereux (Facteur Rhesus et) .....	358	23	Belpamela — Cargo .....	358	5
Marine marchande (Évolution technique de la), par Henri LE MASSON ..	358	3	Chang Kiang — Train-ferry .....	362	217
Martensite .....	363	323	Dolorès de Urquiza — Train-ferry ...	362	219
Martin-Baker (Siège éjectable) pour sauter en parachute .....	359	77	El Djezair — Paquebot .....	358	9
Matelas (Machine à essayer les). — A. C. ....	359	105	Empire Baltic — Transport de matériel ferroviaire .....	362	222
McMillan (E. M.) .....	361	175	Ferdinand Gorges — Ferry-boat ...	362	216
Meitner .....	361	175	Fyn — Ferry-boat .....	362	214
Mendel (Gregor). — Hérité .....	358	19	Konung « Gustav — V. Ferry-boat...	362	218
Mendelevjev .....	361	173	La Hague — Cargo .....	358	10
Mesure des accélérations par tube à vide. — A. C. ....	359	100	Liberty Ship .....	358	4
Météorite .....	363	313	Lieutenant-de-vaisseau-Le Meur — Cargo .....	358	10
Météorites (Radar et). — A. C. ....	359	104	Londres — Paquebot (France) .....	358	9
Microbalances .....	361	176	Malmohus — Train-ferry .....	362	219
Microchimie du Plutonium .....	361	177	Mauretania — Paquebot .....	358	11
Microrespiromètres .....	362	228	Palmyre — Pétrolier .....	358	11
Migraines et vitamines. — A. C. ....	360	159	Pasteur — Paquebot .....	358	8
Modulation de fréquence (Récepteurs à) Mohr .....	362	241	Queen-Elisabeth — Paquebot .....	358	7
Mortier « G ». — A. C. ....	358	52	Sahel — Cargo pinardier .....	358	11
Mosquito avion-cible. — A. C. ....	360	156	S. N. C. F.-1 — Cargo charbonnier ...	358	10
Moteur auxiliaire pour bicyclette : Cyclax. — A. C. ....	362	262	Twickenham-Ferry — Ferry-boat ...	362	219
Moteurs électriques miniatures. — A. C. ....	360	157	NAVIRES DE GUERRE :		
Moteurs et avions français à réaction, par Y. MARCHAND .....	359	55	Missouri — Cuirassé (États-Unis) ...	362	233
<b>MOTEURS :</b>					
Boeing (Turbine à gaz) .....	361	167	Vedette blindée de 150 t. ....	362	236
Claveau 1947 .....	363	294	Vedette blindée monoplace .....	362	235
Électrotor .....	360	157	Neige carbonique et pluie artificielle, par Jean FRANCIS .....	362	256
Fusée 6 000 C-4 Reaction Motors .....	361	172	Neptunium (Le) .....	361	175
General Electric I-16 (J-31). Turbo-réacteur .....	361	164	Nerveuse (Énergie), par Paul CHAUCHARD .....	362	224
General Electric I-40 (J-33). Turbo-réacteur .....	361	164	Neutrino. — E. ....	363	319
General Electric TG-100. (Turbo-propulseur) .....	361	167	<b>O</b>		
General Electric TG-180 .....	361	166	Objectifs : Fluoruration des), par P. SELME .....	359	83
Havilland « Goblin II » .....	360	152	Œil (Constitution et cellules de l') .....	360	129
			Oiseaux (Pare-brise à l'épreuve des). — A. C. ....	359	100
			Ondes de choc .....	358	25
			Optophone .....	359	81
			Ossature du Palais des Soviets. — A. C. ....	358	50
			Osten (Van) .....	363	286
			Oxydation anodique de l'aluminium ...	362	250

	N <sup>os</sup>	Pages
<b>P</b>		
Palais des Soviets (Ossature du). — A. C. ....	358	50
Paquebot (Évolution technique du) et du navire de charge, par Henri LE MASSON .....	358	3
Paquets (Ficelage rapide des). — A. C. ....	362	264
Parachute à voilure tournante. — A. C. ....	360	159
Parachute (Saut en) aux grandes vitesses, par Jean CASTELLAN.....	359	74
Paquebot et navire de charge (Évolution technique du), par Henri LE MASSON .....	358	3
Parasites des coques de navires. — A. C. ....	361	212
Pare-brise à l'épreuve... des oiseaux. — A. C. ....	359	100
Parthénocarpie .....	360	141
Pavlov .....	359	91
Peintures à base de suint de laine. — A. C. ....	361	208
Péligot .....	363	280
Photographie-minute, par L.-P. CLERC..	358	45
Phototropisme végétal .....	360	135
Pictet .....	359	91
Pleuvoir (Peut-on faire), par Jean FRANCIS .....	362	256
Plexiglas (Dôme géant en). — A. C. ....	362	261
Pluie artificielle (La), par Jean FRANCIS.	362	256
Pluie (Comment se forme la).....	362	256
Plutonium (Le).....	361	175
Pôles (Expéditions aux), par Ch. MAURAIN.....	360	118
Pôles (La France aux), par Paul-Émile VICTOR .....	360	125
Poli (Du) au « superfini », par J. SEIGLE.	362	241
Pollissage électrolytique .....	362	249
Polyploïdie .....	359	95
Pont routier suspendu sur la Severn (Études de maquettes d'un). — E. ....	362	255
Pool interallié pour la marine .....	358	3
Positex ou caoutchouc « positif ». — A. C. ....	361	210
Postes de radio miniatures, par Jean CASTELLAN.....	361	206
<b>R</b>		
Radar et météorites. — A. C. ....	359	104
Radiations nocives (Contrôle des). — A. C. ....	363	324
Radio après la guerre (État de la) ....	363	267
Radiodiffusion (Tendances actuelles de la), par P. HÉMARQUINER .....	363	267
Radio miniatures (Postes de), par Jean CASTELLAN.....	361	206
Radiorécepteurs-batteries, universels et pour automobiles .....	363	277
Radiorécepteurs miniatures et sub-miniatures.....	363	272
Rage (Le figuier et la). — A. C. ....	362	260
Réaction (Avions américains à), par Y. MARCHAND.....	361	162
Réaction (Moteurs et avions français à), par Y. MARCHAND .....	359	55
Réactions nucléaires des corps transuraniens.....	361	180
Record d'altitude des ballons-sondes. — A. C. ....	363	326
Record de la technique de la coulée de l'acier, par Jacques BRÉDAT .....	363	309
Réflexions parasites (Instruments d'optique sans), par P. SELME .....	359	83
Remlinger.....	362	260
Repas congelés. — A. C. ....	358	50
Réservoir en forme de balle de golf. — A. C. ....	363	321
Respiromètres (Micro-) .....	362	228
Rétine (Cellules de la) .....	360	129
Revêtement antirouille en caoutchouc chloré. — A. C. ....	361	209
Reynolds (Nombre de) .....	358	30

	N <sup>os</sup>	Pages
Rhesus (Groupes sanguins et facteur), par Andrée TÉTRY .....	358	15
Rinlard. — Fièvre aphteuse .....	358	40
Rockwell (Dureté).....	363	323
Rosebury (Théodore) .....	361	211
Roskim (G.) .....	360	159
Rotors orientables (Avion à). — A. C. ....	359	102
Rott (A.). — Photographie.....	358	45
Rouille (Revêtement anti-) en caoutchouc chloré. — A. C. ....	361	209
Rousseau-Decelle.....	363	308
Ruedemann (A.-D.).....	358	48
Rutherford .....	361	173

**S**

Salon de l'Automobile de Paris 1947 (La technique au), par Jacques ROUSSEAU	363	291
Salvioni .....	361	176
Sang (Circulation du) .....	361	182
Sang (Transfusion du) et facteur Rhesus, par Andrée TÉTRY .....	358	15
Saut en parachute aux grandes vitesses, par Jean CASTELLAN .....	359	74
Schneirla .....	363	287
Schüßler .....	359	91
Sea-train .....	362	221
Seaborg.....	361	173
Séguin (Stroborama) .....	358	34
Sens cinesthésique .....	363	288
Serpents (Secrets des charmeurs de). — A. C. ....	361	208
Sextant périscopique. — A. C. ....	361	209
Somations .....	359	90
Souffleries supersoniques, par Y. MARCHAND .....	358	25
Soula .....	361	184
Soute à bagages amovible pour avions. — A. C. ....	359	106
Spectrographe de masse .....	363	312
Speedpack (Soute à bagages amovible) pour avions. — A. C. ....	359	106
Sternutatoires (Guerre des). — A. C. ....	362	259
Strassmann .....	361	175
Streptomycine. — A. C. ....	358	47
Striomètre de Tœpfler .....	358	33
Stylo automatique Pointo. — A. C. ....	362	263
Suint de laine (Peintures à base de). — A. C. ....	361	208
Superfini (Du poli au), par J. SEIGLE....	362	241
Superfortress, attraction foraine. — A. C. ....	359	102
Suspension de wagons sur coussins d'air. — E. ....	359	99

**T**

Table à ficeler les paquets. — A. C. ....	362	264
Télévision à l'usine. — A. C. ....	359	101
Tellier .....	363	301
Terre (Âge de la) .....	363	312
Térylène (Le) .....	359	103
Textile (Nouvelle fibre) synthétique : le térylène. — A. C. ....	359	103
Thomas (Photoélectrographe) .....	359	81
Tir à grande distance dans le combat aérien, par Camille ROUGERON .....	361	189
Tœpfler (Striomètre de).....	358	33
Tonneau de jauge.....	358	5
Torpille à influence .....	362	232
Tour d'essais pour hélicoptères. — A. C. ....	360	154
Toussaint (Cuve de) .....	361	198
Traction électrique (Nouveau mode de). Electrogyro, par Gilbert BLOCH.....	362	252
Train-ferry.....	362	216
Transformisme .....	359	89
Transfusion du sang et facteur Rhesus, par Andrée TÉTRY .....	358	15
Transport (L'hélicoptère, moyen de), par Pierre LEFORT.....	360	111
Transuraniens, par M.-E. NAEHMIS .....	361	173

	N <sup>os</sup>	Pages		N <sup>os</sup>	Pages
Travail cérébral (Le).....	362	228	Vitamines (Migraines et). — A. C. ....	30	159
Trempe superficielle par induction. — A. C. ....	363	921	Vitesses supersoniques (Souffleries pour essais aux), par Y. MARCHAND.....	358	25
Tsitsine (Nicolas) .....	360	154	Voilure tournante (Parachute à). — A. C. ....	360	159
Tube à vide (Mesure des accélérations par). — A. C. ....	359	100	Voilures tournantes orientables. — A. C. ....	359	102
Turbine à gaz Sulzer (Schéma d'une)....	358	12	Volkonsky .....	359	92
Turbine marine à vapeur Parsons .....	358	2	Vries (Hugo de) .....	359	93
<b>U</b>					
Univers (Quel est l'âge de l'), par J. GAUZIT .....	363	312	Wagons suspendus sur des coussins d'air — E. ....	359	99
Uranium (Au delà de l'), par M.-E. NAHMIAS .....	361	173	Wahl (A.-C.).....	361	175
Uranium (L'), matière première de l'industrie atomique, par Maurice-E. NAHMIAS .....	363	279	Waldmann. — Fièvre aphteuse .....	358	40
<b>V</b>					
Vaccin contre fièvre aphteuse. — A. C.	360	160	Waldmann .....	360	160
Vaccins bactériens (Des) aux antigènes synthétiques, par Jean FRANCIS.....	358	24	Warburg.....	362	228
Vallée. — Fièvre aphteuse .....	358	40	Warden.....	363	288
Varechs (Utilisation industrielle des). — E. ....	361	188	Warner .....	363	288
Varwolax.....	361	209	Weasel M-29 .....	360	127
Vedette blindée de 150 t.....	362	236	Werner .....	361	176
Vedette blindée monoplace.....	362	235	Weismann .....	359	89
Véhicule industriel (Le développement du), par Jean BONNET .....	359	63	Wiener. — Groupes sanguins .....	358	17
Verres phosphoriques. — A. C. ....	360	158	Wollan.....	363	319
Vibrotron (Le). — A. C. ....	359	107	<b>Y</b>		
Vision (Lois du hasard et problèmes de la), par Ernest BAUMGARDT .....	360	128	Yeux artificiels mobiles. — A. C. ....	358	48
<b>Z</b>					
			Zilberg (L.-A.).....	360	156
			Zworykin (Lecture des aveugles) .....	359	81