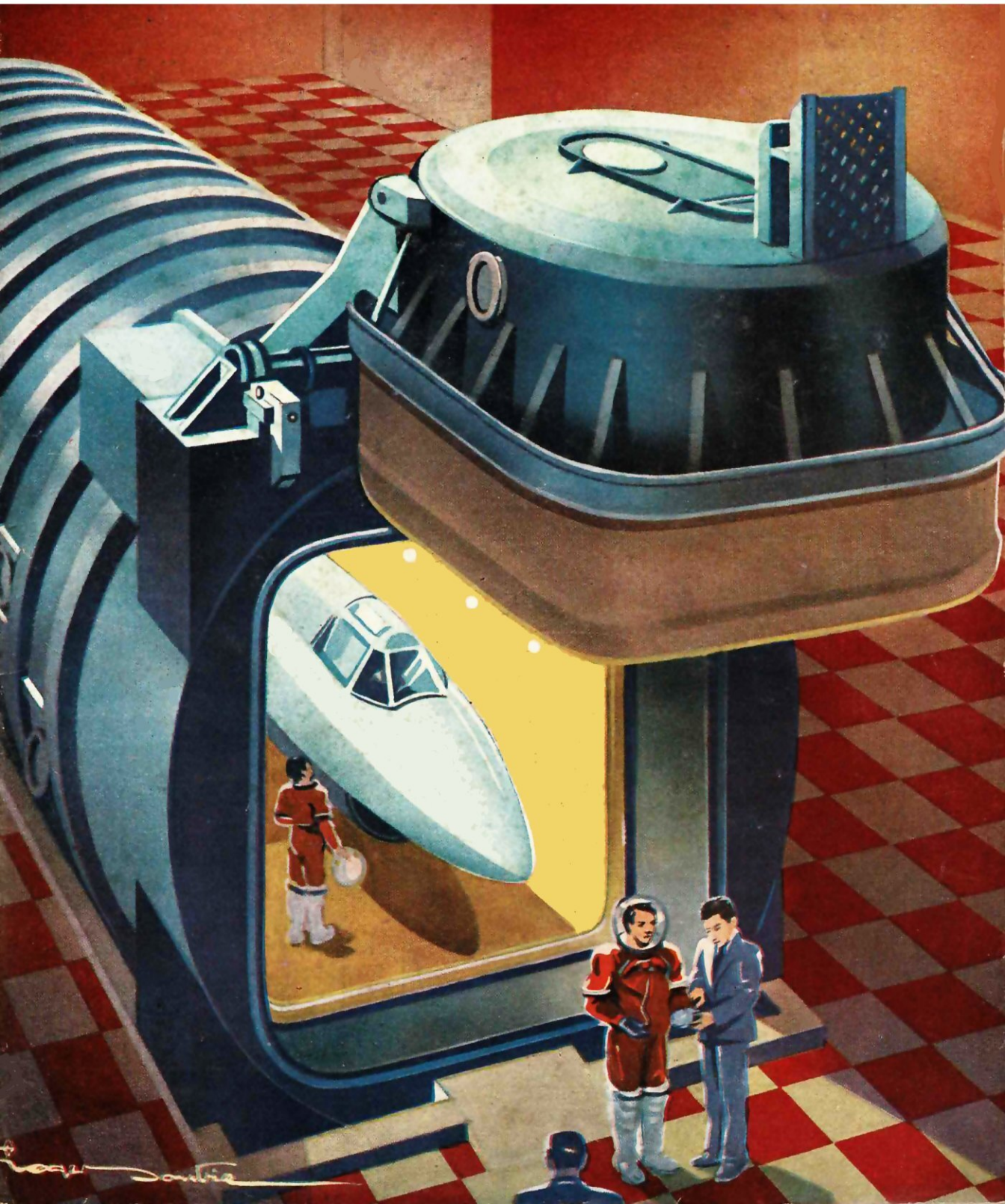


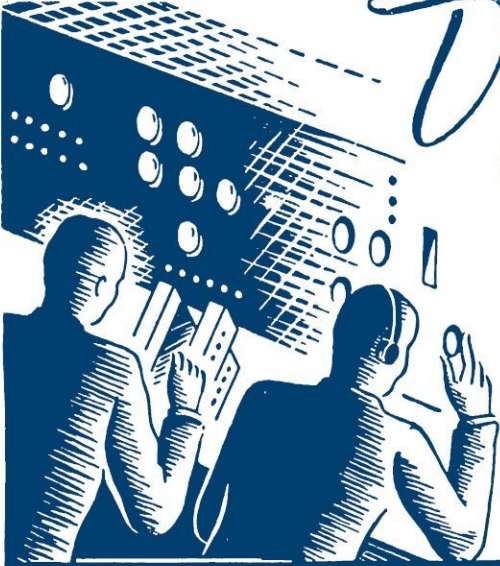
# SCIENCE ET VIE

AVRIL 1947

N° 355

28 Fr. 50





# Devenez un spécialiste

compétent en quelques mois grâce à nos méthodes personnelles d'Enseignement.  
Jeunes gens, jeunes filles, même à temps perdu, vous pouvez vous créer une situation enviée.

Préparez votre avenir  
Ecrivez-nous dès aujourd'hui



Demandez le Guide des Carrières gratuit

## ECOLE CENTRALE DE TSF

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

### "UN CRAYON, DU PAPIER..."

sont mes meilleurs compagnons depuis que j'apprends **LE DESSIN**

écrivent à Marc Saurel de nombreux élèves. Vous embellirez, vous aussi, votre existence en apprenant à dessiner, facilement, chez vous,

**PAR CORRESPONDANCE.**



croquis d'élève

● "Le Dessin Facile", inventé par Marc Saurel qui a su conquérir et garder depuis 35 ans l'estime et la confiance de milliers d'élèves, ne vous demandera que quelques heures par semaine. Guidé par un tel maître, vous serez surpris de vos rapides progrès. Du reste, demandez à un ancien élève de Marc Saurel ce qu'il pense de son enseignement.

#### BON

★ Découpez et envoyez-nous ce bon avec 12 frs en timbres. Vous recevrez cette brochure illustrée SV 96 qui sera pour vous une véritable initiation à l'art du dessin



**LE DESSIN FACILE**  
11, RUE KEPPLER, PARIS-16<sup>e</sup>

UN DE CES COURS VOUS INTERESSE

- LE DESSIN FACILE
  - LA PEINTURE FACILE
  - LE DESSIN DE MODÈ
  - LE DESSIN D'ILLUSTRATION
  - LE DESSIN DE PUBLICITÉ
  - LE DESSIN ANIMÉ
  - LE DESSIN DE LETTRES
  - LE DESSIN INDUSTRIEL
- ou un cours pour enfants de 6 à 12 ans
- "JE DESSINE"

### LE DESSIN INDUSTRIEL MÉTIER D'AVENIR

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le **DESSIN INDUSTRIEL** par les célèbres méthodes de l'Ecole du "Dessin Facile". Outre les principes du dessin industriel l'enseignement comporte les applications à la mécanique, architecture, topographie, chemin 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 97. (Section dessin industriel) 11 rue Keppler, Paris-16<sup>e</sup> (Joindre 12 frs en timbres)



LE REMPLISSAGE TOTAL  
EST DEVENU UN JEU,  
GRÂCE AUX BREVETS  
DES USINES FRANÇAISES  
**STYLOMINE**  
POMPAGE IDÉAL VISIBLE  
POUR REMPLIR TOTALEMENT  
6 PRESSIONS SUFFISENT  
LE 303 EST LE STYLO DES CONNAISSEURS



LA GRANDE MARQUE

**STYLOMINE**

HONORE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

Vous ne trouverez pas le mot STYLOMINE au dictionnaire, c'est une marque déposée en 1921 sous le N° 199.226.



*3 fois plus  
adhésive...*

**ADHÉSINE** A REPRIS SA  
FABRICATION D'AVANT-GUERRE  
Sa formule bien spéciale  
à un pouvoir adhésif triple  
de la colle blanche ordinaire

et le  
**FLEXO**

vaut mieux qu'un pinceau pour amollir  
la surface de la colle et pour l'étendre

Sans augmentation  
de prix, tous les pots  
**ADHÉSINE**  
sont livrés avec un

**FLEXO**

B<sup>o</sup> S.G.D.G. *Corrector*



**Exigez bien un pot**

**ADHÉSINE**

*la triple colle blanche parfumée*

# EN STOCK

LE PLUS GRAND CHOIX D'OUVRAGES TECHNIQUES DE TOUTE LA FRANCE

Voici quelques ouvrages sélectionnés :

(Sur tous ces prix baisse de 10%)  
**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. 128 pages, 68 figures, forte couverture, format poche (100 x 150 mm)..... **150**

**LA RADIO ? MAIS C'EST TRÈS SIMPLE !** Le meilleur ouvrage de vulgarisation et le plus agréable à étudier..... **100**

**PLANS ET NOTICE DE CONSTRUCTION.** Pour construire soi-même une table-établi spécialement conçue pour le dépannage radio..... **120**

**ÉMETTEURS DE PETITE PUISSANCE SUR ONDES COURTES.** Théorie élémentaire et montages pratiques, par Ed. CLIQUET (F8ZD). Circuits oscillants, lampes, montages auto-oscillateurs, montages oscillateurs à quartz, étage doubleur de fréquence et étage intermédiaire, étage amplificateur H. F. de puissance. 300 pages illustrées (Ed. mars 1947)..... **330**

**LES MAQUETTES ET LEUR CONSTRUCTION.** L'ouvrage le plus complet à ce jour sur la construction des modèles réduits : avions, planeurs, micromoteurs, navires, chemins de fer. Avec un chapitre consacré à la télécommande et à l'autocommande. 224 pages très illustrées..... **240**

**L'ART DE VENDRE.** Conseils aux représentants. La valeur personnelle. Préparation physique et morale. Préparation professionnelle. Nombreux conseils pratiques.. **50**

**TRAITÉ PRATIQUE D'AUTOMOBILE.** Un ouvrage moderne sur la théorie et la pratique des différents organes de l'automobile. Important chapitre sur le dépannage..... **276**

**L'ÉDUCATION DU STYLE.** Méthode simple et pratique pour acquérir l'aisance et la clarté dans la correspondance et autres écrits..... **75**

**MÉTHODE PRATIQUE POUR DÉVELOPPER LA MÉMOIRE.** L'art d'apprendre, de retenir et de se rappeler exactement..... **75**

**TRAITEMENT DE LA TIMIDITÉ.** Comment combattre avec énergie cet accident et le vaincre définitivement..... **50**

**DOCTRINES ÉCONOMIQUES.** L'évolution économique au cours des siècles. Une lecture agréable et utile..... **330**

**LE CRÉUSOT, BERCEAU DE LA GRANDE INDUSTRIE FRANÇAISE.** Toute l'histoire de ce grand centre industriel..... **250**

**LA MUSIQUE DES ORIGINES A NOS JOURS** (Édition Larousse). Histoire générale de la musique de tous les temps et de tous les pays : de la musique égyptienne aux compositeurs les plus modernes. Un ouvrage magnifique qui doit figurer dans votre bibliothèque. Broché : 950. Relié éditeur : 1 750. Relié amateur..... **2.450**

**RÈGLES A CALCUL « MARC ».** Long. : 140. Complète avec étui et mode d'emploi..... **400**

**CATALOGUE GÉNÉRAL N° 12** (Édition février 1947) contenant les sommaires d'un millier d'ouvrages sélectionnés (Automobile, Électricité, Radio, Mécanique, Aviation, Dessin, Photo, Sciences Occultes, Bricolage, etc.)... **15**

Expéditions immédiates contre mandat à la commande. Port et emballage : 25% jusqu'à 100 fr. avec minimum de 18 fr. 20% de 100 à 200 fr. 15% de 200 à 400 fr. et ensuite 10%.

## SCIENCES & LOISIRS

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

C. C. P. PARIS 3793.13

SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS  
 106, Rue LAFAYETTE - PARIS. 10<sup>e</sup>



PRESENTE

# WATERPROOF STAINLESS



CATALOGUE SUR DEMANDE

Le Cordon Élastique de téléphone

# ELASTOPHONE



**BREVETÉ**

**300% Extensible**

est tellement pratique !

un câble et c'est tout

Toute correspondance

ELASTOPHONE

12 rue Y. Simon

SAINT-ETIENNE

TÉL: 39-48

Tous renseignements sur demande

Cables pour tous appareils



**CRITERIUM**  
LE CRAYON MÉCANIQUE

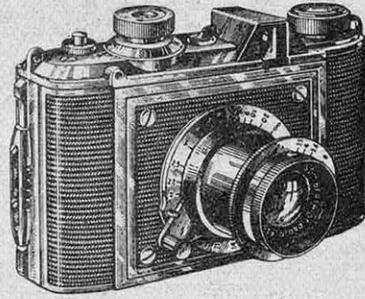
*Pour le bureau,  
le dessin*

Une  
simple  
pression  
libère  
la mine.



**Gilbert &  
Blanzzy-Poure**

FABRICANTS EXCLUSIFS DE LA PLUME  
SERGENT - MAJOR



**PHOTO  
CINÉ  
RADIO**

**PHOTO-HALL**

**5, RUE SCRIBE, PARIS 9<sup>e</sup>**

Catalogue T - 10 frs Fco

**TÉLÉPHONE IDÉAL**  
en haut-parleur

*Liaison directe et séparée  
— de tous les services —*



**SOCIÉTÉ  
INTERVOX**

135, av. du Général-Michel-Bizot  
DID. 03-92 PARIS (XII<sup>e</sup>)

Documentation sur demande

**5 GAMMES**



3 BANDES O. C. ÉTALÉES  
ÉMETTEURS AMÉRICAINS  
Plus de 200 stations reçues

PRÉSENTATION INÉDITE  
TECHNIQUE NOUVELLE

GARANTIE TOTALE

3 MODÈLES 5 lampes portatif

5 GAMMES 6 lampes multiples

altern. et tous courants

Demander documentation illustrée - Joindre timbre

**RADIO-SEBASTOPOL**

**100 B<sup>d</sup> SEBASTOPOL PARIS**

FOURNISSEUR OFFICIEL

DES PTT. PREFECTURE. JNCF. G<sup>de</sup> ADMINISTRATION

## Les cours par correspondance DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

permettent à ses élèves d'effectuer le maximum de progrès dans le minimum de temps.

Vous pouvez faire CHEZ VOUS, A TOUT AGE, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE, sans déplacement, sans abandonner l'emploi qui vous fait vivre, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le MINIMUM DE DÉPENSES, en toute discrétion si vous le désirez, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper ou pour changer totalement d'orientation.

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.

**BROCHURE L. 19.860.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes, depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

**BROCHURE L. 19.861.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

**BROCHURE L. 19.862.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

**BROCHURE L. 19.863.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

**BROCHURE L. 19.864.** — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

**BROCHURE L. 19.865.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 19.866.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

**BROCHURE L. 19.867.** — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 19.868.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

**BROCHURE L. 19.869.** — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

**BROCHURE L. 19.870.** — CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

**BROCHURE L. 19.871.** — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

**BROCHURE L. 19.872.** — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

**BROCHURE L. 19.873.** — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).

**BROCHURE L. 19.874.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

**BROCHURE L. 19.875.** — ARTS DU DESIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

**BROCHURE L. 19.876.** — COUTURE, COUPE, MODE, LINGERIE, etc...

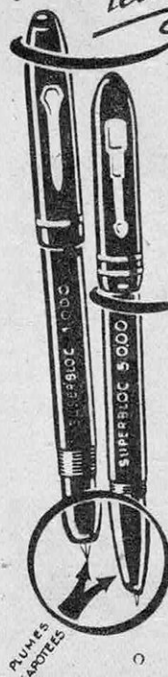
**BROCHURE L. 19.877.** — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

**BROCHURE L. 19.878.** — CARRIÈRES DU CINÉMA.

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

**ÉCOLE UNIVERSELLE**  
59, boulevard Exelmans, PARIS  
ou : chemin de Fabron, NICE

Enfin!  
technique & élégance



**Superbloc 1000**  
CAPOTÉ. Bakélite supérieure. Plume extra souple. Garniture dorée. Remplissage système Parker. Grande capacité d'encre. Réservoir véritable LATEX. Pour hommes et dames.

Diffusé au prix sensationnel de 195 fr.  
Baisse générale de 10%, soit : 175 fr.

**Superbloc 5000**

CAPOTÉ. Réalisation luxueuse. Ligne aérodynamique. PLEXIGLASS. Plume pointe irridium. Article ultra-moderne pour l'homme élégant. Livré en écrin.

Diffusé au prix exceptionnel de 490 fr.

Baisse générale de 10%, soit : 430 fr.

QUALITÉ française, technique américaine. Quantité limitée. Envoi C. R. toutes taxes et frais compris, au C. C. P. Paris 4842.54.

POURQUOI HÉSITER puisque vous serez REMBOURSÉ si vous nous le retournez sous 8 jours pour quelque raison que ce soit ?

VOTRE VISITE SERA LA BIENVENUE

LES DIFFUSIONS

CIERPA

67 RUE ROCHECHOUART PARIS 9<sup>EME</sup>

Le taux d'intérêt  
des  
**BONS  
DU TRÉSOR**

vient d'être relevé

Ne laissez pas  
vos disponibilités  
improductives

*Aux U.S.A. plus de Culture sans*  
**HORMONES VÉGÉTALES**  
 synthétiques

**TRANSPLANTONE**

facilite la reprise des plantes repiquées ou transplantées.

**ROOTONE**

active la croissance des racines sur les plantes et semences.

**FRUITONE**

bonifie les récoltes en évitant la chute prématurée des fruits.

**WEEDONE**

puissant désherbant sans action sur les céréales et les graminées.

Produits de l'  
 AMERICAN CHEMICAL PAINT C<sup>o</sup>  
 fabriqués par la

**C<sup>ie</sup> F<sup>se</sup> de PRODUITS INDUSTRIELS**

Siège Social et Usine :

85, rue Raymond-Teissière, Marseille - D. 94-28

Envoi de notices sur demande

*Un Sportif s'habille pour le Sport et pour la Ville à*



**SPECIAL CAMPING**

16. B<sup>d</sup> VOLTAIRE PARIS

MARSEILLE

11. COURS LIEUTAUD RENNES

17. B<sup>d</sup> MARECQ JOFFRE

TARIF "S" VÊTEMENTS ou CAMPING 5F

COLAS-PUBLI

**DESSINER**  
*c'est amusant*  
**et ça rapporte**

Le dessin n'offre pas seulement des joies personnelles : les bons dessins sont rares, recherchés et bien payés.

Quelle que soit votre occupation actuelle, le dessin peut vous rapporter des gains supplémentaires. Il peut même être pour vous le début d'une nouvelle carrière dans l'illustration, la publicité, la mode, le dessin humoristique, la décoration, le portrait, etc...

L'École A.B.C. vous enseignera le dessin par correspondance d'une manière à la fois amusante et pratique, que vous habitiez une grande ville ou le plus petit des hameaux.

La caractéristique de la méthode est de faire travailler tout de suite d'après nature. Quelle joie pour vous de réussir des croquis sur le vif : objets, animaux, personnages, paysages !

**DEMANDEZ LA NOUVELLE BROCHURE**

Un luxueux album est offert gratuitement par vous renseigner sur la méthode et le programme de l'École A.B.C. Demandez-le sans tarder. En écrivant, donnez-nous des détails : avez-vous déjà dessiné ? Quel but voulez-vous atteindre ? (Joindre 9 fr. pour frais.)

Il existe aussi un cours par correspondance spécial pour enfants de 8 à 13 ans. Demandez l'album Enfants.

**ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN**

(Studio A. 95)

12, R. Lincoln, PARIS-8<sup>e</sup>



Une charmante scène, pleine de vie et de fraîcheur, croquée par un de nos élèves.

**ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN**

(Studio A. 95) - 12, rue Lincoln, PARIS (VIII<sup>e</sup>)

Veillez m'envoyer, sans engagement de ma part, votre album illustré donnant tous renseignements sur la Méthode A.B.C. (Joindre 9 francs pour frais.)

NOM .....

ADRESSE .....

Et surtout écrivez-nous avec détails ; nous répondrons à vos questions.



*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 récepteur moderne.

Ainsi les **COURS TECHNIQUES** par correspondance  
sont 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**

*Documentation gratuite affranchie philatéliquement sur demande :*

**ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE**  
**9, AVENUE DE VILLARS, PARIS (VII<sup>E</sup>)**



*Une Situation  
d'avenir en  
étudiant chez soi*

**DESSIN INDUSTRIEL RADIO**

Méthode d'enseignement  
INÉDITE, EFFICACE et RAPIDE  
sous la direction de profes-  
seurs de valeur.

Préparation aux diplômes de :  
**DESSINATEUR CALQUEUR**  
**DESSINATEUR DÉTAILLANT**  
**DESSINATEUR PROJETEUR**  
C. A. P.  
**BACCALAURÉATS TECHNIQUES**  
... des carrières sédui-  
santes et bien rémunérées

Méthode d'enseignement  
technique et pratique  
comportant des travaux  
à domicile et à l'école.

Préparation aux diplômes de :  
**MONTEUR**  
**CHEF MONTEUR**  
**SOUS-INGÉNIEUR**, etc.  
**PRÉPARATION**  
**AUX EXAMENS OFFICIELS**  
...un métier nouveau aux  
perspectives illimitées.

Nos services d'Orientation Professionnelle et de  
placement sont à la disposition  
de nos élèves.

**DOCUMENTATION GRATUITE**  
(SPÉCIFIER LA BRANCHE CHOISIE)



**INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE 11, RUE CHALGRIN - PARIS (16<sup>E</sup>)**

POUR LA BELGIQUE, s'adresser . P. P., 33, rue Vandermaelen, à BRUXELLES-MOLENBECK



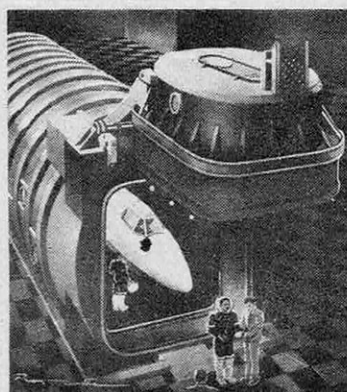
# SCIENCE ET VIE

Tome LXXI - N° 355

Avril 1947

## SOMMAIRE

- ★ La guerre des ondes, par J. Piergo..... 159
- ★ Les maisons préfabriquées anglaises en aluminium, par Yves Perlès..... 168
- ★ La matière vivante : ses caractères, son origine, par Marcel Marmet..... 173
- ★ Un barrage sous un glacier, par Yves Sartorio..... 183
- ★ Chambres d'altitude pour avions stratosphériques, par Jean Castellan ..... 187
- ★ Locomotives chauffées au mazout, par R. Barjot..... 196
- ★ A côté de la Science, par V. Rubor..... 203

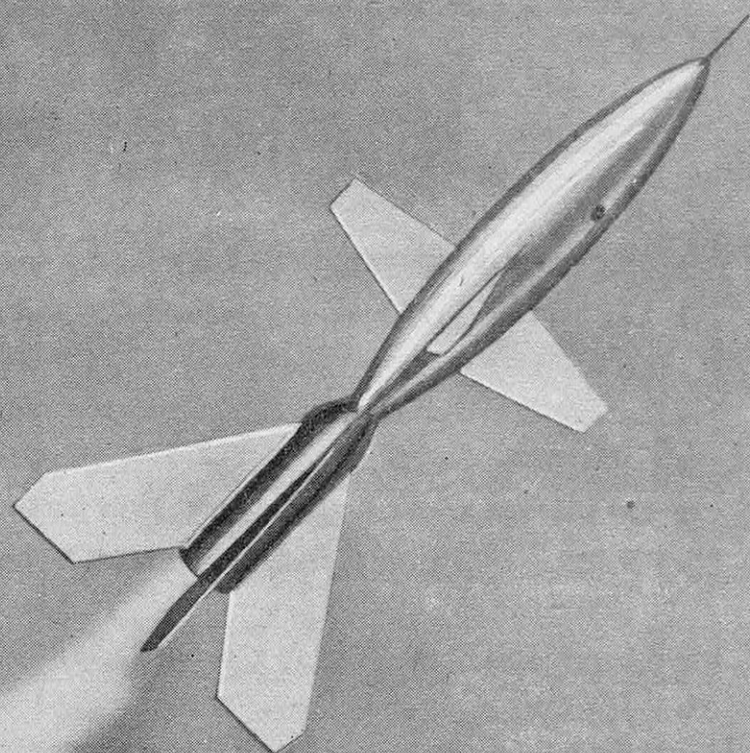


La navigation à haute altitude, que pratiquent de plus en plus couramment les avions commerciaux, implique nécessairement la construction de cabines ou de fuselages étanches où soient maintenues constamment une pression et une température aisément supportables par les passagers. La réalisation de ces cabines ou fuselages est délicate, car la nécessité de faire léger, servitude première de la construction aéronautique, oblige à économiser la matière et à renoncer à toute disposition surabondante pour assurer la rigidité de la structure et l'étanchéité. Le calcul étant à peu près impraticable, seule l'expérimentation directe permet de vérifier si cette rigidité et cette étanchéité sont satisfaisantes à toutes les altitudes envisagées. La couverture de ce numéro représente une chambre de dépression récemment construite à Los Angeles par les usines d'aviation *North American* et dans laquelle peuvent être mis à l'épreuve des fuselages entiers dans des conditions reproduisant exactement celles qui règnent dans les couches atmosphériques voisines de la stratosphère. (Voir l'article p. 187 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.  
Publicité : 24, rue Chauchat, Paris (IX<sup>e</sup>). Téléphone : Provence 70-54. Chèque postal : 91-07 Paris.  
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.  
Copyright by « Science et Vie », avril mil neuf cent quarante-sept.

**ABONNEMENTS.** — Affranchissement simple : France et Colonies, 300 francs — 5 % = 285 francs.  
Recommandé : supplément, 100 francs. Étranger : 450 francs ; recommandé, 600 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 5 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.

**LANCEMENT D'UNE FUSÉE « TIAMAT »  
RADIOGUIDÉE, AUX ÉTATS-UNIS**



# LA GUERRE DES ONDES

par J. PIERGO

*Deux événements extraordinaires ont marqué le développement de la technique de l'armement au cours de la deuxième guerre mondiale : d'une part, la création de la bombe atomique, qui a multiplié par un facteur colossal la puissance des explosifs ; d'autre part, l'extension considérable du domaine d'application des ondes radioélectriques de toutes sortes. Plus encore que le premier, ce second événement annonce un bouleversement de l'art militaire, car il permet d'imaginer une forme de guerre dans laquelle le geste humain sera réduit à la manœuvre d'un commutateur. Le développement de l'automatisme, des télécommandes, du radioguidage, constitue une révolution au moins aussi importante que celle de la poudre à canon. Jusqu'à ces dernières années, quels que fussent les progrès de l'avion, seule la stratégie s'était élargie au cadre mondial. Du fait des techniques radioélectriques récentes, la portée et la précision des actes élémentaires du combat conféreront aux luttes futures un véritable caractère intercontinental.*

## La radio en 1939

LORSQUE se déclama la seconde guerre mondiale, les différentes techniques radioélectriques s'étaient considérablement développées depuis 1918. Cependant, leurs applications militaires ne débordaient guère le domaine qu'elles avaient conquis vingt ans plus tôt.

**Les liaisons.** — En 1939, les liaisons militaires étaient, dans toute la mesure du possible, assurées par fil, et le principe de la guerre de position avec lignes fortifiées bétonnées renforçait cette conception. Les transmissions radiotélégraphiques entre unités de l'armée de terre n'étaient prévues que pour doubler le téléphone ; quant à la radiotéléphonie, elle était presque entièrement prohibée pour des raisons de secret, car les messages chiffrés sont avantageusement transmis par télégraphie.

Cependant, les navires, les avions et les chars d'assaut disposaient obligatoirement de radiotélégraphie ; encore faut-il noter que bien des avions n'emportaient qu'un poste émetteur et devaient venir lire, sur un jeu de panneaux de toile, les réponses de leurs correspondants au sol ; seuls, les avions de chasse possédaient la radiotéléphonie, car un pilote, seul à bord, ne peut évidemment utiliser un autre mode de liaison.

**La radiodiffusion.** — Pourtant, la radiotéléphonie avait conquis le monde depuis vingt ans sous sa forme populaire de la radiodiffusion. Les belligérants n'hésitèrent pas à l'utiliser aux fins de propagande, élément essentiel de la « guerre des nerfs ». La victoire de la B. B. C. sur Radio-Stuttgart constitue un fait très important de cette guerre.

**La radiogoniométrie.** — Les besoins de la navigation maritime et aérienne avaient amené la naissance et la croissance rapide de la radiogoniométrie et l'on savait parfaitement, en 1939, repérer, à un ou deux degrés près, la direction d'un émetteur d'ondes longues ou moyennes. Cette technique rendait possible le repérage des postes émetteurs ennemis et, par suite, une certaine localisation des quartiers

généraux utilisant ces postes. Elle imposait, d'autre part, de sévères consignes de discrétion aux avions et navires en mission lointaine. Toutefois, la goniométrie des ondes courtes et très courtes n'était pas au point, ce qui incitait à développer l'emploi de ces dernières.

**La détection électromagnétique.** — Les propriétés fondamentales des ondes ultracourtes étaient bien connues, en particulier la possibilité de les diriger sous forme de faisceaux étroits et de recueillir un écho lorsque ce faisceau rencontre un obstacle. L'idée d'employer ces propriétés au repérage des navires et des avions avait déjà donné lieu à des réalisations intéressantes. L'aviation française disposait d'un matériel réalisant une sorte de mur vertical dont le franchissement par un avion était immédiatement décelé. Quant aux Anglais, ils travaillaient activement et discrètement à la mise au point des émetteurs destinés à la détection électromagnétique, technique nouvelle qui n'avait pas encore reçu le nom, maintenant universellement connu, de *radar*.

## La radio en 1947

La fin de la guerre a trouvé la radioélectricité en pleine évolution, et la comparaison des techniques de 1939 et de 1947 peut être résumée comme suit :

**Les liaisons.** — Le spectre des fréquences utilisées s'est considérablement étendu du côté des ondes courtes, très courtes et même ultracourtes. Les ondes décimétriques et centimétriques qui, en 1939, avaient à peine dépassé le stade du laboratoire, sont maintenant d'un emploi courant. Elles sont réservées aux liaisons à courte distance, mais celles-ci ont pris une extension considérable.

Une véritable révolution s'est opérée, d'autre part, dans la fabrication des pièces détachées destinées à la construction des postes. Cette révolution, due en grande partie à l'énergie de l'*Air Ministry* britannique, a abouti à la mise au point de pièces détachées dont les qualités techniques vont sans cesse croissant, alors que leurs dimensions d'encombrement de-

viennent de plus en plus réduites. Elle a permis la construction de postes portatifs d'une taille et d'un poids extraordinairement faible. L'armée américaine possède un poste émetteur-récepteur d'infanterie qui tient tout entier dans une sorte de gros « combiné » téléphonique (fig. 1) ; tout le monde connaît les postes minuscules montés sur les « jeeps » ; enfin, les postes d'avion, bien qu'adaptés à des variations considérables de température et de pression, deviennent sans cesse plus petits.

La radiophonie a pris, au cours de la guerre, une extension considérable. Déjà les Allemands, en mai-juin 1940, en avaient fait un emploi intensif. La forme de guerre développée à cette époque bouleversait les notions de secret correspondant à la guerre de position : tout renseignement non exploité immédiatement est un renseignement sans valeur et il importe peu que

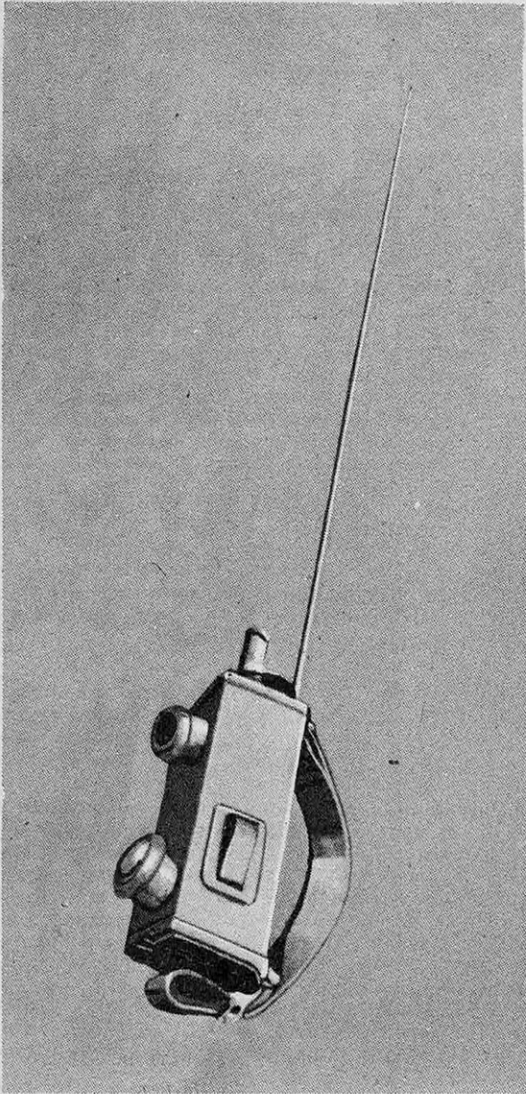


FIG. 1. — UN « WALKIE-TALKIE », APPAREIL PORTATIF AMÉRICAIN DE RADIOTÉLÉPHONIE

les postes d'écoute ennemis le transmettent à leurs états-majors dans l'heure qui suit. C'est ce qui explique l'usage du langage clair et de la radiotéléphonie au cours des combats.

**La radiodiffusion.** — La guerre des propagandes s'est surtout intensifiée lorsque des millions d'hommes, subissant l'occupation ennemie, ont demandé aux ondes des raisons d'espérer et des promesses de libération. L'ennemi, sentant l'insuffisance de sa contre-propagande, a cherché à se défendre, soit en confisquant les postes récepteurs, soit en équipant des émetteurs de brouillage lançant des signaux parasites sur les fréquences des émetteurs à combattre. La technique du brouillage s'est révélée difficile, surtout lorsque le nombre des fréquences utilisées s'est multiplié et lorsque les auditeurs ont appris les vertus de la radiogoniométrie.

**La radiogoniométrie.** — Le pouvoir directif des cadres a en effet permis aux auditeurs de capter les émissions dans un secteur étroit, en éliminant les brouilleurs situés dans d'autres directions. La radiogoniométrie s'est perfectionnée, d'ailleurs, en permettant d'une part de repérer la direction d'émissions sur ondes courtes et, d'autre part, d'éliminer de plus en plus l'« effet de nuit ». Tous les avions chargés de missions lointaines ont été dotés de radiogoniomètres de bord, ou plutôt de radiocompas, c'est-à-dire de goniomètres qui relèvent automatiquement la direction de l'émetteur sur l'émission de laquelle on a accordé le récepteur. Tous ces appareils étaient connus depuis longtemps ; ils sont à présent couramment utilisés.

Mais, à côté de la radiogoniométrie, qui repère seulement les émetteurs, la guerre a vu se développer dans des proportions gigantesques la nouvelle technique du radar (1).

**Le radar.** — En 1939-1940, les premiers émetteurs de détection électromagnétique obtinrent des résultats remarquables. Les expéditions aériennes ennemies furent repérées à plusieurs centaines de kilomètres des côtes britanniques. Ce service de repérage était en liaison avec le réseau de renseignements de l'aviation de chasse et l'ensemble constituait cette admirable organisation qui permit la mise en œuvre des chasseurs britanniques avec le maximum d'efficacité.

Le radar atteignit bientôt une précision suffisante pour être mis au service de l'artillerie. Les navires de guerre en furent équipés et purent livrer de véritables combats « à l'aveugle », comme celui du cap Matapan. Enfin, les radars furent adaptés aux mesures de site des avions et, par suite, à la conduite de tir des batteries anti-aériennes (fig. 2).

La nécessité d'identifier les avions amis conduisit alors aux systèmes répondeurs, qui donnèrent naissance aux radars secondaires. Ceux-ci fournirent aux avions une possibilité de mesurer leur distance à un point fixe, ce qui constitue une contribution intéressante à la radionavigation.

**La radionavigation.** — La radiogoniométrie constituait le procédé essentiel de navigation en 1939, soit à l'aide des goniomètres au sol relevant la position de l'avion et la lui communiquant, soit à l'aide de goniomètres de bord ou de radiocompas grâce auxquels un avion peut relever le gisement d'un émetteur quelconque. Il existait aussi, particulièrement aux

(1) Voir : « Le radar » (Science et Vie, n° 338, novembre 1945).

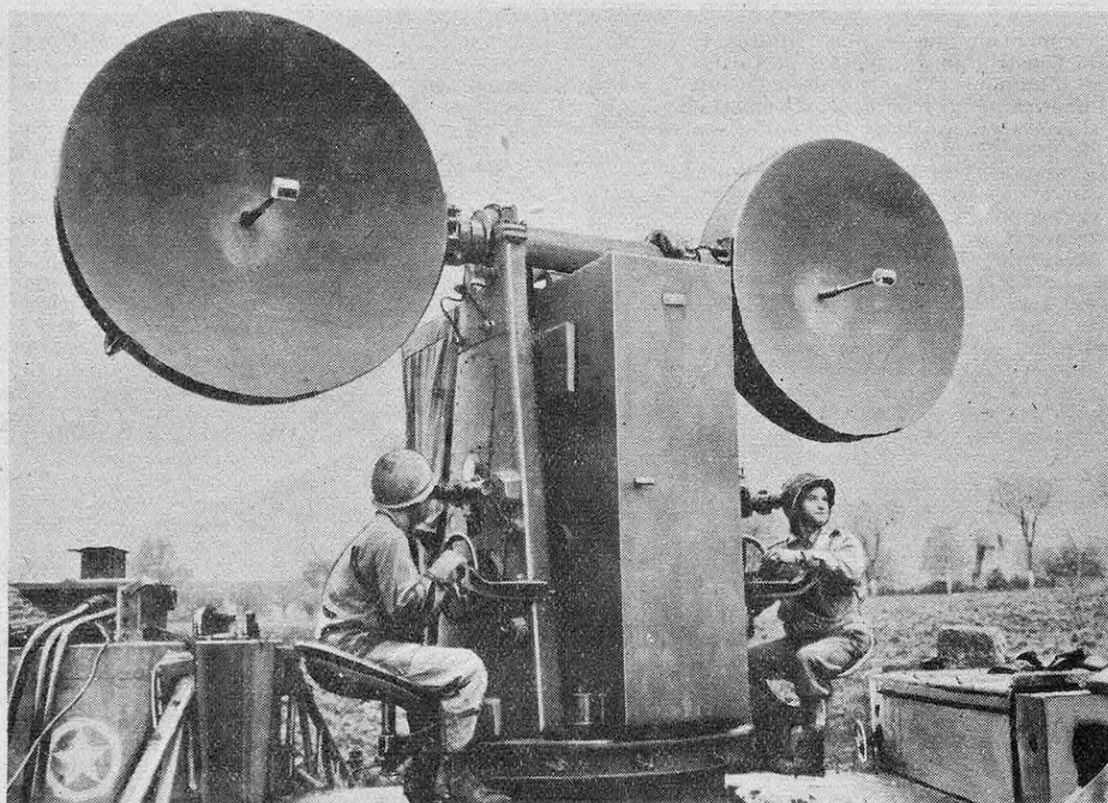


FIG. 2. — UN RADAR AMÉRICAIN DE D. C. A. : LE SCR-547

*Ce radar, connu sous le nom de « Mickey Mouse » à cause de la forme de ses réflecteurs, dirige automatiquement le tir des canons de D. C. A. et mesure l'altitude de l'objectif (U. S. Inf. S.).*

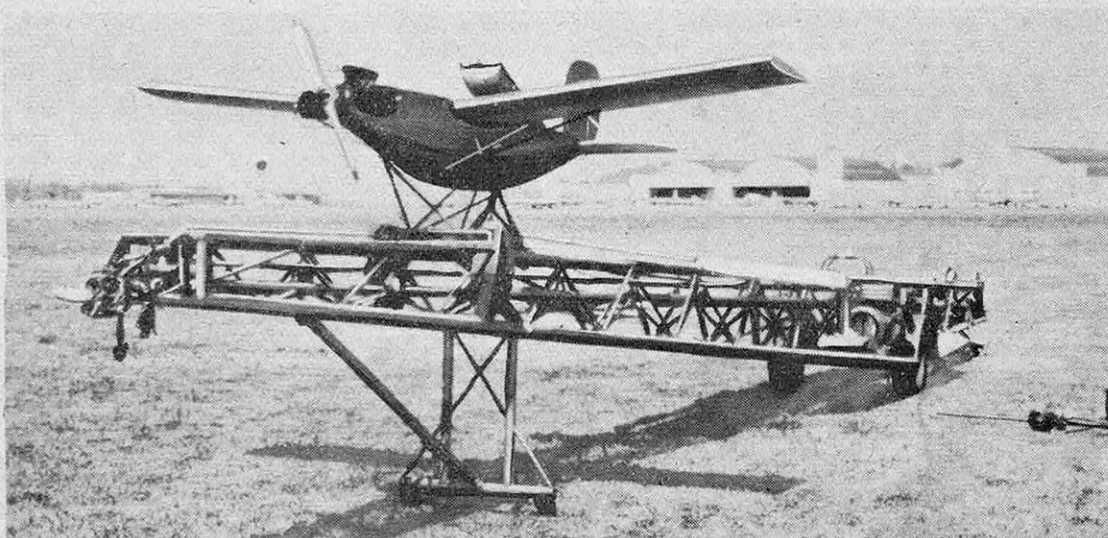


FIG. 3. — UN AVION TÉLÉCOMMANDÉ AMÉRICAIN : L'AVION-CIBLE OQ-14 SUR SA CATAPULTE DE LANCEMENT

*Les évolutions de cet appareil de 3,5 m d'envergure, catapulté à 100 km/h, sont commandées de terre à l'aide d'un très petit émetteur radio. Cet avion sert de cible pour les exercices de tir de D. C. A. Lorsque sa mission est terminée ou lorsqu'il est atteint par le tir, un parachute se déploie pour que la prise de contact avec le sol se fasse sans brutalité (U. S. Inf. S.).*

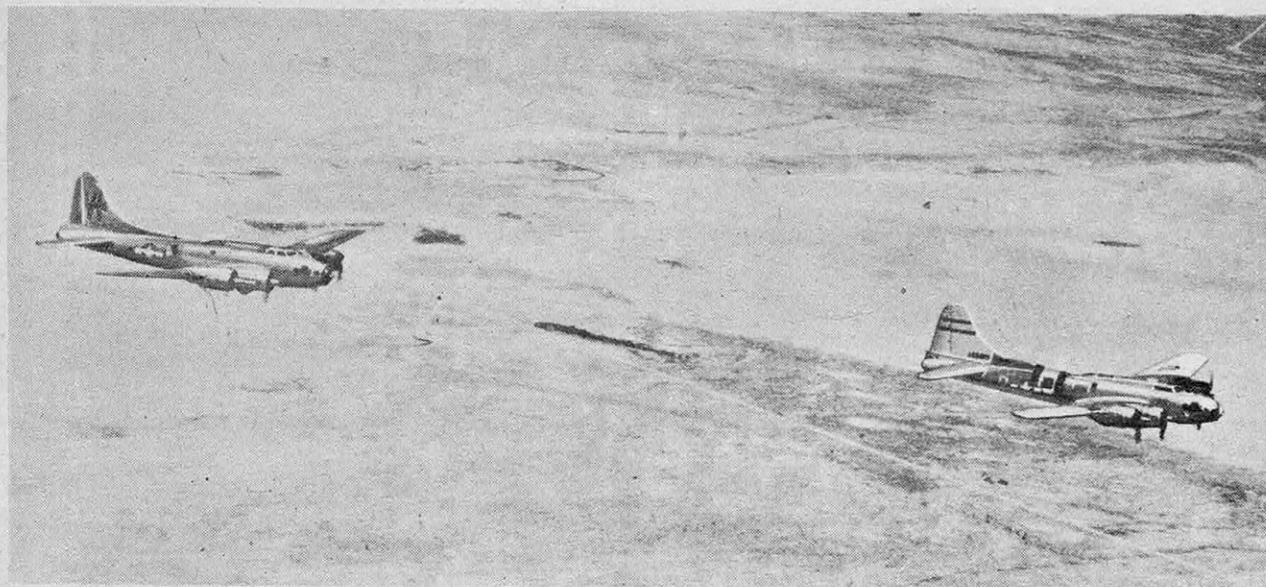


FIG. 4. — APRÈS UN RAID DE 3 600 KM, DEUX BOEING B-17 « FORTRESS » SANS ÉQUIPAGE SURVOLENT LA CÔTE CALIFORNIENNE.

Ces deux appareils équipés pour le vol sans équipage avaient participé aux expériences atomiques de Bikini. Partis de Hawaï, au milieu du Pacifique, ils ont atterri à l'aérodrome de Muroc aux États-Unis, après un vol de quinze heures, entièrement guidés à distance par radio.

États-Unis, des radioalignements fixes définissant par portions de lignes droites les routes aériennes principales.

La guerre a vu se développer de multiples systèmes de navigation (1) dont on étudie actuellement l'adaptation aux besoins de l'aviation civile. Certaines de ces études ont exploité ou mis en évidence de très curieuses propriétés du radar ; on a établi des systèmes dessinant sur un écran les contours principaux des pays survolés par un avion, quelle que soit l'épaisseur des nuages qui l'en séparent ; on a d'autre part, grâce aux impulsions sur ondes centimétriques, décelé les nuages à forte turbulence dont les avions ont intérêt à éviter la traversée (2).

**Le guidage.** — Enfin, la radionavigation et les techniques qui s'y rattachent, non contentes

(1) Voir : « La radionavigation » (*Science et Vie*, n° 349, octobre 1946).

(2) Voir : « La radiométéorologie » (*Science et Vie*, n° 352, janvier 1947).

d'aider le pilote, tendent aujourd'hui à le suppléer. Le guidage des avions sans équipage et des projectiles-fusées est un problème à l'ordre du jour et dont les solutions sont déjà bien au point (fig. 3). Lors des expériences de Bikini, les Américains ont lancé plusieurs avions sans pilote à travers le nuage créé par la bombe, afin de capter les gaz et d'étudier les émanations radioactives de ce nuage. Plusieurs avions monoplaces, décollant sans pilote du pont d'un porte-avions, furent ainsi pris en charge par des avions normaux, dont chacun était doté d'émetteurs de radio lui permettant de piloter à distance un avion sans pilote. Ayant ainsi conduit son « poulain » à une altitude fixée et à distance convenable de l'atoll de Bikini, chaque entraîneur le lâcha au moment voulu à travers le nuage atomique. A la sortie de celui-ci, l'avion sans pilote fut repris en charge par un autre entraîneur qui le conduisit à l'île du Roy et le fit atterrir sur un aérodrome préparé ; l'appareil, imprégné par les émanations

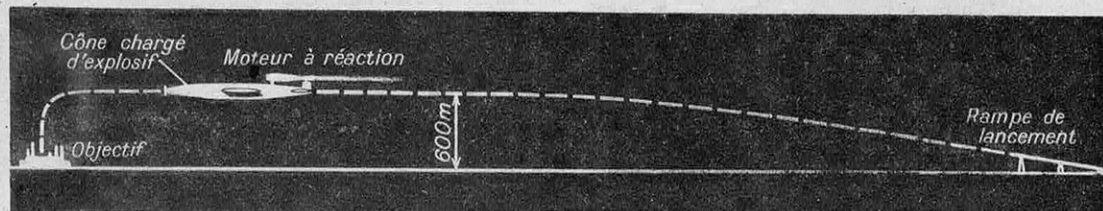


FIG. 5. — TRAJECTOIRE D'UN PROJECTILE TYPE V-1 A MOTEUR A RÉACTION (PULSORÉACTEUR)

Catapultée au départ, la V-1 navigue à faible altitude et à vitesse relativement peu élevée (400 à 500 km/h). Parvenu au-dessus de l'objectif, l'engin se met en vrille sous l'action de volets qui détruisent son équilibre. On peut, par radio, corriger sa trajectoire en cours de vol et provoquer sa chute au moment choisi.

radioactives, ne pouvait pas être approché avant plusieurs jours, et c'est pourquoi il n'était pas possible de le ramener au porte-avions. Tandis que la marine procédait avec succès à cette magnifique expérience, l'armée américaine opérait de même, à partir d'une autre île, avec des forteresses volantes sans équipages (fig. 4).

Nous savons, d'autre part, que les Allemands et les Américains ont envisagé le guidage par radio des projectiles du genre V-1 et V-2 (1). Il faut remarquer, en effet, que les V-1 sont de petits avions, mis en direction de l'objectif sur leur base ou rampe de lancement et dont la portée est réglée par la durée de vol ou par la quantité de combustible emportée ; le point de chute ne peut donc être prévu qu'avec une approximation grossière ; le vent rencontré sur le parcours, ainsi que les irrégularités de consommation du moteur, provoquent des écarts importants (fig. 5). Les V-2, plus rapides, sont moins déviées par le vent et leur trajectoire se rapproche davantage des courbes balistiques (fig. 6). Malgré tout, ces projectiles ne peuvent être employés que sur des objectifs très étendus, car leur dispersion est considérable. La radio apporte une possibilité de surveiller leur trajectoire et de corriger leur mouvement pour les conduire au but choisi (fig. 7 et 8).

C'est pourquoi l'ensemble *projectile à réaction-explosif atomique-télécommande par radio* semble bien représenter, à l'heure actuelle, le plus terrible engin de guerre qui se puisse imaginer.

### Que serait la guerre des ondes ?

Verrons-nous, pour notre malheur, cette « guerre des ondes » que l'on pourrait appeler « la bataille des boutons », puisque l'acte essentiel serait le geste d'un opérateur manœuvrant des commutateurs au fond d'un abri bétonné ? Nous ne prétendons pas ici prophétiser, mais seulement analyser, du point de vue technique, les possibilités d'une telle bataille. Or, les actes de guerre ayant, de tout temps, revêtu la forme offensive ou la forme défensive, il importe d'examiner les rôles possibles des ondes dans ces deux cadres.

### Les ondes dans l'offensive

À côté de l'offensive morale des propagandes radio-diffusées, à côté de l'appui considérable fourni à l'offensive aérienne par la radionavigation et les liaisons entre avions, les hommes doivent redouter de voir, au cours d'une guerre future, se déchaîner les engins télécommandés par radio : torpilles marines, avions sans pilote (genre V-1) et projectiles-fusées (genre V-2). Si la télécommande radio donnait à de tels engins la précision de tir qui leur manque, si l'explosif atomique leur donnait la puissance destructrice dont les Allemands n'ont pas su les doter, ils constitueraient des engins de guerre terrifiants, infiniment moins vulnérables que les avions de bombardement et dont l'aveugle brutalité détruirait des villes entières.

Est-il possible d'imaginer qu'on puisse un jour aller plus loin et donner aux ondes électromagnétiques une puissance destructrice sans

(1) Voir : « Les bombes à réaction : V-1 et V-2 » (*Science et Vie*, n° 332, mai 1945) ; « Armes nouvelles et bombardement intercontinental » (*Science et Vie*, n° 339, décembre 1945) et « Les derniers types de bombes planantes et volantes télécommandées » (*Science et Vie*, n° 341, février 1946).

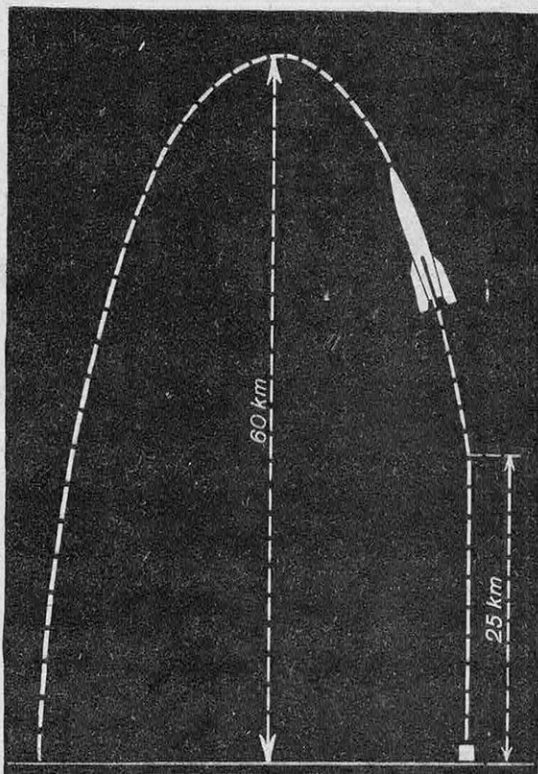


FIG. 6. — TRAJECTOIRE D'UN PROJECTILE FUSÉE TYPE V-2

La V-2, placée sur une plate-forme, démarre verticalement par ses propres moyens. Parvenue à une certaine hauteur, elle s'incline dans une direction et suivant un angle fixé à l'avance. Lorsque son combustible est épuisé, elle poursuit sa course comme un projectile libre. Le radioguidage de tels projectiles, qui peuvent être munis d'une voilure pour accroître leur portée, est actuellement à l'étude.

aucun support matériel ? C'est une question déjà ancienne, puisque les miroirs ardents de Syracuse datent d'Archimède et qu'il n'y a qu'un pas des radiations lumineuses aux radiations électromagnétiques. Les mots de « rayon de la mort » ont été prononcés depuis plusieurs années et des légendes tenaces ont été répandues sur les radiations qui faisaient, dans telle et telle région, tomber en panne tous les avions, ou même les voitures automobiles.

Les émissions radioélectriques connues ne sauraient prétendre à un tel pouvoir et les quantités d'énergie qu'elles rayonnent diffusent suivant des lois très rapidement décroissantes. Seules, la sensibilité des récepteurs et l'énergie locale dont ils disposent permettent d'obtenir des effets sensibles : mouvement d'un appareil de mesure, vibration d'un haut-parleur, fermeture d'un relais.

Certes, il est des radiations dangereuses, mais qui sont bien éloignées des fréquences utilisées en radioélectricité. Ce sont notamment les rayons pénétrants émis par les corps radioactifs et l'on sait que la puissance destructrice de la bombe atomique est due non seulement à la surpression formidable qu'elle développe, non seulement aux températures considérables qu'elle fait naître, mais aussi aux effets nocifs du nuage

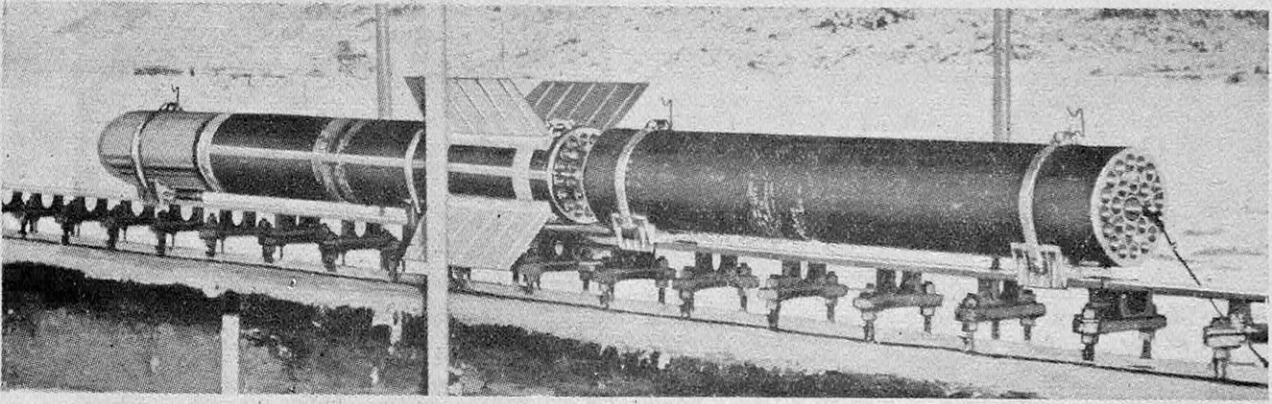


FIG. 7. — LA FUSÉE RADIOGUIDÉE AMÉRICAINE « TINY TIM »

Cet engin, d'un calibre de 298 mm, mesure 3 m de long et pèse 267 kg. Il peut être lancé par un avion sous le fuselage duquel il est accroché, ou de terre au moyen d'une rampe de 300 m de long; dans ce dernier cas, poussé par une fusée auxiliaire (visible ci-dessus) lui donnant un poids total de 620 kg, il atteint en quittant la rampe une vitesse de 1 600 km/h. Cette arme a été employée contre les Japonais à Okinawa. Il existe une fusée similaire d'un calibre de 350 mm, le « Big Dick ».

radioactif qu'elle fait surgir, nuage contre lequel aucun masque ne protège et dont l'action mortelle peut se propager, au gré du vent, pendant des heures et des journées (1). Cependant, de telles radiations ne peuvent pas être dirigées comme des ondes centimétriques. La radio-électricité est une des plus belles inventions capables d'améliorer le sort de l'homme. C'est par un détournement de son rôle essentiel qu'on lui demande de guider des engins de destruction au lieu d'assurer des moyens de liaison. Mais la radio est, par nature, pacifique et ce n'est point d'elle qu'il faut attendre les horreurs du rayon de la mort.

(1) Voir : « La bombe atomique (Science et Vie, n° 336, novembre 1945).

### Les ondes dans la défense

**Le repérage.** — La détection électromagnétique, plus connue sous le nom de radar, est aujourd'hui bien au point et permet le repérage des bateaux sur mer et des avions dans le ciel. Sa portée peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres. Le radar, adapté à la conduite de tir, permet à l'artillerie navale ou aux canons antiaériens de tirer sur des objectifs invisibles.

Sur terre, cependant, le radar normal se trouve le plus souvent en défaut pour déceler les engins ennemis. En effet, tous les objets du paysage, arbres, clochers, poteaux, collines, fournissent des échos qui s'enchevêtrent et parmi lesquels il est difficile de déceler les éléments intéressants.

La technique radio a apporté à ce problème une solution remarquable : il s'agit de l'utilisation du principe de physique connu sous le nom d'effet « Doppler-Fizeau ». Lorsqu'un émetteur et un récepteur sont en mouvement l'un par rapport à l'autre, la fréquence de l'onde reçue diffère de la fréquence émise ; c'est ce qui explique le phénomène bien connu de la variation que subit la hauteur du son émis par le sifflet d'une locomotive, suivant que celle-ci se rapproche ou s'éloigne de l'observateur. Lorsqu'on opère en ondes centimétriques, c'est-à-dire à très haute fréquence (l'onde de 3 centimètres correspond à une fréquence de 10 milliards de périodes par seconde), la variation de fréquence due au mouvement relatif du récepteur et de l'émetteur devient sensible ; elle est même importante s'il s'agit d'un avion ou d'un

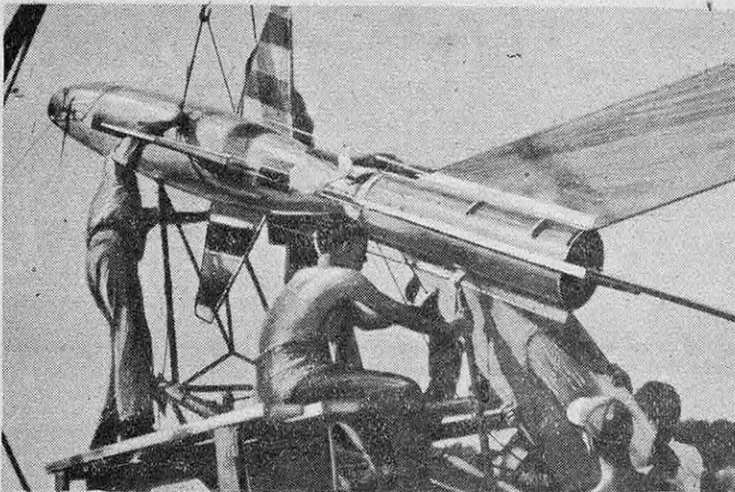


FIG. 8. — MISE EN PLACE D'UNE FUSÉE RADIOGUIDÉE « TIAMAT » SUR SON AFFUT DE LANCEMENT

La « Tiamat » mesure 4,25 m de long et pèse environ 270 kg. Elle se fractionne en deux parties après la période de démarrage et atteint la vitesse de 950 km/h.



projectile. On peut alors créer un dispositif qui repère les objets en mouvement et ceux-là seulement. Toute offensive supposant un mouvement, la détection des engins offensifs devient possible dans tous les cas.

**La contre-attaque.** — L'effet Doppler-Fizeau a été utilisé par un des engins les plus ingénieux qui doivent leur naissance à la guerre dernière ; il s'agit de la « fusée de proximité » qui fait exposer un obus au point de sa trajectoire le plus proche de l'objectif, c'est-à-dire au moment où, s'étant approché au maximum de cet objectif, il commence à s'en éloigner. Cette invention accroît considérablement l'efficacité des canons antiaériens ; en effet, ceux-ci employaient jusque-là des obus fusants avec réglage *a priori* sur une distance donnée ; de tels obus pouvaient passer à quelques décimètres d'un avion ennemi sans lui faire le moindre mal si la distance parcourue était alors inférieure à la « distance débouchée ». Les fusées de proximité, conçues d'après un principe ingénieux, représentent en outre un remarquable succès de construction puisqu'elles renferment dans un volume de quelques centimètres cubes un émetteur, un récepteur et des systèmes de déclenchement (fig. 9).

On voit déjà que la puissance offensive des ondes rencontre, de la part des ondes mêmes, certaines parades efficaces : détection à distance des engins offensifs, attaque de ceux-ci par des projectiles à fusée de proximité.

Il est possible d'imaginer mieux encore et de répondre au robot par le robot. Si les chasseurs britanniques ont pu attaquer et détruire des V-1 détectées à temps, il semble que l'avion soit à peu près impuissant contre les projectiles du type V-2 ; celui-ci est plus rapide que tous les avions, sa trajectoire se trouve en grande partie dans les hautes régions de la stratosphère, il tombe enfin presque à la verticale. Il semble bien qu'il ne puisse être combattu que par un projectile-fusée construit sur le même principe que lui-même. La détection permettant de suivre son mouvement, on peut imaginer une télécommande dirigeant vers lui l'engin chargé de le détruire ; on peut même concevoir, au moins dans un certain rayon, que cet engin soit doté d'un dispositif de détection, agissant sur ses propres gouvernes (ailettes ou tuyères) pour le diriger automatiquement sur l'engin ennemi repéré (fig. 10.) C'est un problème voisin de celui du radiocompas et déjà résolu en Amérique. Dès lors, l'engin offensif attirerait littéralement à lui son ennemi, qui viendrait l'aborder

et le détruire à haute altitude et loin de l'objectif (fig. 11 et 12).

**Le brouillage.** — Malgré les terrifiantes perspectives de la guerre des ondes, un certain scepticisme s'impose. Il n'est guère de maux qui ne portent en eux leur remède, et les ondes ont une grande faiblesse congénitale : leur sensibilité au brouillage.

Le radar est à la merci de brouillages relativement faciles à réaliser. Les dernières années de la guerre ont montré que les bandes minces d'aluminium jetées par les avions (procédé « Window » ou « Chaff ») brouillaient complètement les ondes radars, au point de rendre leurs réceptions illisibles, et que, si ces bandes sont jetées par paquets, le radar est dans l'impossibilité de distinguer l'écho produit par de telles masses de celui produit par les avions. (Ce procédé fut employé en particulier avec succès par les armées alliées, au moment du débarquement de 1944, pour tromper l'ennemi sur le lieu véritable de débarquement, en lui faisant croire, grâce à quelques navires et avions, à l'existence d'une force importante se dirigeant sur un point de la côte éloigné de celui où se rendaient réellement les forces de débarquement, protégées elles-mêmes par un brouillage intense.)

Les radioélectriciens, d'autre part, ont résolu bien des problèmes, mais ils ne sont pas venus à bout d'empêcher un récepteur de capter d'autres émissions que celles de son correspondant désigné ; si un autre émetteur opère sur la même fréquence que le correspondant et si le récepteur se trouve à sa portée, il y a brouillage, inéluctablement. On a pu réduire le brouillage en utilisant, comme nous

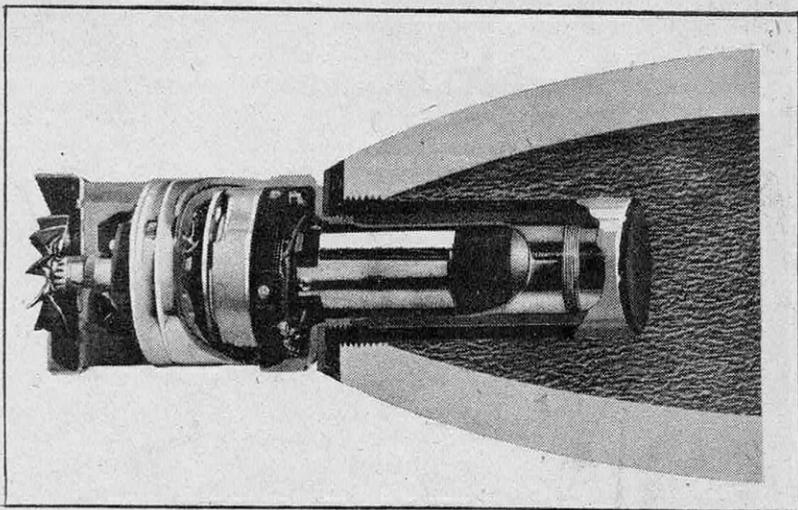


FIG. 9. — FUSÉE DE PROXIMITÉ VT POUR OBUS DE D. C. A.

Cette fusée contient un petit poste de T. S. F. émetteur-récepteur, dont les lampes ont à peine 2 cm de hauteur. Lorsque la fusée se rapproche de l'avion, l'onde émise par la fusée et réfléchiée par l'avion est reçue, par effet Doppler-Fizeau, à une fréquence supérieure à la fréquence d'émission ; lorsque la fusée s'éloigne de l'avion, l'onde réfléchiée est reçue à une fréquence inférieure à la fréquence d'émission. L'obus éclate lorsque, la distance entre la fusée et l'avion passant par un minimum, l'onde réfléchiée et l'onde émise ont leurs fréquences égales et donnent par suite un battement de fréquence nulle. Le courant d'alimentation pour les lampes est fourni par une petite génératrice actionnée par le moulinet visible sur la photographie, ou, sur d'autres modèles, par une batterie de piles. Un dispositif de sécurité empêche la fusée de fonctionner avant d'avoir parcouru une distance déterminée à partir de l'avion ou du navire d'où le projectile a été tiré. Ces fusées ont été utilisées avec succès dans la lutte contre les V-1.

l'avons dit plus haut, les propriétés directives des cadres de réception et des aériens non isotropes. On peut utiliser des émissions dirigées en faisceaux très étroits, et des ondes très courtes ; ce serait sans doute le procédé utilisé pour les fusées radioguidées. Mais, si un brouilleur peut prendre l'engin dans son propre faisceau et émettre sur la fréquence de l'émetteur-guide, il doit parvenir à troubler le mouvement de l'engin, ballotté comme une âme en peine entre le démon et l'ange gardien.

On peut multiplier les « canaux de fréquence » du guidage ; on peut faire varier les fréquences dans le temps à l'aide d'un mouvement d'horlogerie ; on peut inventer des dispositifs bloquant le récepteur tant que l'émetteur n'a pas émis un signal-clé. Aucune combinaison, si ingénieuse soit-elle, ne peut être considérée comme à l'abri d'un brouillage systématique et bien conduit.

D'ailleurs, un certain brouillage involontaire est probable, car la gamme des fréquences utilisables est assez limitée et les utilisations sont extrêmement nombreuses. En temps de paix,

déjà, la répartition des fréquences pose un problème international très délicat et les plaintes des usagers sont continuelles. En temps de guerre, malgré la stabilisation des fréquences, malgré la sélectivité des récepteurs, il se produirait inévitablement un brouillage intensif qui pourrait rendre incertaine, dans bien des cas, l'efficacité de l'arme radio.

### La guerre future

Les ondes se propagent habituellement à travers un milieu diélectrique qui est l'air atmosphérique. Elles se propagent également dans les espaces interplanétaires, ainsi que l'a prouvé l'expérience de radar effectuée sur la Lune. Mais, il suffit, pour leur échapper, de se réfugier dans un milieu conducteur ; c'est pourquoi les abris souterrains et sous-marins auraient une grande efficacité vis-à-vis des ondes.

Il est possible qu'une guerre future prenne un aspect tout nouveau du seul fait de l'extension de la radio.

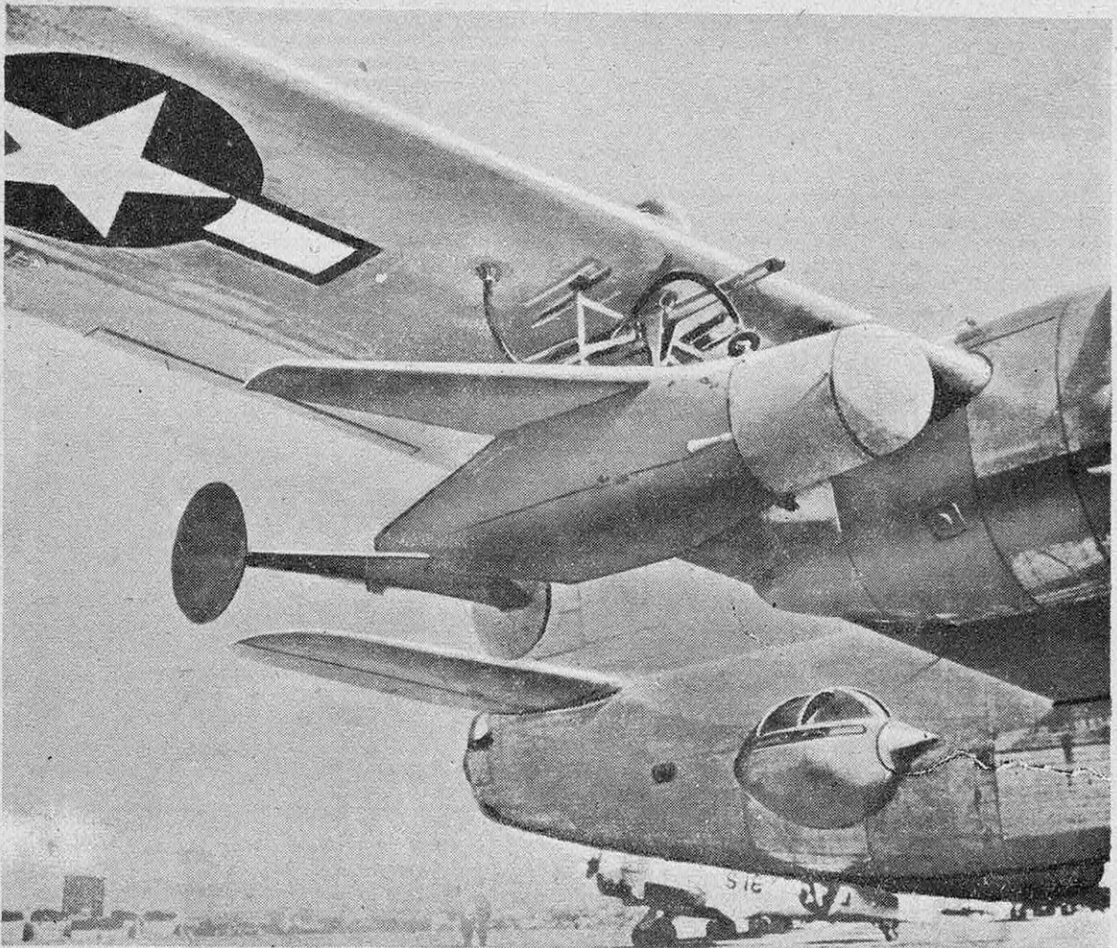


FIG. 10. — LA FUSÉE AUTOGUIDÉE « BAT » DE LA FLOTTE AMÉRICAINE

Cette fusée, larguée par un bombardier, recherche automatiquement son but grâce à un radar logé dans son ogive et agissant sur les gouvernes de l'engin et le rejoint quels que soient ses mouvements ; de là son nom de Bat (chauve-souris) par analogie avec cet animal qui dirige son vol grâce aux échos provoqués par la réflexion sur les obstacles des ultrasons qu'il émet. Longue de 3,60 m et de 3 m d'envergure, elle porte 500 kg d'explosif. La seule parade efficace contre cette arme paraît être une arme semblable qui rejoindrait la première dans son vol afin de la détruire.

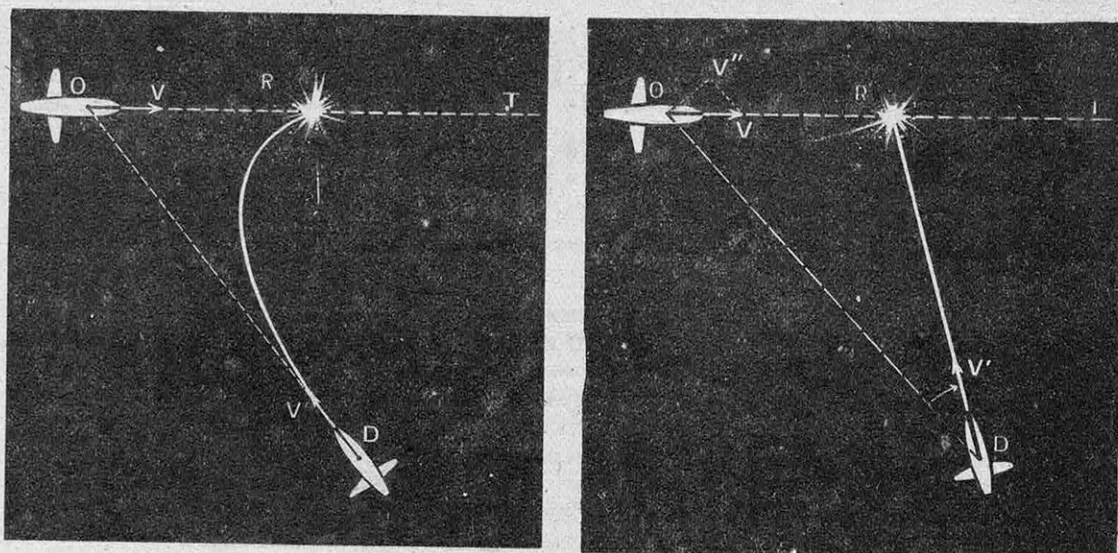


FIG. 11 ET 12. — AUTOGUIDAGE D'UN PROJECTILE DÉFENSIF « ANTI-FUSÉE »

L'engin offensif  $O$  suit une trajectoire  $OT$ . L'engin  $D$  est doté d'un radar lui permettant de se diriger sur l'engin  $O$ . Si la commande est réalisée de manière que  $D$  reste pointé en permanence sur  $O$ , l'engin  $D$  décrit une trajectoire dite « courbe du chien » (fig. 11) analogue au parcours d'un chien rejoignant son maître; dans ce cas, et à moins de positions initiales particulièrement favorables, on démontre que  $D$  ne rejoindra  $O$  que si sa vitesse est supérieure à celle de  $O$ . Dans le cas contraire, il faut que  $D$  se dirige en ligne droite vers un point de rencontre  $R$  tel que les distances  $OR$  et  $DR$  soient entre elles dans le rapport des vitesses de  $O$  et de  $D$ . Les deux projectiles sont alors vus l'un de l'autre dans une direction invariable, car l'angle  $RDO$ , ou gisement de  $O$  par rapport à  $D$ , est constant. Le radar déterminera le gisement de  $O$ , il fera tourner  $D$  vers la gauche si ce gisement tend à augmenter, vers la droite s'il tend à diminuer. Pour que  $D$  puisse rejoindre  $O$ , il faut et il suffit que la vitesse de  $D$  soit supérieure à la projection de la vitesse de  $O$  sur la perpendiculaire à  $OD$ .

Sera-t-elle souterraine avec des fouilles auprès desquelles les mines et contre-mines de 1915 seraient des taupinées ?

Comportera-t-elle des percements de galeries débouchant loin chez l'adversaire, voire au delà d'un détroit ou dans une île ?

Les flottes de combat deviendront-elles sous-marines ?

Notre glorieux *Surcouf*, sous-marin doté d'un hydravion, sera-t-il considéré comme un pré-curseur le jour où de grands sous-marins iraient catapulte près des côtes ennemies des avions d'attaque ou des projectiles-fusées ?

Ce sont là autant de questions auxquelles il faut souhaiter de tout cœur que l'avenir ne réponde jamais.

Au reste, l'imagination prévoit bien rarement le réel en matière militaire. Il ne faut pas oublier que la guerre aérienne avec bombes asphyxiantes ou bactériologiques était possible en 1939, que bien des augures l'avaient annoncée... et qu'aucun des héliogéants n'eut l'audace de la déclencher.

Il en sera peut-être de même pour la guerre radioatomique que nous redoutons aujourd'hui. Il faut toutefois noter que cette forme de guerre ne peut être mise en œuvre que par des puissances disposant d'un potentiel industriel énorme. De même que la poudre à canon a mis fin aux batailles des seigneurs féodaux, incapables d'entretenir un parc d'artillerie, de même la guerre des ondes peut transposer ses ravages sur le plan intercontinental et mettre fin aux luttes entre petites ou moyennes nations.

Souhaitons qu'elle puisse dépasser d'emblée ce redoutable stade et que notre planète se trouve bientôt trop petite par rapport au rayon d'action des engins de guerre. Alors, et tant que les hommes n'entreprendront pas de livrer bataille aux Martiens, nous vivrons peut-être enfin, grâce à l'hypertrophie des puissances destructrices, le rêve tant de fois déçu de la paix universelle !

J. PIERGO

Parmi l'équipement spécial de la Royal Navy britannique pendant la guerre se trouvaient deux « brasseries flottantes », l'*Agamemnon* et le *Menestheus*. Il s'agissait de deux cargos transformés en usines à bière et destinés à ravitailler les unités en croisière lointaine. Ils utilisaient pour leur fabrication l'eau de mer, dont ils distillaient chacun 300 tonnes par jour. Ils pouvaient ainsi produire chacun 250 barils de bière par semaine.

# LES MAISONS PRÉFABRIQUÉES ANGLAISES EN ALUMINIUM

par Yves PERLÈS

*En Angleterre comme en France, le logement des sinistrés est un des problèmes les plus graves auxquels les Pouvoirs publics ont dû faire face depuis la cessation des hostilités. Contrairement à ce que l'on admet trop souvent, le souci de parer au plus pressé n'entraîne pas obligatoirement la construction d'habitations rudimentaires et provisoires, et les maisons préfabriquées, les plus rapides à édifier, grâce à la possibilité de montage à la chaîne, peuvent très bien, pourvu qu'elles soient étudiées avec soin et construites avec des matériaux convenables, être considérées comme du « définitif » (1). L'aluminium fournit à cet égard une excellente matière première, dont l'Angleterre possède des stocks importants constitués pendant la guerre, en vue de développer encore sa production aéronautique. Elle les a mis à profit pour monter la production, en grande série, d'un type remarquable de maisons en aluminium, dotées du maximum de confort, et que ses chaînes de montage livrent à une cadence accélérée.*

**L**ors de la cessation des hostilités, la Grande-Bretagne se trouvait posséder des stocks importants d'aluminium dont la plus grande partie avait été réservée à la fabrication des avions. Brusquement, celle-ci cessait presque entièrement. On chercha aussitôt une nouvelle destination pour ces stocks, afin qu'ils fussent utilisés pour le plus grand profit ou pour un des besoins les plus urgents du pays : le Gouvernement décida de les consacrer au relogement des sinistrés. Des plans pour fabriquer des maisons démontables furent donc dressés, bien que les prix dussent, en raison de

la cherté du métal, se révéler plus élevés que celui des maisons préfabriquées en bois. Mais la matière première se trouvait prête à être travaillée, ce qui constituait un avantage appréciable.

## Le plan de production

Pour mener à bien son projet, le Gouvernement choisit des usines dont la production cessait du fait de l'arrêt des fabrications de guerre

(1) Voir « La maison préfabriquée » (*Science et Vie*, n° 337, octobre 1945).

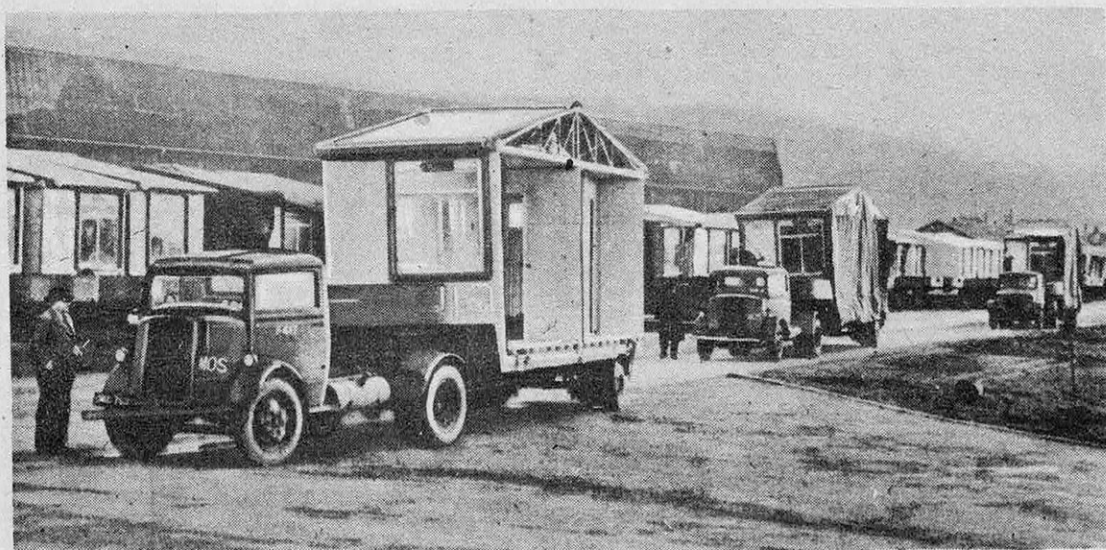


FIG. 1. — LE TRANSPORT DES MAISONS PRÉFABRIQUÉES EN ALUMINIUM

Il faut quatre voitures pour transporter les quatre éléments d'une maison en aluminium, dont le poids total est de 7 t.

Le premier élément comprend une moitié du living-room et une partie de la cuisine ; le deuxième élément comprend l'autre moitié du living-room avec le calorifère, l'appareillage pour la cuisine et la salle de bains ; le troisième comprend le hall, une partie de la première chambre et la moitié de la deuxième ; le dernier comprend le reste des deux chambres. La maison est conçue pour une famille de quatre personnes.

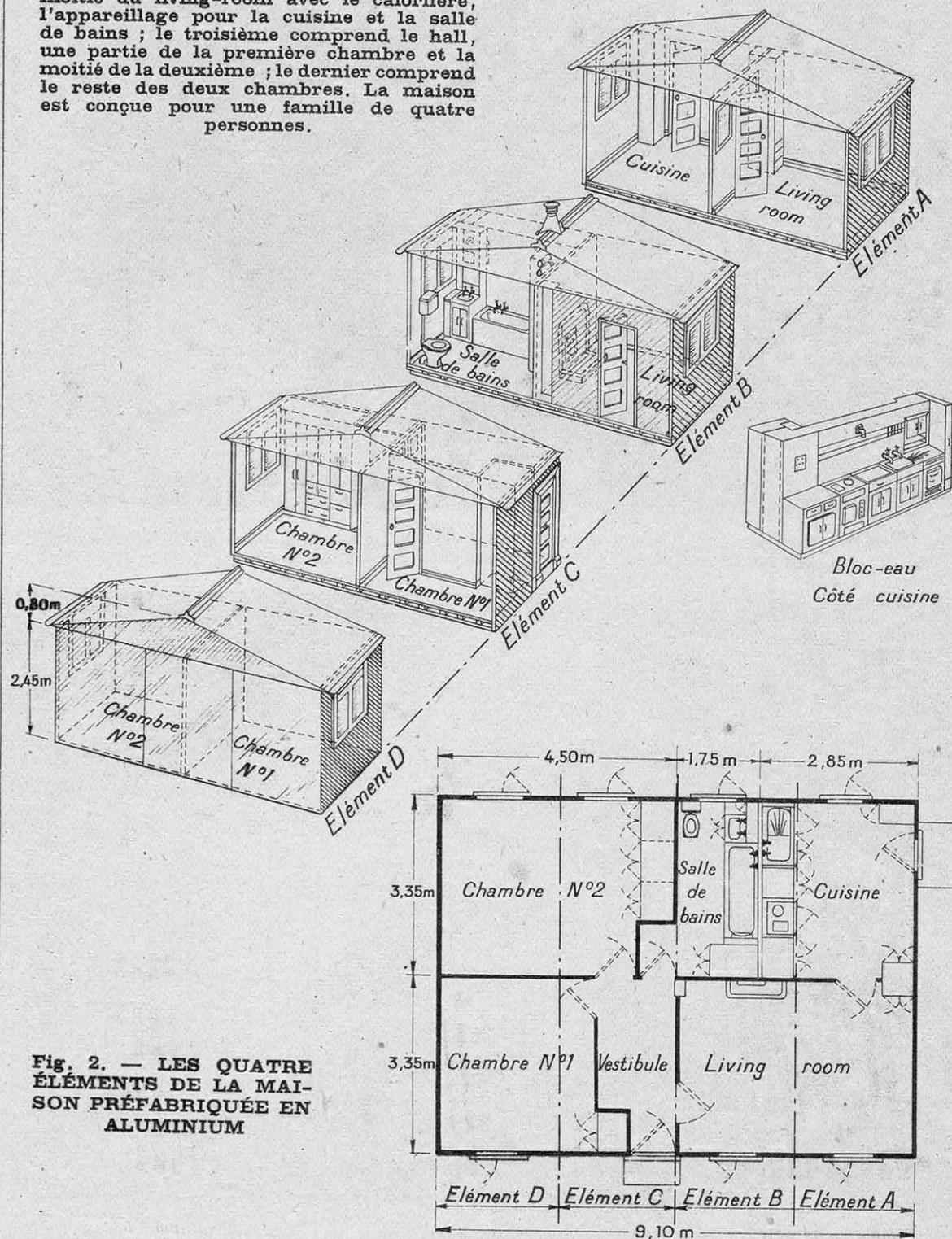


Fig. 2. — LES QUATRE ÉLÉMENTS DE LA MAISON PRÉFABRIQUÉE EN ALUMINIUM

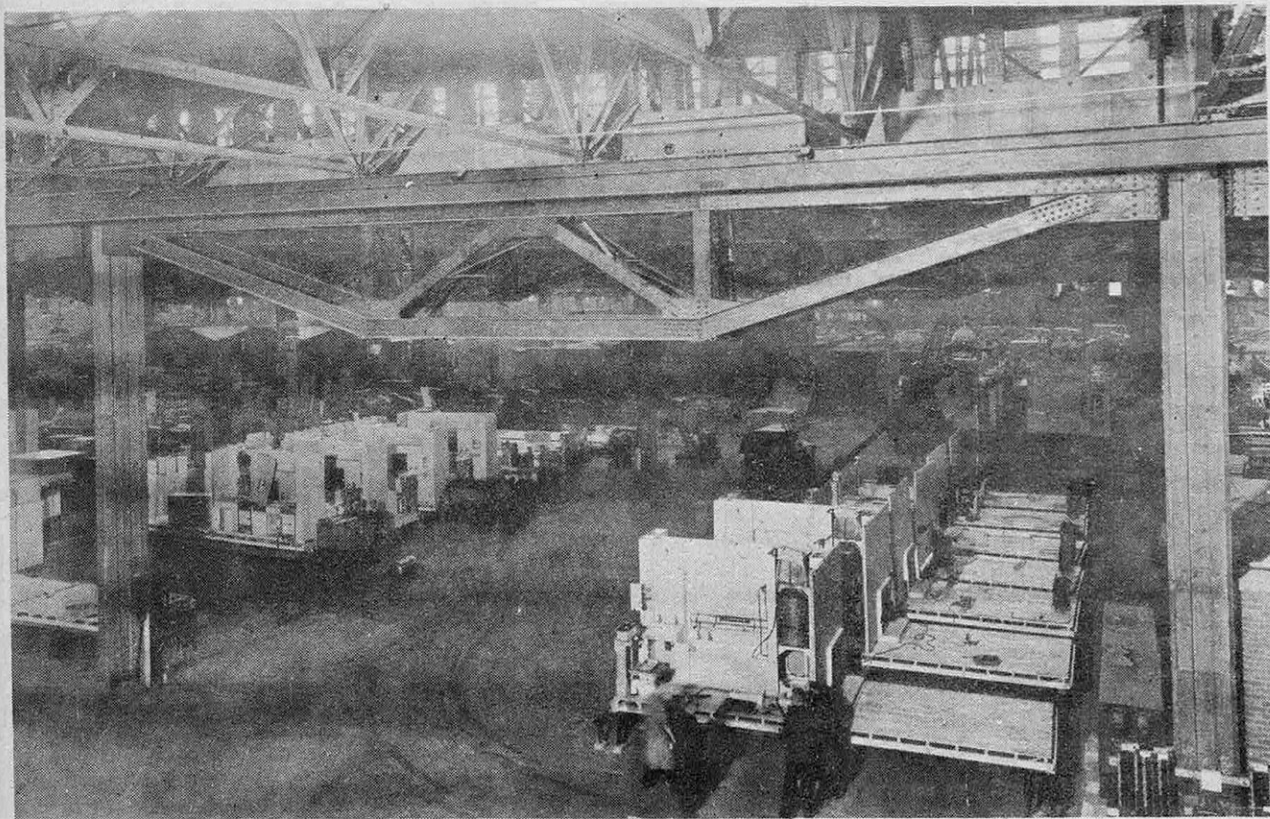


FIG. 3. — MONTAGE, DANS UNE USINE D'AVIATION, D'UNE SÉRIE D'ÉLÉMENTS « B » DE MAISONS PRÉFABRIQUÉES, COMPORTANT L'APPAREILLAGE POUR LA CUISINE ET LA SALLE DE BAINS (« BLOC-EAU »), EN PROVENANCE D'UNE AUTRE USINE

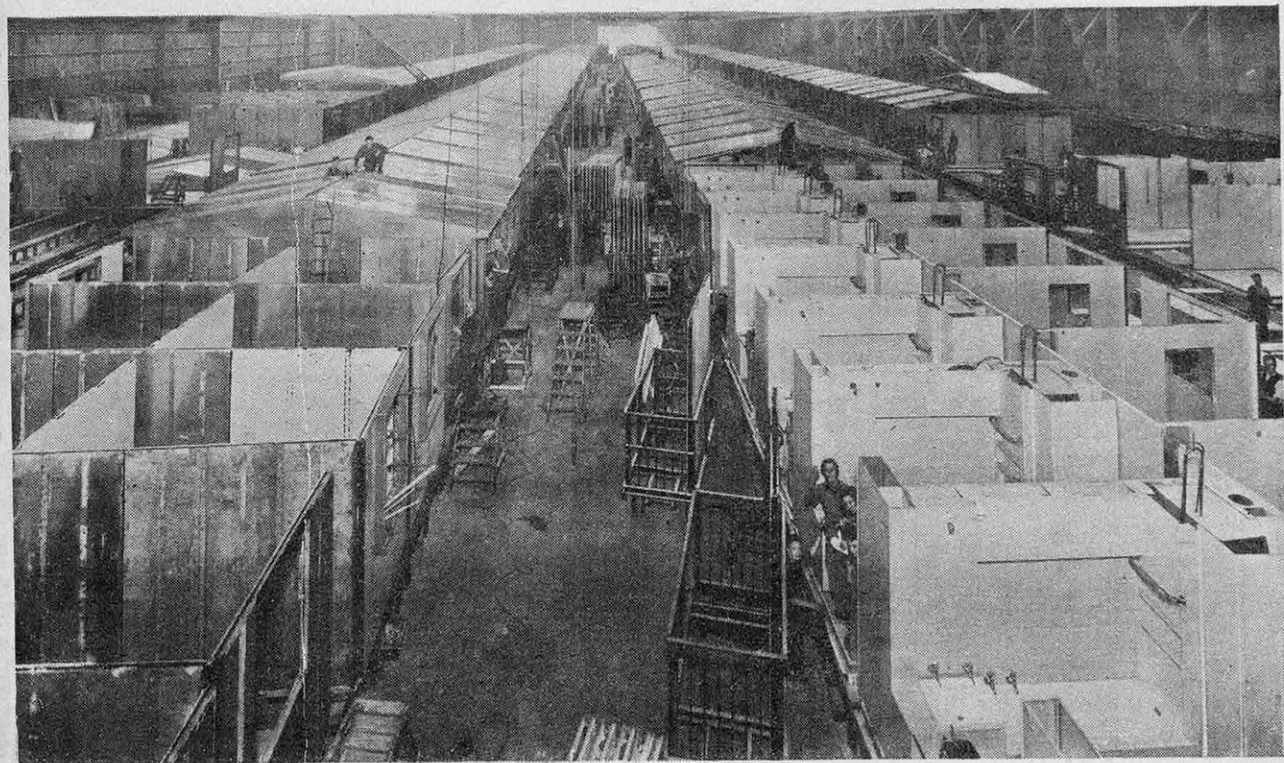


FIG. 4. — A GAUCHE, MONTAGE D'UNE SÉRIE D'ÉLÉMENTS « D » (COMPOSANT UNE PARTIE DES CHAMBRES A COUCHER) ; A DROITE, MONTAGE D'UNE SÉRIE D'ÉLÉMENTS « B » (UNE PARTIE DE LIVING-ROOM ET DE LA CUISINE, ET SALLE DE BAINS)

et qui se trouvaient en même temps être les mieux outillées pour travailler l'aluminium : les usines d'aviation. Cinq parmi celles-ci : Bristol à Weston-Super-Mare, Hawksley à Hucclecote, Vickers-Armstrong à Chester et Blackpool-Blackburn à Dumbarton, furent désignées pour subir cette « reconversion », qui n'est pas encore terminée, bien qu'elle soit activement poussée. L'État a passé des commandes pour 50 000 maisons en aluminium, dont la livraison doit s'échelonner jusqu'en août 1947. Le rendement des usines est légèrement en avance sur les prévisions et le chiffre record de 700 maisons construites en une semaine a été atteint. Le maximum prévu est de 5 375 maisons par mois, ou une toutes les trois minutes de chaque jour ouvrable dans les cinq usines. A la fin de juin 1946, 1 800 maisons étaient montées et, à la fin de novembre, le chiffre de production s'élevait à 11 293.

Le Gouvernement reste propriétaire des maisons dont il a commandé la fabrication. Il les loue 10 shillings (240 f) par semaine aux municipalités, qui les sous-louent, avec une parcelle de terrain, 17 shillings 6 pences (420 f). Le prix total de la maison, y compris le sol et la clôture, revient à 1 365 livres (655 200 f).

### L'aménagement des maisons

Les plans ont été dessinés pour le logement d'une famille de quatre personnes, composée du père, de la mère et de deux enfants (d'autres plans sont à l'étude pour des maisons à deux étages à l'usage des familles plus nombreuses). Cette maison, toute en rez-de-chaussée et occupant une surface d'environ 56 m<sup>2</sup>, comprend un living-room (salon-salle à manger), deux chambres à coucher, une salle de bains avec W.-C., une cuisine et une entrée (fig. 2).

Les méthodes les plus modernes ont été mises en œuvre pour épargner toute peine aux ménagères. La cuisine, suffisamment spacieuse pour que l'on puisse s'y déplacer à l'aise, est exceptionnellement bien équipée, avec une cuisinière, un réfrigérateur, une machine à laver le linge, un évier, un égoutte-plats, un garde-manger et une armoire pour tous usages (fig. 6). La cloison qui sépare la cuisine du living-room est percée d'une large vitre qui permet à la maman de surveiller ses enfants pendant qu'elle s'occupe de la cuisine.

La salle de bains comporte une armoire chauffante, ainsi que les accessoires usuels du type le plus nouveau (fig. 7).

L'eau chaude est fournie par un chauffe-eau à immersion (contrôlé par un thermostat), ainsi que par un poêle formant chaudière, placé dans le living-room. Des expériences très sévères ont été faites pour s'assurer que la maison ne souffre pas de la condensation. Les deux chambres possèdent le chauffage central et des garde-robes encastrées.

### La fabrication

La maison en aluminium n'a rien de ce qu'on pourrait appeler une maison de pacotille : quoique préfabriquée, c'est une construction solide, faite pour durer de quarante à cinquante ans. Les murs sont constitués d'un revêtement extérieur fait d'une feuille d'aluminium sur

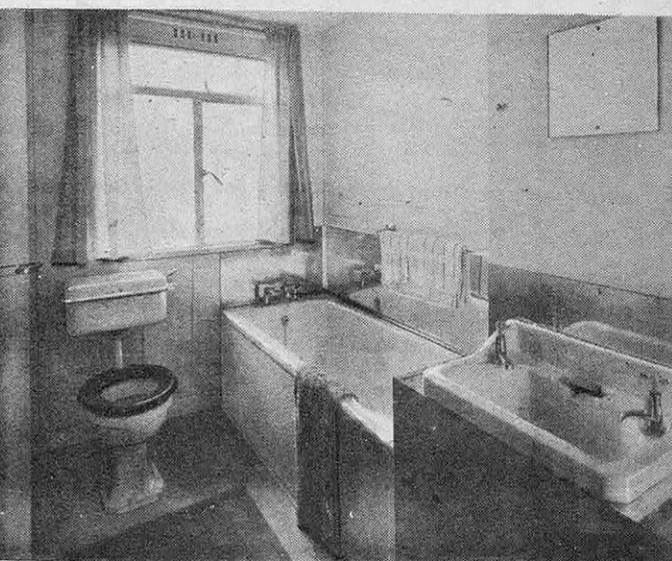
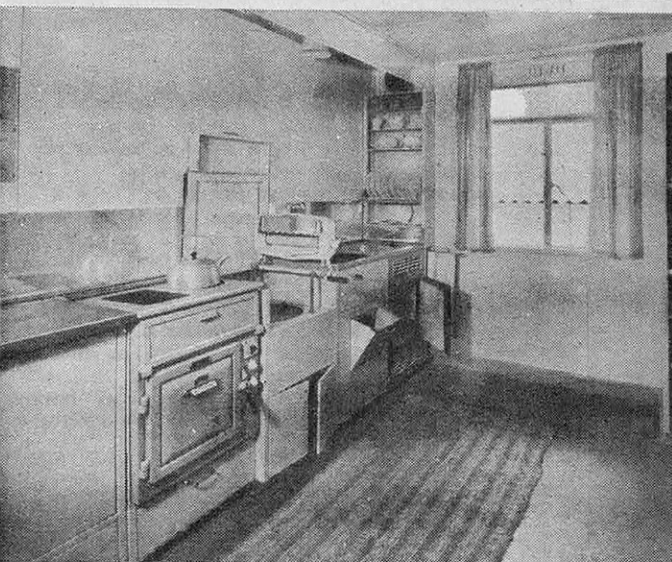
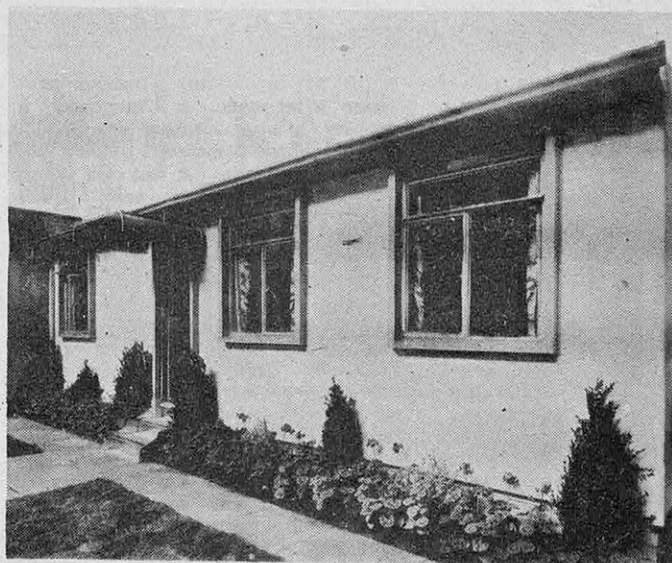


FIG. 5, 6 ET 7. — UNE MAISON PRÉFABRIQUÉE, SA CUISINE AVEC RÉFRIGÉRATEUR, MACHINE A LAYER LE LINGE, ETC., ET SA SALLE DE BAINS AVEC ARMOIRE CHAUFFANTE

laquelle est appliqué un béton poreux, avec couche de bitume interposée. A l'intérieur, le mur est recouvert d'une cloison de plâtre expansé, une couche intérieure de bitume et une couche superficielle de béton. Le toit est formé par une couche de bitume placée entre des feuilles plates d'aluminium au-dessus, et des tôles ondulées en dessous. Le plafond est fait en fibre de bois avec une couverture isolante et, entre les deux, un filtre de condensation est destiné à empêcher la pénétration de la vapeur et l'humidité qui en résulterait. Ces maisons préfabriquées sont entièrement montées dans les anciennes usines d'aviation, les divers éléments provenant d'usines extérieures. Au dernier échelon du montage, la maison se présente en quatre parties séparées, comme le montre la figure 2.

Lorsque ces quatre unités sortent des chaînes où elles ont été montées selon les procédés les plus récents et la technique la plus rationnelle (fig. 3 et 4), elles sont placées sur quatre remorques et bâchées, prêtes ainsi à être livrées à l'endroit indiqué par le Ministère de la Santé publique. Pour transporter une maison préfabriquée en aluminium, il faut donc quatre voitures, auxquelles s'ajoute une voiture-grue, pour effectuer le déchargement et la mise en place (fig. 1).

### Les quartiers de maisons préfabriquées

Le ministère des Travaux publics est responsable de la préparation du site ; il trace un programme afin que les terrains soient prêts assez à l'avance de façon à éviter tout embouteillage dans les livraisons. En collaboration avec les municipalités, il fait aménager un terrain propre à devenir un quartier de maisons préfabriquées : création de rues, construction de canalisations d'eau, d'égouts, pose de conduites de gaz, de lignes électriques et téléphoniques, aménagement de l'emplacement des maisons, lequel consiste en la construction d'un soubassement

de briques d'environ 30 cm de hauteur, des fosses, des arrivées des canalisations, etc... De plus, comme il a été dit plus haut, à chaque maison est allouée une petite parcelle de terrain que la famille peut cultiver et qui est entourée par un grillage posé par les soins de la municipalité. Ces travaux, en général, ont été confiés à des prisonniers de guerre. Lorsque le convoi arrive sur l'emplacement, il faut deux heures environ à une équipe de sept hommes pour assembler la maison, qui devient habitable immédiatement. Lorsque l'équipe est bien entraînée, il lui suffit de moins d'une heure.

Malgré la disposition géométrique et la symétrie qui, dans ces quartiers de maisons préfabriquées, pourrait faire penser à un camp, la maison-aluminium, prise isolément, semble fort appréciée par ses occupants grâce au soin apporté par le constructeur à leur procurer le maximum de confort. Contrairement à ce qu'on aurait pu craindre, la maison n'est ni trop chaude en été, ni trop froide en hiver, et la température y demeure agréable. Un petit inconvénient résulte, cependant, de ce qu'en raison de la construction des murs en ciment, il est impossible d'y enfoncer un clou, sauf le long d'une mince cimaise.

En plus du confort qu'elle permet, la construction des maisons en aluminium a eu l'avantage, très appréciable pour la Grande-Bretagne, de fournir du travail immédiat et utile à des usines qui, autrement, risquaient de se trouver sans utilisation possible. Du fait du caractère purement industriel de cette construction, il a été demandé très peu de main-d'œuvre à la corporation du bâtiment, déjà surchargée de travail par l'édition de maisons du type ordinaire, tandis qu'on a pu employer un nombre important de travailleurs non qualifiés, libérant ainsi la main-d'œuvre spécialisée au profit des autres industries qui la réclament.

Y. PERLÈS

— Un grave danger menace actuellement de compromettre les résultats obtenus jusqu'ici grâce à la pénicilline dans la thérapeutique des gonocoques, telles que la blennorragie. On assiste en effet, depuis quelques mois, à l'apparition d'une pénicillo-résistance des gonocoques, qui étaient naguère extrêmement sensibles au traitement pénicillique. Alors qu'une cure de 100 000 à 200 000 unités était presque toujours suffisante jusqu'en automne 1946, on voit apparaître maintenant des cas rebelles à 2, 3 et même 5 millions d'unités. Il est encore trop tôt pour savoir si cette pénicillo-résistance se généralisera comme la sulfamido-résistance des gonocoques, ou si, comme on l'espère, ses effets resteront limités.

— Le perfectionnement des méthodes de préparation industrielle de la pénicilline a permis d'accroître considérablement la production de ce produit au cours des quatre dernières années. Dans la plupart des pays d'Europe et d'Amérique, l'offre et la demande tendent à s'équilibrer, et la concurrence commerciale des différents fabricants devient acharnée. Aussi, le prix de gros de la pénicilline, qui était de 75 dollars (9 000 francs environ) les 100 000 unités en janvier 1944, a-t-il subi une chute vertigineuse qui l'a ramené à 50 cents (60 francs) au début de 1946, et même 40 cents (moins de 50 francs) à la fin de cette année. Cette baisse considérable permettra d'étendre les applications du puissant antibiotique à nombre d'infections banales curables par d'autres moyens, qui étaient jusqu'à présent plus économiques.



# LA MATIÈRE VIVANTE SES CARACTÈRES, SON ORIGINE

par Marcel MARMET  
Agrégé de l'Université

**L**e problème dominant de toute pensée scientifique et philosophique est sans conteste celui de la vie, de ses caractères distinctifs, de ses origines. Il s'est imposé à l'esprit humain dès que celui-ci, s'élevant au-dessus des contingences de la vie animale, s'est éveillé à l'intelligence et à la réflexion. Il est demeuré jusqu'à aujourd'hui sans solution. La biologie, cette discipline qui, dans la hiérarchie des sciences, vient sans doute au premier rang, dont l'importance pratique est capitale pour l'humanité et dont l'essor est si grand depuis le début du siècle, reste toujours impuissante à définir l'objet même de son étude. Mouvement, forme, organisation, irritabilité, pouvoir de reproduction, croissance, assimilation, etc., tous les traits qui semblent caractériser exclusivement les êtres vivants ont pu être retrouvés à un degré variable et sous une forme plus ou moins rudimentaire dans le monde inorganique. Aussi les conceptions mécanistes et vitalistes des phénomènes vitaux continuent-elles à s'opposer irréductiblement quant aux hypothèses fondamentales sur la nature de la vie et les origines de la matière vivante. Malgré les succès obtenus par la synthèse chimique dans la reproduction des molécules extrêmement complexes entrant dans la composition de certains produits élaborés par les êtres vivants, le laboratoire est encore loin d'avoir fait la synthèse d'une matière à laquelle on puisse vraiment donner le qualificatif de vivante. Il est encore impossible de dire, malgré les énormes progrès de la physicochimie et notre connaissance chaque jour plus approfondie des formes inférieures de la vie, telles que les virus-protéines, s'il y parviendra jamais.

**L**a vie se présente à nous sous des formes extrêmement variées : un homme, un insecte, une mousse, une bactérie sont des êtres que nous n'hésitons pas, par simple intuition, à séparer du monde minéral. Malgré les très grandes différences qui les séparent, nous les tenons pour plus proches entre eux qu'ils ne le sont du caillou ou du nuage. Ces êtres si différents ont en effet des traits communs, une parenté. Le plus important de ces traits communs est leur communauté de structure, la *structure cellulaire*, qu'il est indispensable de connaître si l'on veut tenter de comprendre la vie (fig. 1 et 2).

## La structure cellulaire

La structure cellulaire fut découverte par le physicien anglais Hooke, en 1767, mais il fallut attendre 1839 pour que Purkinje attirât l'attention sur le contenu de ces cellules : la petite gouttelette de gelée fluide qui constitue la matière vivante, et qu'il appela *protoplasme*.

Une cellule complète comprend (fig. 3) :

1° Une *membrane*, simple différenciation physique et chimique du protoplasme, qui enveloppe la cellule et régit ses échanges avec le milieu extérieur ;

2° Un *cytoplasme* formé d'une gelée rappelant le blanc d'œuf par sa composition et ses propriétés ; dans celle-ci sont en suspension des corps figurés ou inclusions, qui comprennent :

— des inclusions non vivantes ; des *vacuoles*, petites cavités remplies de substances secrétées par la cellule, des *globules gras*, des grains albuminoïdes, des déchets (urée, urate), et des substances diverses fabriquées par la cellule ;

— des inclusions vivantes faisant partie intégrante de la cellule : ce sont les *chondriosomes* en forme de filaments ou de grains, dont le rôle est mal connu ; il semble que ce soient des catalyseurs cellulaires ;

3° Un *noyau* contenant un réseau avec des grains de *chromatine* (1), un *nucléole*, un *suc nucléaire*.

Cette description de la structure cellulaire ne s'applique pas dans son détail d'une façon absolument générale à toutes les cellules vivantes.

En effet, les bactéries présentent une structure cellulaire notablement simplifiée. Par exemple, dans une cellule de bacille du charbon, il n'y a jamais de chondriosomes, ce qui démontre que ceux-ci ne sont pas indispensables à la vie (d'ailleurs, un autre groupe végétal, les algues bleues, n'en possède pas non plus).

Les cellules bactériennes adultes n'ont pas de noyau distinct (fig. 4), mais, traitées par les colorants caractéristiques de la chromatine, elles montrent de très fines granulations réparties dans tout le cytoplasme, ce qui signifie que la

(1) Ainsi appelée parce qu'elle fixe certains colorants.

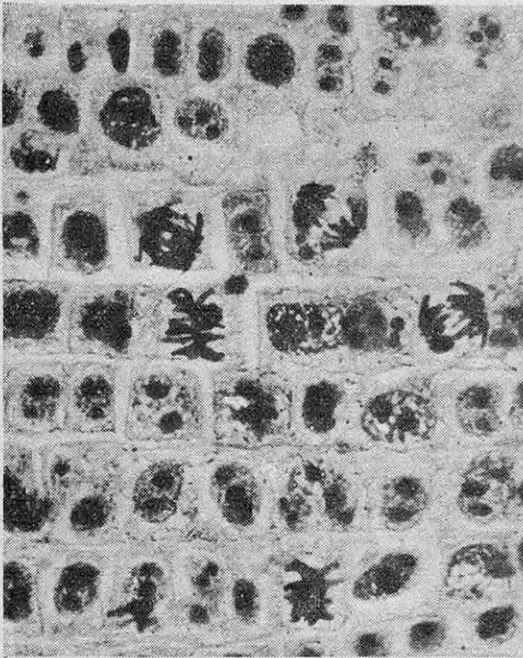


FIG. 1. — TISSU VÉGÉTAL (RACINE D'AIL) (GROSSI 500 FOIS)

Cette photographie représente, voisinant avec des cellules au repos dont le noyau contient un nucléole et des grains de chromatine, des cellules en cours de mitose (division) avec chromosomes bien visibles.



FIG. 2. — CELLULES ANIMALES : COUPE D'OVAIRE DE POISSON (GROSSI 36 FOIS)

Les grandes cellules sont des ovules complètement développés, contenant de nombreux globules de réserve (lécithine, etc.). Les petites, à cytoplasme foncé et noyau clair, sont des ovules jeunes.

chromatine n'est pas absente, mais seulement, qu'au lieu d'être concentrée en un noyau différencié, elle est diffuse dans tout le cytoplasme ; c'est un *noyau diffus*.

Ainsi, quelle que soit sa taille, l'être vivant nous apparaît comme constitué d'éléments cellulaires : il peut être composé de plusieurs millions de milliards de cellules, comme les êtres pluricellulaires (par exemple, le cerveau de l'homme contient à lui seul neuf milliards de cellules nerveuses proprement dites) ; certains vers ou algues n'ont que quelques cellules ; il n'y en a qu'une seule chez les animaux et les végétaux unicellulaires (bactéries, protozoaires, certaines algues). La vie est donc un *phénomène cellulaire*, c'est-à-dire qu'elle n'est possible que dans des systèmes très petits ; donc les propriétés de la vie doivent être cherchées, non à notre échelle propre, mais à l'échelle microscopique qui est celle de la cellule.

### Les substances constitutives de la cellule

L'eau entre pour les quatre cinquièmes dans la constitution de la cellule ; elle tient en dissolution des sels peu concentrés, la plupart dissociés en ions. Pour le reste, la masse cellulaire est faite de composés organiques : ce sont des corps carbonés, les plus complexes de la chimie, dans lesquels dominent le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote ; les plus communs sont les *glucides* (sucres, féculents), et les *lipides* (corps gras) ; mais les plus caractéristiques sont les *protides* (composés azotés). Alors que les molécules ordinaires sont de

petite taille, celles des protides sont énormes et de nombreuses propriétés de la vie sont dues à l'énorme taille des molécules protéiques (fig. 5).

Mais réunirait-on tous ces composés chimiques que l'on n'aurait pas une cellule : la matière vivante n'est pas un simple mélange. Ces composés sont associés en de véritables édifices chimiques d'architecture extrêmement délicate et précise, et d'une grande complexité.

Malgré toutes les recherches, la structure exacte de la matière vivante reste inconnue : on commence cependant à entrevoir dans quelques cas particuliers la structure de certains composants cellulaires, la chromatine, par exemple (fig. 6).

Les constituants que l'on retrouve dans tous les types cellulaires, protides, glucides, lipides, stérols, ne sont pas répartis d'une manière régulière : certaines parties de la cellule sont plus riches en lipides et stérols (membrane, chondriosomes), d'autres en nucléoprotéines (chromatine du noyau), etc. Malgré cette répartition inégale, toutes ces substances sont en équilibre chimique et physique. Il existe en effet dans la cellule un équilibre osmotique (c'est-à-dire des concentrations salines), un équilibre électrique (charges électriques), un équilibre entre acides et bases et un équilibre entre oxydants et réducteurs. La cellule est donc un *système hétérogène en équilibre interne*.

### La cellule, système en équilibre dynamique

Constance de forme et de structure ne veut pas dire état statique : un arbre, un homme

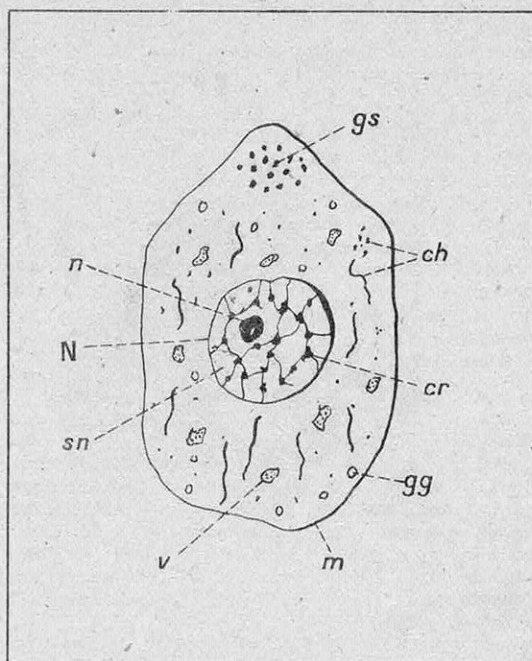


FIG. 3. — STRUCTURE SCHÉMATIQUE D'UNE CELLULE

m, membrane; — gg, globules gras; — ch, chondriosomes granuleux et filamenteux; — v, vacuole; — gs, grains de sécrétion; — N, noyau; — n, nucléole; sn, suc nucléolaire; — cr, grains de chromatine.

nous semblent, au vieillissement près, toujours les mêmes, et, si nous examinons leurs cellules au microscope, elles semblent ne pas varier; mais cette stabilité n'est qu'une apparence qui disparaîtrait si nous pouvions voir les choses à l'échelle moléculaire.

La cellule est perpétuellement le siège de deux processus opposés : d'une part, la *désassimilation* qui dégrade les aliments, les réserves, le protoplasme, produisant des déchets et de l'énergie, destruction incessante pendant toute la durée de la vie; d'autre part, l'*assimilation*, processus inverse qui, par la synthèse de protoplasme et des réserves, remplace ce qui est détruit.

La vie équilibrée d'un organisme résulte de la compensation exacte de ces deux évolutions inverses qui se traduisent par un incessant flux de matières à travers notre organisme. Par exemple, un homme de 70 ans a absorbé dans sa vie 50 tonnes d'aliments et 12 millions de litres d'oxygène. Les aliments ne traversent pas seulement l'organisme, mais le renouvellent : par exemple, les os d'un vertébré, qui semblent immuables, ont été bien des fois entièrement détruits et reconstruits. Ce renouvellement s'effectue progressivement, ce qui donne l'illusion d'un état statique : en réalité des milliards d'atomes viennent à chaque instant s'intégrer à l'organisme; ils sont pour un temps sa propre substance, puis l'abandonnent et sont remplacés par d'autres : dégradation et synthèse s'équilibrent automatiquement, se proportionnant l'une à l'autre. « Ces processus antagonistes en action sont le cours même de la vie » (Mayer). La cellule n'est donc pas seulement une organisation, mais une aptitude à maintenir cette organisation.

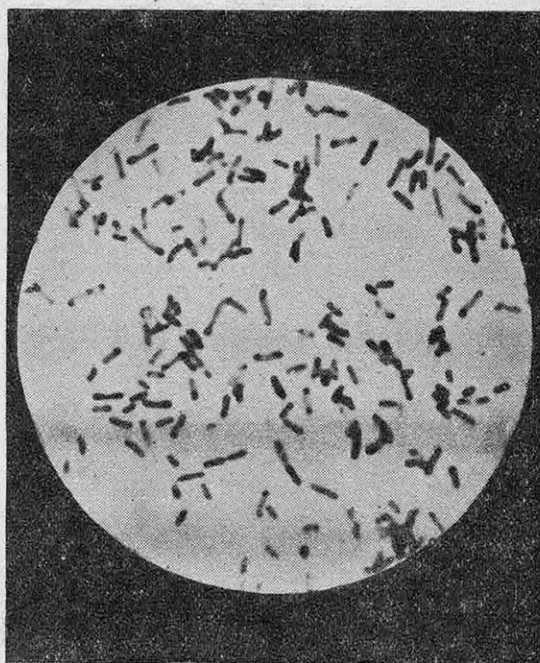


FIG. 4. — EXEMPLE DE BACTÉRIE : LE BACILLE TYPHIQUE (GROSSI 1750 FOIS)

Les cellules bactériennes sont caractérisées par l'absence apparente de noyau; une microphotographie à plus fort grossissement montrerait, réparties dans tout le cytoplasme, de très fines granulations de chromatine constituant le « noyau diffus ».

### Les réactions cellulaires

Alors que les réactions chimiques sont réalisées dans les laboratoires ou dans la nature, les unes avec brutalité, d'autres avec une lenteur désespérante, les cellules ont l'originalité d'effectuer ces mêmes réactions tantôt en accélérant considérablement les réactions lentes (exemple de la saponification des lipides), tantôt en freinant les émissions brutales d'énergie (exemple de la combinaison d'oxygène et d'hydrogène).

Les cellules confèrent à certains corps une réactivité absolument inusuelle grâce à des agents catalytiques qu'elles fabriquent elles-mêmes, les *diastases* ou *enzymes*, dont l'activité est prodigieuse : la saccharase décompose deux cent mille fois son poids de sucre, la présure coagule six cent mille fois son poids de caséine. D'autres catalyseurs sont puisés au dehors (cas des vitamines pour les animaux).

Cependant le mécanisme général des synthèses n'est pas encore élucidé. Comment les réactions chimiques donnent-elles naissance à des molécules si particulières? Pourquoi, parmi tous les sucres en  $C_6$ , est-ce toujours tel sucre qui se forme et non les autres? Comment les processus de synthèse sont-ils brusquement accélérés dans certaines éventualités comme la croissance, la réparation des blessures, la régénération d'un membre? Pourquoi dans un même milieu, à une même température, certains organismes se développent-ils, c'est-à-dire effectuent des synthèses à grandes vitesses, alors que tels autres ne le font pas?

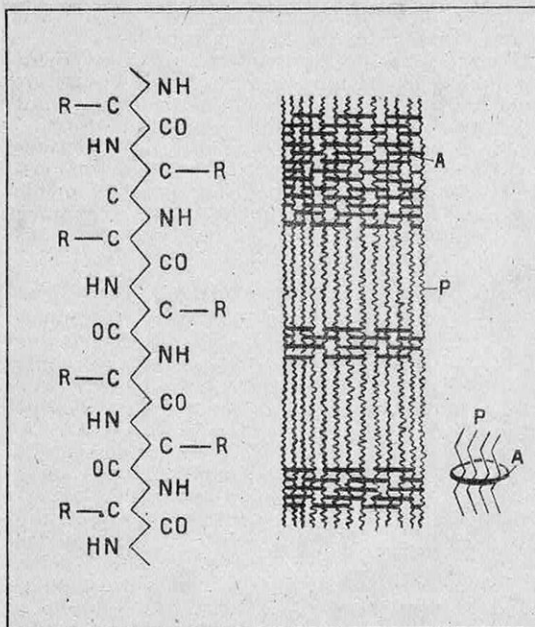


FIG. 5 ET 6. — SCHEMA D'UN FRAGMENT DE CHAINE D'ACIDES AMINES, CONSTITUANTS DES PROTIDES (A GAUCHE). SCHEMA DE LA STRUCTURE DE LA CHROMATINE (A DROITE)

Les molécules d'acides nucléiques A sont groupées en bandes transversales en forme d'anneau (correspondant aux bandes colorables des chromosomes), chaque anneau entourant quatre chaînes polypeptidiques P orientées selon la longueur des chromosomes (d'après Wrinch).

On mesure l'importance des lacunes de notre connaissance, mais chaque jour des recherches nouvelles viennent peu à peu les combler.

Remarquons pour conclure que, malgré leur processus particuliers, les réactions qui se déroulent chez les êtres vivants sont, sans exception aucune, en accord avec les lois générales de la physique et de la chimie.

### La cellule, transformateur d'énergie

Nous venons de dire que la cellule est le siège d'un flux incessant de matière : nous pourrions dire également qu'elle est le siège d'un flux incessant d'énergie.

En ce qui concerne l'énergie captée par la cellule, une distinction s'impose :

Pour les êtres vivants non *chlorophylliens*, c'est-à-dire tous les animaux, les champignons, les bactéries, l'énergie contenue dans leurs aliments organiques, protides, glucides et lipides, est en effet la seule qu'ils puissent utiliser. C'est ce qui explique qu'ils ne puissent vivre à partir d'aliments purement minéraux : de tels êtres dépendent donc de l'existence d'autres êtres vivants qui leur fournissent des composés organiques, c'est ce qu'on exprime en les qualifiant d'*hétérotrophes*.

D'autres êtres vivants possèdent de la *chlorophylle* (tous les végétaux verts) (fig. 7). Grâce à cette substance, ils captent l'énergie lumineuse du soleil, à l'aide de laquelle ils réalisent leurs synthèses à partir de substances purement

minérales (fig. 8) ; ils sont capables d'une vie *autotrophe*, et, comme c'est la lumière qui leur donne cette faculté, on les qualifie de *phototrophes*.

Enfin, certains êtres, bien que dépourvus de chlorophylle, peuvent subsister à l'aide d'aliments purement minéraux ; ils libèrent l'énergie contenue dans ces aliments en les oxydant. Par exemple, les bactéries nitreuses et nitriques oxydent l'ammoniaque et l'acide nitreux, les bactéries sulfureuses oxydent l'hydrogène sulfuré, les bactéries ferrugineuses oxydent les sels de fer. Ces êtres qui constituent, à vrai dire, un groupe assez peu nombreux, sont appelés *chimiotrophes*.

L'énergie reçue est transformée par les cellules, qui la restituent sous de nouvelles formes.

Les cellules peuvent d'abord produire de l'énergie mécanique se manifestant par un mouvement. Beaucoup de cellules sont mobiles soit par des cils (protozoaires, bactéries) (fig. 9), soit par flagelles (protozoaires, algues, gamètes) (fig. 10 et 11), soit par pseudopodes (amibes, leucocytes) (fig. 12). D'autres cellules, immobiles, sont *contractiles* (cellules musculaires). Enfin certaines cellules immobiles présentent des courants intracellulaires (cyclose) (fig. 13).

Les cellules émettent également de l'énergie thermique ou *chaleur* : c'est la chaleur animale, la chaleur végétale (beaucoup plus faible), la chaleur dégagée par les bactéries dans les fermentations (par exemple, la température au centre d'un tas de fumier peut atteindre 80°).

Les cellules produisent aussi de l'énergie électrique. Qui ne connaît la décharge électrique donnée par la torpille ou le gymnote ? On sait que les muscles et les nerfs sont le siège de phénomènes électriques bien étudiés. En réalité il y a là un phénomène absolument général ; toutes les cellules offrent une polarisation superficielle positive : la différence de potentiel entre le centre et la surface varie entre 0,03 et 0,06 volt.

Enfin, l'énergie lumineuse (1) n'existe que chez certains êtres : noctiluques lucioles, pyrophores, certains poissons de grandes profondeurs, certains champignons, etc. Cette lumière « froide » est engendrée par des réactions diastatiques d'oxydation (Raphaël Dubois).

Si l'on compare ces deux courants énergétiques d'entrée et de sortie, toutes les mesures effectuées par Robert Mayer, Helmholtz, Atwater, etc., montrent qu'il y a égalité entre l'énergie reçue et l'énergie émise, en tenant compte, le cas échéant, de l'énergie stockée sous forme de matière vivante (pendant la croissance), ou de réserves. *Il n'y a donc pas création d'énergie*. Il n'y a pas d'énergie vitale particulière, et les grandes lois de l'énergétique s'appliquent aux êtres vivants, en particulier le principe de la conservation de l'énergie.

### Irritabilité et réactions de défense de la cellule

Les cellules sont *irritables* et réagissent aux variations du milieu extérieur, et ce caractère est commun à toutes les cellules.

Si, dans la vie courante, les animaux nous paraissent seuls sensibles, c'est qu'ils possèdent

(1) Voir « Les êtres vivants lumineux » (*Science et Vie*, n° 348, septembre 1946).

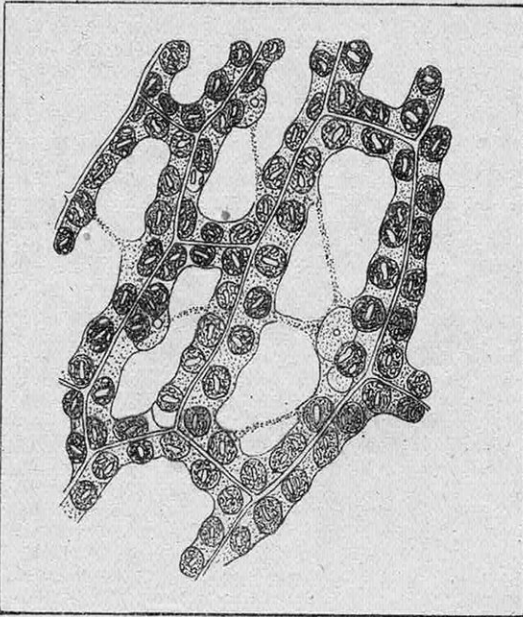


FIG. 7. — CHLOROPLASTES D'UNE FEUILLE DE MOUSSE (« FUNARIA HYGROMETRICA »)

Ce sont les chloroplastes qui, sous l'action de la lumière solaire, élaborent l'amidon, dont les grains, issus de cette photosynthèse, sont visibles dans les chloroplastes sous forme de taches blanches (d'après Sachs).

dans leurs organes des cellules hautement spécialisées pour percevoir les pressions, la lumière, les sons, le froid, le chaud, etc. Mais les végétaux ne sont pas dépourvus de sensibilité : chacun connaît la sensitive, ou mimosa pudique, dont les feuilles se replient au moindre contact (fig. 14) ; les vrilles de la vigne possèdent des cellules mille fois plus sensibles aux contacts que les doigts de l'homme. On pourrait multiplier les exemples de sensibilité chez les végétaux, en particulier chez les algues unicellulaires sensibles à la lumière, etc. En réalité, une sensibilité diffuse et générale est un caractère qui se rencontre chez toutes les cellules.

Toute perturbation déclenche dans la cellule une réaction antagoniste qui tend à rétablir l'équilibre primitif.

Chez les êtres inférieurs unicellulaires, ces réactions de défense sont frustes ; elles se signalent souvent par la fuite des cellules mobiles, lorsque l'agent est nocif. Par exemple des amibes, des paramécies fuient un point trop chaud ou trop froid ou une substance chimique irritante.

Chez les êtres supérieurs, les réactions de défense prennent un caractère particulièrement précis et bien réglé du fait de l'intervention de nombreux organes spécialisés. Par exemple, la régulation des propriétés du sang est assurée par des mécanismes nombreux et très précis ; chez les animaux supérieurs (oiseaux, mammifères), il existe une régulation de la température. Une régulation de la structure existe également : ce n'est autre que la réparation des plaies, la régénération des parties amputées (chez les plantes et pour les membres des animaux inférieurs). Il y a enfin chez les animaux

régulation de l'équilibre. En particulier, chez l'homme, la station verticale est un miracle d'activité coordonnée de nos muscles (1).

La vie nous paraît donc résister activement au milieu extérieur et tout mettre en œuvre pour sa conservation. Les cellules de l'être vivant sont des systèmes organisés autorégulateurs.

Mais ce point de vue de l'utilité des réactions de défense des organismes est un des plus critiqués ; certains physiologistes pensent même que les réactions sont quelconques. L'examen des arguments invoqués et leur critique nous entraîneraient hors du cadre de cet exposé.

### La multiplication des cellules

Les êtres unicellulaires (protozoaires, algues unicellulaires), après avoir atteint une certaine taille, se divisent et donnent deux êtres vivants qui continuent la lignée si exactement que celle-ci semble immortelle : les unicellulaires sont « potentiellement immortels », c'est-à-dire ne meurent que d'accident et non de vieillesse.

Les êtres pluricellulaires subissent une sorte d'usure qui rend leur fonctionnement impossible, mais, avant de disparaître, ils ont donné naissance à des êtres qui repassent par tous les stades qu'ils ont traversés et deviennent semblables à leurs parents. Dans leur sein, chaque jour, des cellules se détruisent en grand nombre. Par exemple, dans chaque millimètre cube de sang, trois cent mille globules rouges sont détruits chaque jour, ce qui représente 480 milliards pour nos cinq litres de sang ; de même les cellules de la peau, de l'intestin s'exfolient, tombent et sont régulièrement remplacées. Comme pour les êtres unicellulaires, une cellule grandit, puis se cloisonne et donne deux descendantes, mais les phénomènes internes de la division sont en réalité extrêmement compliqués, car dans le noyau se passent des phénomènes en rapport avec la transmission des caractères héréditaires aux cellules filles.

Ce pouvoir de reproduction confère à la vie le caractère de se maintenir et quelquefois de

(1) Voir : « Du réflexe à l'activité volontaire » (Science et Vie, n° 348, septembre 1946).

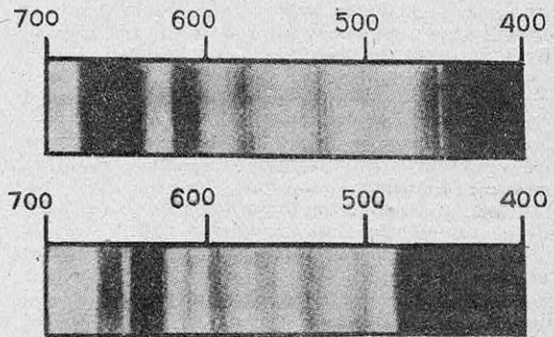


FIG. 8. — SPECTRES D'ABSORPTION DES DEUX VARIÉTÉS DE CHLOROPHYLLE

La chlorophylle est un mélange de deux pigments que l'on peut séparer par des procédés physiques, et dont les propriétés d'absorption sont légèrement différentes. La présence de bandes noires dans les spectres indique que des radiations ont été absorbées : c'est l'énergie lumineuse ainsi captée qui servira à la plante pour ses synthèses endothermiques (glucides) (d'après Willstätter).

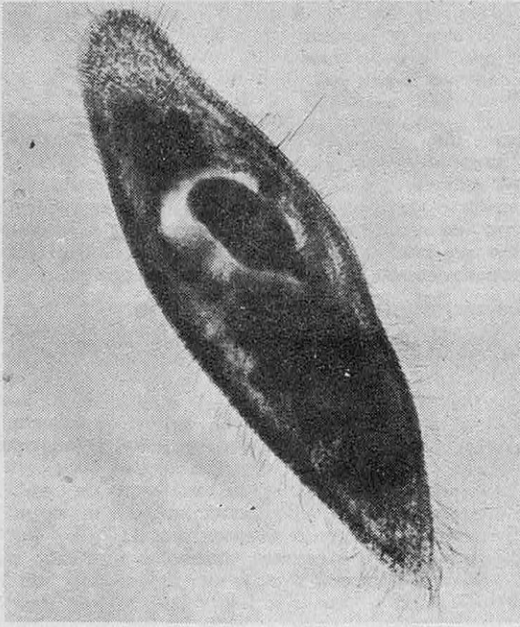


FIG. 9. — UN INFUSOIRE CILIÉ : PARAMÉCIE (GROSSI 300 FOIS)

Cet infusoire, très commun dans les eaux stagnantes, a le corps recouvert de cils vibratiles implantés dans des sillons légèrement obliques.

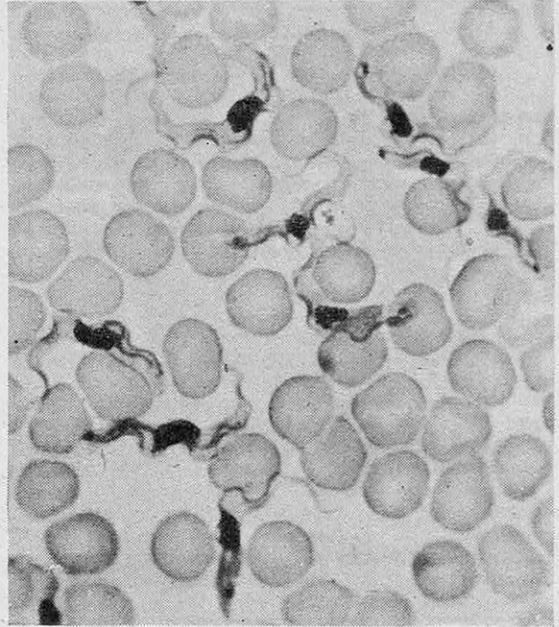


FIG. 10. — CELLULES MOBILES PAR FLAGELLES : TRYPANOSOME EVANSI (GROSSI 1200 FOIS)

Ce protozoaire est transmis aux chevaux par les mouches et les taons et vit dans leur sang, leur causant une maladie grave. La photographie montre quelques trypanosomes évoluant entre des globules rouges.

s'accroître malgré une énorme destruction des germes : des milliers des bactéries sont détruites par des conditions défavorables : des milliards d'êtres microscopiques, d'embryons, d'alevins meurent chaque jour dans le plancton marin, des milliards d'êtres vivants, insectes surtout, meurent chaque jour sur les continents. Cette mort incessante, toujours à l'œuvre, ne peut être compensée que par une énorme puissance de reproduction : une morue, une sardine pondent des millions d'œufs ; une reine d'abeilles pond trois mille œufs par jour pendant la belle saison. Une bactérie pourrait donner vingt millions de descendants en vingt-quatre heures, et en quelques jours, malgré ses petites dimensions, assez de descendants pour former une masse supérieure à celle de la Terre. De même 1 g de cellules extraites d'un organisme supérieur, cultivé dans des conditions idéales, pourrait produire en dix ans une masse supérieure à celle du Soleil... mais ce sont des calculs théoriques !

La vie est donc en expansion rapide, et elle n'est limitée que par des conditions défavorables.

### Les phénomènes de la vie se rencontrent-ils dans le monde non vivant ?

Il faut maintenant nous demander si tous les phénomènes dont nous avons vu l'existence chez les êtres vivants ne se rencontrent pas dans le monde minéral.

**Le mouvement.** — Le monde minéral nous montre des exemples curieux de mouvements qui rappellent étrangement ce que nous avons vu dans le monde animal (fig. 15).

Par exemple : une goutte d'huile, placée en

suspension dans une solution de carbonate de chaux, émet des pseudopodes comme une amibe : il s'agit d'un phénomène d'osmose et de tension superficielle. Une goutte de mercure placée dans de l'eau parmi des cristaux de bichromate, se met, si on verse de l'acide nitrique, à ramper rapidement entre les cristaux en émettant des pseudopodes comme une amibe ; là encore il s'agit d'un phénomène de tension superficielle. Enfin, si l'on observe au microscope une solution d'argent colloïdal ou une fine émulsion d'huile, on voit une agitation incessante des particules qui tourbillonnent sous l'effet des chocs moléculaires : c'est le phénomène bien connu du mouvement brownien.

Nous pouvons donc conclure que le mouvement n'est pas l'apanage de la vie.

**L'irritabilité.** — Lorsqu'un nerf reçoit une excitation, il se produit à sa surface une dépolarisation qui se propage : c'est l'influx nerveux. Or, si l'on plonge un fil de cuivre dans une solution acide, toute excitation électrique ou mécanique portée sur le fil déclenche également une dépolarisation superficielle qui se propage exactement avec les mêmes lois que pour le nerf. Un physiologiste hindou, Jacadie Bose, a fait des études très curieuses : explorant parallèlement des métaux et des plantes, il les soumet aux mêmes excitations avec les mêmes méthodes très délicates et enregistre leurs réactions ; il constate de nombreuses analogies : les métaux réagissent aux excitations électriques comme les plantes, manifestent comme un être-vivant de la fatigue et du surmenage ; par un repos prolongé, ils deviennent inertes comme une personne qui a trop dormi ; un grand froid les fait

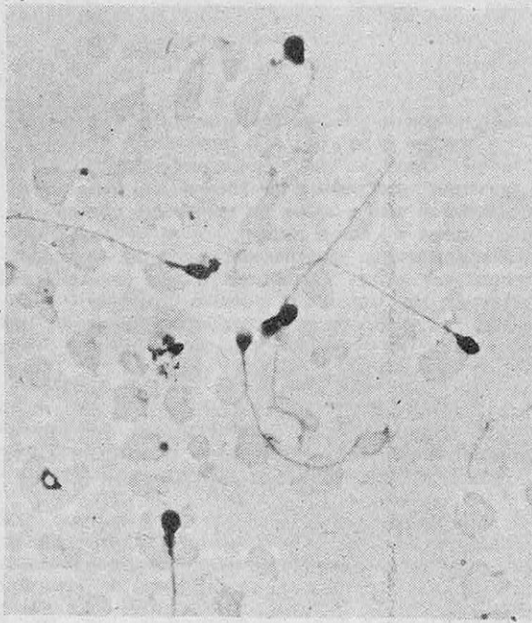


FIG. 11. — CELLULES MOBILES PAR FLAGELLES : SPERMATOZOÏDES (GROSSI 380 FOIS)

Les spermatozoïdes, cellules sexuelles mâles des métazoaires, se terminent par un long flagelle caudal qui sert à leur propulsion.

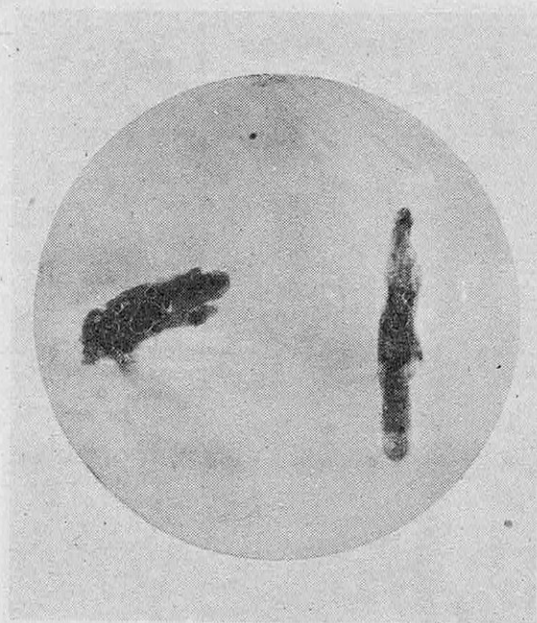


FIG. 12. — CELLULES MOBILES PAR PSEUDOPODES : AMIBES (GROSSI 50 FOIS)

Les amibes sont des protozoaires répandus dans toutes les eaux stagnantes.

tomber en léthargie comme il suspend le fonctionnement des êtres vivants ; ils s'endorment et se réveillent ; on retrouve même chez eux cette loi physiologique qu'une même substance peut, à petite dose, exciter et, à forte dose, déprimer (cas des anesthésiques).

Sans aller peut être aussi loin que Jacadie Bose, nous pouvons tout de même conclure que l'irritabilité n'est pas une propriété suffisamment caractéristique des êtres vivants.

**L'organisation.** — Sans aucun doute, la matière inerte est organisée.

Un atome est un système de protons, de neutrons et d'électrons que la physique moderne s'efforce d'analyser. Une molécule est un assemblage d'atomes et de radicaux ayant une fonction déterminée. Les cristaux présentent des architectures souvent extrêmement complexes. L'état colloïdal existe aussi en dehors du vivant : argent ou fer colloïdal.

La matière vivante nous présente en réalité une organisation d'un degré supérieur. Si de l'union de plusieurs molécules différentes peuvent naître un cristal, ou un édifice organique tel qu'une fibre de cellulose, un grain d'amidon ou une protéine, une cellule, par contre, est un complexe d'un nombre immense de molécules différentes rassemblées dans une architecture très spéciale ; enfin l'être vivant est un complexe de cellules.

Il y a donc une hiérarchie dans la complexité de l'organisation. Les êtres vivants pluricellulaires en occupent le sommet.

**La reproduction.** — Cherchant dans le monde inanimé le caractère de la reproduction, on a cru d'abord le trouver chez les aimants : on peut produire un aimant à l'aide d'un autre aimant :

on pourrait donc dire que tout aimant provient d'un aimant préexistant, comme tout être vivant provient d'un être vivant ; mais ceci n'est plus vrai depuis qu'on sait créer un aimant avec un courant électrique.

On a parlé aussi de reproduction des cristaux ; on sait que l'introduction d'un cristal dans une solution sursaturée d'un sel de même nature que le cristal détermine la formation d'un grand nombre de cristaux semblables : il y a eu reproduction du cristal à un grand nombre d'exemplaires. Mais, comme, d'autre part, un simple phénomène physique, l'évaporation du solvant par exemple, peut produire une cristallisation, il n'y a pas véritable reproduction.

En réalité, la reproduction des cristaux n'a avec celle des êtres vivants qu'une grossière ressemblance. Identifier les deux phénomènes serait méconnaître ce qu'il y a d'essentiel dans la production des êtres vivants : la *reconstruction totale de l'individu* qui s'effectue à partir de l'œuf ou de la spore : ces cellules initiales sont en apparence indifférenciées : or, en quelques heures, grâce à la multiplication cellulaire et à la différenciation cellulaire, les tissus se forment, les organes se constituent, il s'accomplit une prodigieuse synthèse de matière vivante à un rythme extrêmement rapide. Dalcq, le grand embryologiste belge, dit que « suivre sous le microscope l'édification progressive d'un embryon de batracien est un des spectacles les plus prodigieux auxquels il soit donné d'assister ». Au contraire, la reproduction des cristaux est un simple changement d'état physique : le passage de l'état dissous à l'état solide avec réarrangements et orientations moléculaires.

**L'assimilation.** — Les êtres vivants se nourrissent et assimilent au sens étymologique du

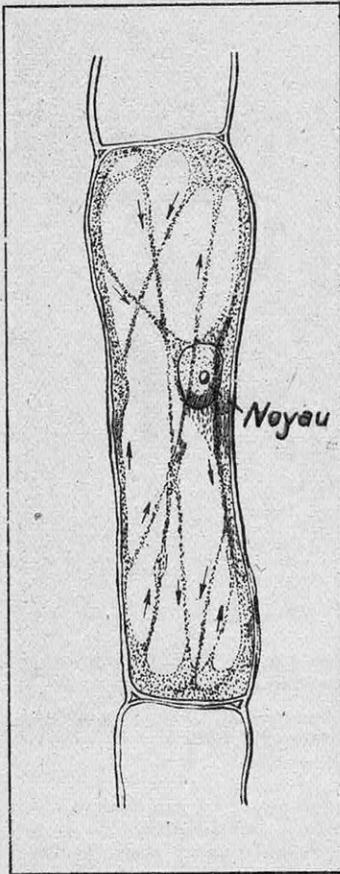


FIG. 13. — MOUVEMENTS CYTOPLASMIQUES DANS UNE CELLULE VÉGÉTALE : POIL STAMINAL DE CHÉLIDOINE

Le protoplasme est figuré en gris et les flèches indiquent la direction du courant dans ses diverses mailles (d'après Van Tieghem et Costantin).

des êtres vivants, c'est, en effet, la *synthèse du protoplasme*, c'est-à-dire des matières hautement organisées à partir de quelques éléments simples (protides, glucides, lipides, eau, éléments minéraux, ou même seulement éléments minéraux pour les végétaux verts). Il n'y a rien de tel chez un cristal.

L'assimilation d'un être vivant, c'est un pouvoir créateur de molécules hautement spécialisées et leur disposition en une organisation originale. C'est là le caractère capital de la vie, et nous pouvons souscrire sans réserve à la sèche définition de Le Dantec : *L'assimilation, c'est la vie.*

### Les virus-protéines

Ici doit se poser logiquement la question des virus-protéines (1). Des découvertes sensationnelles ont été faites ces dernières années à leur

(1) Voir « Aux frontières de la matière et de la vie » (*Science et Vie*, n° 306, février 1943.)

mot. Assimiler signifie « rendre semblable à soi » ; c'est bien ce que fait la cellule : à l'aide de ses aliments, elle fait la synthèse de sa propre substance. On a voulu trouver l'analogie de ce fait dans la nutrition des cristaux : si on place un cristal d'alun ou de sel marin dans une solution saturée de ces substances, on voit le cristal grossir : il assimile les molécules dissoutes qu'il incorpore à sa masse selon l'architecture cristalline qui lui est propre. Inversement, le même cristal placé dans de l'eau pure désassimile, il cède à l'eau des molécules d'alun ou de sel et réduit peu à peu sa taille. Mais l'analogie avec les êtres vivants n'est qu'apparente. L'essentiel de l'assimilation

est un sujet. On savait que de nombreuses maladies contagieuses, variole, rage, rougeole, poliomyélite et même des maladies des végétaux, comme la mosaïque du tabac ou de la tomate, étaient causées par des microbes extrêmement petits. On les considérait comme *filtrables*, c'est-à-dire traversant les filtres de porcelaine les plus fins, et *invisibles* au grossissement le plus fort de nos microscopes (environ trois mille fois), ce qui leur assignait des dimensions inférieures au demi-micron.

Cependant, à l'heure actuelle, on sait construire des filtres de collodion qui arrêtent ces virus, ce qui permet la mesure indirecte de leur taille ; et on les a vus, ou plutôt photographiés à l'aide du microscope électronique, dont le grossissement atteint 20 000 et même 100 000 (fig. 16). Ces virus étaient considérés jusqu'à ces dernières années comme des *bactéries dégénérées* ; or quel n'a pas été l'étonnement du monde scientifique quand, en 1935, le biologiste américain Stanley arriva à extraire de la feuille de tabac atteinte de mosaïque le virus à l'état pur : il se présente comme une *poudre blanche cristalline chimiquement pure* (fig. 17). C'est une nucléoprotéine de poids moléculaire très grand, ne différant en rien des nucléoprotéines ordinaires extraites des êtres vivants. Cependant, malgré vingt cristallisations successives, elle garde intacte son pouvoir infectant : injectée en petite quantité dans une feuille de tabac, elle reproduit tous les symptômes de la maladie et présente la propriété caractéristique des êtres vivants : elle *augmente sa masse*, c'est-à-dire assimile. En effet, après quelques semaines, on peut extraire de la feuille attaquée de fortes quantités de virus.

Cet être est cependant dépourvu de toutes les autres propriétés de la vie : il ne respire pas ou ne réalise aucune fermentation : il ne sécrète aucune diastase ; il n'a pas de métabolisme propre, il emprunte tout, matière et énergie, à la cellule qu'il parasite. Ce n'est donc pas un être vivant.

Cependant il est relié aux autres êtres vivants par une série d'intermédiaires insensibles : à la base, les petits virus formés d'une seule molécule de nucléoprotéine cristallisable, puis les gros virus formés de plusieurs molécules de nucléoprotéine non cristallisable, avec quelques molécules de sucre et de corps gras ; ensuite des bactéries primitives de très petites tailles comme les *Rickettsia* du typhus qui sont parasites obligatoires comme les virus ; enfin les bactéries normales, parasites ou libres, avec caractères et métabolisme normaux.

En conclusion, les virus nous apparaissent comme un pont idéal jeté entre la matière inerte et le monde vivant.

Quelle est l'origine des virus-protéines ? N'oublions pas que ce sont des parasites *obligatoires* : on ne peut donc les considérer comme des formes primordiales de la vie, puisqu'il faut qu'il ait existé avant eux des cellules qu'ils pussent parasiter. Donc, puisque leur existence suppose celle des cellules organisées, ils ne peuvent provenir que du monde vivant. Une hypothèse hardie consiste à les considérer comme dérivés des bactéries : sous l'influence du parasitisme, celles-ci perdraient peu à peu tous leurs organites cellulaires, sauf les molécules de nucléoprotéines caractéristiques des substances organisatrices ou *gènes* (ce sont les gènes qui règlent le développement de



l'embryon et la réalisation des caractères héréditaires). Un virus serait ainsi un gène bactérien à l'état isolé ; il n'aurait plus conservé qu'une seule des propriétés de la matière vivante : le pouvoir d'assimilation et d'expansion. Cela cadre bien avec tout ce que nous avons été précédemment amenés à admettre : que le pouvoir d'assimilation est le plus caractéristique de la vie ; il persiste seul quand tous les autres auraient disparu.

L'avenir nous montrera ce qui doit subsister de cette hypothèse.

### Les faunes primordiales et l'origine de la vie

Les êtres vivants actuels ne sont pas les seuls qui aient existé ; en effet, l'étude des couches de terrains nous montre des fossiles, c'est-à-dire les traces sous forme d'empreintes, coquilles, squelettes, d'animaux ou de végétaux qui ont vécu aux périodes géologiques les plus reculées. Dans les très rares flots du précambrien que le métamorphisme (1) a respectés, on trouve encore des débris de coquilles ou d'empreintes, complètement déformés par la pression, dont les espèces sont indéterminables, mais qui suffisent pour reconnaître que vivaient là des éponges, des échinodermes, des mollusques, des crustacés, des protozoaires (radiolaires, bien conservés ceux-là). L'existence de ces formes complexes et hautement organisées prouve que la vie devait avoir déjà un très long passé derrière elle ; or nous sommes au moins à 1 500 millions d'années de l'époque actuelle.

L'origine de la vie se perd donc « dans la nuit des temps », et il nous faut abandonner tout espoir de savoir quelque chose sur elle par l'intermédiaire de la paléontologie.

Il ne reste plus que le monde des hypothèses pour essayer d'imaginer comment la vie aurait pu

(1) Transformation nouvelle des terrains après leur sédimentation faisant disparaître les traces fossiles qui auraient pu y subsister.

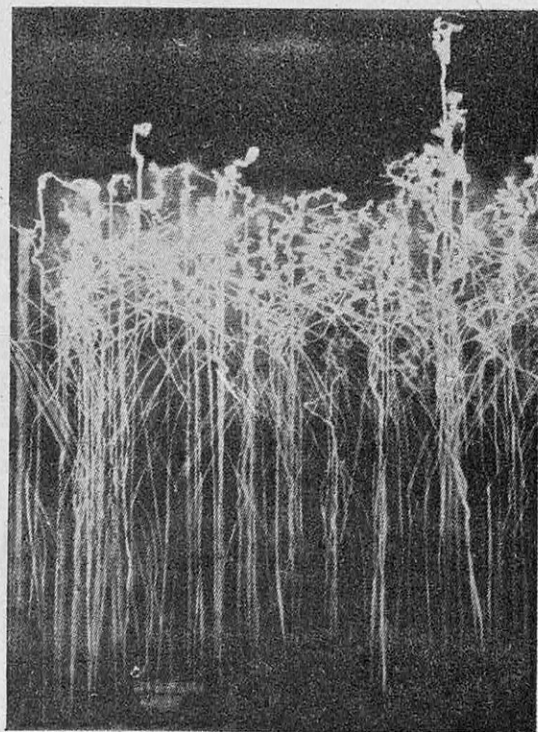


FIG. 15. — PSEUDOCROISSANCE DUE A DES RÉACTIONS CHIMIQUES : PRÉCIPITÉS DE SILICATE DE FER

Si on jette quelques menus cristaux de sulfate de fer dans une solution étendue de silicate de soude, la réaction des deux sels produit un précipité de silicate de fer qui s'élève en filaments ressemblant à des algues (d'après Costantin et Faideau).

prendre naissance. Laissons de côté toutes celles qui ne reposent sur aucune base scientifique pour examiner les plus vraisemblables en l'état actuel de nos connaissances.

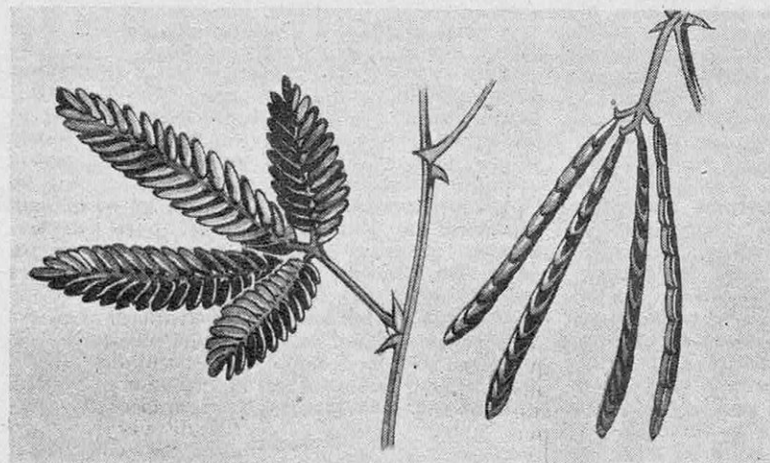


FIG. 14. — LES MOUVEMENTS CHEZ LES PLANTES : LA SENSITIVE

La photographie de gauche montre une sensitive (*Mimosa pudica*) avec ses feuilles normalement étalées. Un léger choc en un point quelconque de la tige provoque l'affaissement successif de toutes les feuilles situées au-dessus du point excité, en commençant par les plus proches, et la plante prend sa position de « sommeil », qui d'ailleurs lui est coutumière pendant la nuit.

### La panspermie

Cette hypothèse suppose que la vie serait générale et existerait sur tous les mondes planétaires où les conditions physiques et chimiques permettraient son établissement. Il y aurait ainsi dans l'univers un certain nombre de globes habités par des êtres vivants sur l'organisation desquels nous n'avons aucune idée. L'imagination des romanciers s'est donné libre cours sur ce sujet avec une fantaisie souvent dénuée de toute préoccupation du vraisemblable.

Dans le système solaire, la question du globe habité paraît réglée par la négative(1) :

(1) Voir « Les planètes, leurs atmosphères et les conditions de vie à leur surface » (*Science et Vie*, n° 338, novembre 1945.)

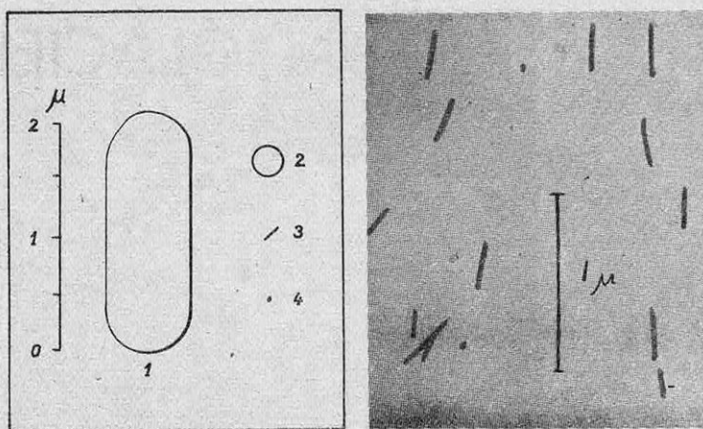


FIG. 16 ET 17. — TAILLES COMPARÉES DES BACTÉRIES ET DES VIRUS (A GAUCHE) ET CRISTAUX DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE DU TABAC (A DROITE).

1, bacille du charbon; — 2, gros virus (variole); — 3, virus de la mosaïque du tabac; — 4, petit virus (fièvre aphteuse, poliomyélite).

seul notre globe est habitable; aucun autre ne paraît pouvoir héberger la vie, tout au moins sur le type de celle qui existe sur la Terre.

Quant aux autres galaxies, elles sont trop loin de nous pour que nous puissions savoir si elles sont occupées. Admettant tout de même que, parmi ces innombrables mondes de l'univers, quelques-uns aient hébergé la vie avant notre globe, celle-ci serait parvenue sur la Terre, et peut être ailleurs, sous forme de germes microscopiques transportés par les météores ou les poussières cosmiques.

Nous pouvons d'abord remarquer que cette hypothèse ne résout en rien la difficulté véritable, qui est l'origine de la vie, et cela ne fait que reculer le problème sans le résoudre.

### Hypothèse de Dauvilliers et Desguin

Il ne manque pas d'ailleurs de bons arguments pour repousser la théorie de la panspermie. Si les germes vivants peuvent supporter sans périr le froid de  $-273^{\circ}\text{C}$  des vides interplanétaires, comme des expériences le prouvent, aucun germe vivant du type connu sur la Terre ne résiste à l'action mortelle des rayons ultraviolets très intenses qui traversent l'espace interstellaire (sur la Terre, les plus nocifs sont arrêtés par l'écran d'ozone de la haute atmosphère).

En accord avec les acquisitions les plus récentes, deux savants français, Dauvilliers et Desguin, proposent une hypothèse beaucoup plus séduisante. L'existence dans le monde vivant actuel d'une gradation régulière dans la complexité, depuis le virus jusqu'aux bactéries et, par delà, aux algues, protozoaires et aux formes pluricellulaires, nous autorise à admettre une genèse graduelle de la matière vivante à partir de substances minérales, puis organiques.

Évoquons les premiers âges de la Terre où, sur une croûte terrestre à peine refroidie, les vapeurs atmosphériques viennent se condenser en des mers encore tièdes, au-dessus desquelles brille un soleil « neuf » avec des rayons singulièrement riches en ultraviolets, que l'atmosphère terrestre encore mince n'arrête pas, comme à l'heure actuelle, en grande partie. Alors se déclenche une

réaction photochimique sous l'action catalytique des ultraviolets: la combinaison du gaz carbonique atmosphérique avec la vapeur d'eau donne de l'aldéhyde formique; puis, par action d'ammoniac sur l'aldéhyde formique, se forme de l'amide formique, toujours sous l'influence des rayons ultraviolets; la condensation de la formaldéhyde et de l'amide formique conduit au glycolle et à de nombreux acides aminés, dont l'union aboutit aux protéines. La grosse molécule protéique ainsi constituée fixe ensuite les éléments minéraux de l'eau de mer: soufre, phosphore, métaux. Remarquons que toutes les réactions précédentes sont possibles chimiquement dans les conditions indiquées: la plupart ont été réalisées en laboratoire.

Il apparaît ainsi, à la surface des océans encore chauds, des masses importantes de matières organiques gélatineuses, filles des rayons ultraviolets; c'est une véritable génération spontanée. D'autre part, l'oxygène dégagé par ces réactions, partiellement transformé en ozone par l'ultraviolet, limite progressivement le spectre solaire à sa valeur actuelle, arrêtant ainsi pour toujours la photosynthèse de la matière organique.

Ensuite, cette matière organique s'organise graduellement en un complexe hétérogène et coordonné, vraisemblablement par formation de molécules douées du pouvoir d'organisation à la façon des nucléoprotéines-virus. L'assimilation, principale propriété de la vie, apparaît, puis d'autres propriétés, à mesure que la masse s'organise: pouvoir de transformer l'énergie, respiration, reproduction, irritabilité. On passe ainsi, au stade des bactéries invisibles, puis à celui des bactéries visibles, d'organisation beaucoup plus complexe, et enfin à la cellule vraie avec noyau.

A cette époque, a lieu probablement la séparation des animaux et des végétaux: certaines cellules évoluent dans le sens végétal autotrophe (chlorophyllien), d'autres dans le sens animal hétérotrophe (sans chlorophylle, à nutrition par capture de proies). Enfin les cellules isolées se groupent, et on passe des êtres unicellulaires aux pluricellulaires: ce sont les algues coloniales et les protozoaires coloniaux qui donnent sans difficulté les pluricellulaires les plus simples: algues, éponges, polypes, etc., par lesquels, enfin, on arrive aux êtres plus complexes à organes nombreux et différenciés.

Telle est l'hypothèse de Dauvilliers et Desguin, nettement mécaniste et évolutionniste. Seules les découvertes à venir pourront nous dire si nous devons la conserver, la remanier ou l'abandonner pour une théorie plus satisfaisante.

M. MARMET

Les microphotographies de cet article sont dues à MM. Poilpot et Plovrier, d'après des préparations de laboratoire L.-J. Laporte, Paris. La figure 12 est extraite de « Le monde invisible » (Encyclopédie par l'image, Hachette, Paris).

# UN BARRAGE SOUS UN GLACIER

par Yves SARTORIO

Ingénieur E. T. P.

Un barrage est une œuvre toujours imposante et souvent gigantesque quand il vise à créer un de ces immenses lacs artificiels où s'accumule l'eau qui entraînera en toutes saisons les puissantes turbines de la centrale installée à son pied. C'est au contraire un ouvrage peu important quand il s'agit seulement de capter les eaux d'un torrent de montagne ou d'alimenter sur une rivière une centrale « au fil de l'eau ». Dans tous les cas, le barrage est le complément indispensable de l'usine hydroélectrique. Récemment, une technique nouvelle a été inaugurée en France : le barrage sous-glaciaire, construit, comme son nom l'indique, directement sous un glacier, en vue de capter et dériver les eaux du torrent dû à la fonte constante de sa glace et qui court au fond de la gorge du glacier. Le premier barrage de ce genre, édifié sous le glacier de Tré-la-Tête, dans le massif du Mont-Blanc, assure un débit de 35 millions de mètres cubes par an qui fournissent au lac de la Girotte le complément nécessaire à l'alimentation des usines qui en sont tributaires.

Si la France n'est pas le pays du colossal, elle est du moins celui de réalisations nouvelles et hardies, souvent effectuées avec des moyens matériels fort limités. Une nouvelle preuve de la valeur technique de ses ingénieurs nous est fournie par un aménagement hydroélectrique spécial qui permet de capter les eaux issues du plus important glacier du versant sud-ouest du Mont-Blanc, celui du Tré-la-Tête et de récupérer ainsi 35 millions de mètres cubes d'eau par an.

Voici dans quelles conditions on fut amené à envisager ce travail.

La Société d'Electrochimie d'Ugine a équipé le lac de la Girotte, dans la vallée de Beaufort, comme réservoir d'accumulation saisonnière. Situé à 1 720 m d'altitude, ce lac avait une capacité utilisable de 29 millions de mètres cubes et les installations hydroélectriques existantes

permettaient de produire 80 à 90 millions de kWh d'énergie accumulée par an. Devant des besoins sans cesse croissant en énergie, la Société fut amenée à augmenter la capacité du lac en surélevant sa retenue au moyen d'un barrage à voûtes multiples, en cours d'exécution, qui portera à 50 millions de mètres cubes la capacité utilisable.

Pour assurer l'alimentation du vaste réservoir ainsi créé, on dut détourner divers ruisseaux voisins dont le plus important est le haut Bon-Nant, tributaire de l'Arve, dont les eaux sont amenées au lac par une dérivation longue de 4,7 km. Il fallut même installer, à l'usine de Belleville, une station de pompage (alimentée pendant les hautes eaux par le courant des usines au fil de l'eau) qui remonte l'eau sur une hauteur de 500 m.

Ces divers apports restant insuffisants et étant

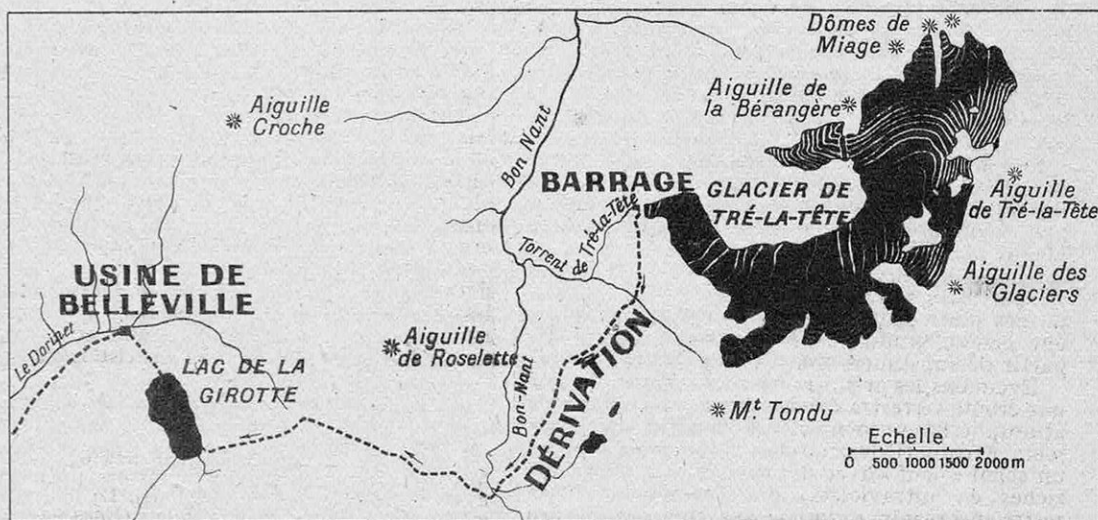


FIG. 1. — BASSINS D'ALIMENTATION DU LAC DE LA GIROTTE ET DÉRIVATION DU GLACIER DE TRÉ-LA-TÊTE



FIG. 2. — VUE D'ENSEMBLE DU GLACIER DE TRÉ-LA-TÊTE (VERSANT SUD-OUEST DU MONT BLANC), DONT ON A CAPTÉ LES EAUX DE FUSION AU MOYEN D'UN BARRAGE SOUS-GLACIAIRE

d'autre part fortement influencés par les variations annuelles des caractéristiques hydrologiques, on pensa alors à établir une dérivation de 5,3 km de long se développant au pied du mont Tondu et de ses contreforts, qui pourrait amener les eaux de l'émissaire du glacier du Tré-la-Tête. Ce torrent étant d'origine essentiellement glaciaire, présente des caractéristiques complémentaires de celles des autres affluents du lac : fusion accrue en années chaudes et, partant, généralement sèches.

Le glacier descendant plus bas que le niveau du Bon-Nant, on fut amené, pour dériver les eaux par gravité, à envisager une prise d'eau sous la glace, réalisation inédite extrêmement originale.

### L'exploration du glacier

Les travaux préliminaires consistèrent à creuser, à travers la masse du glacier, plusieurs galeries, entreprise dangereuse par suite du risque de détachement de blocs de glace, et rendue pénible par le défoncement inattendu de poches d'eau liquide incluse dans la glace dont le contenu, soumis à une forte pression, jaillissait violemment. Ces galeries se refermaient très rapidement, et, à certains moments, deux ouvriers furent constamment nécessaires pour les maintenir ouvertes. Complétées ensuite par d'autres galeries pour l'exécution des

travaux, elles permirent une exploration très instructive, donnant, en plus des renseignements particuliers nécessaires pour l'établissement des ouvrages, des précisions très intéressantes sur la structure interne des glaciers.

La glace a une structure hétérogène, des couches parfaitement transparentes alternant avec des bancs rendus opaques par des essaïms de bulles d'air, et, au voisinage des rochers, avec des couches sableuses. La gorge est très étroite, tantôt en forme d'U, tantôt en forme de V. La masse de glace n'épouse pas le fond de la gorge, mais forme une voûte surbaissée au-dessus du torrent. Parfois, la glace quitte les saillies prononcées de la roche en gardant son empreinte sous forme de cannelures et de longues stries.

Fait curieux, on découvrit que le mouvement de descente du glacier était presque uniquement vertical sans inclinaison prononcée vers l'aval, contrairement à ce qui est observé en général. On put constater d'autre part que la température de l'air à l'intérieur du glacier se maintenait, en hiver, à 0° C et qu'en sortant l'air saturé d'humidité « givrait », la température extérieure étant beaucoup plus basse. En été, grâce au courant d'air, la température de l'air montait à 2° C, tandis que celle du torrent ne dépassait pas 0,5° C.

On pratiqua d'autre part une galerie supplé-

mentaire à flanc de paroi, tout le long de la gorge sous-glaciaire. Accessible en permanence, sauf pendant les fortes crues, elle permet, outre les observations très importantes pour le glaciologue, de jouir du spectacle grandiose et impressionnant du torrent circulant sous le glacier.

### Fusion de la glace

La glace fond sous l'influence de la chaleur externe, de la transmission par les parois rocheuses de la chaleur terrestre et du travail fourni par la pesanteur dans le mouvement de descente qu'elle provoque. En général, l'influence du premier facteur dépasse de beaucoup celle des deux autres. Dans le cas particulier du glacier de Tré-la-Tête, on a observé, dans le cañon sous-glaciaire, une fusion intense qui peut s'expliquer par l'étréitesse de la gorge, entraînant, pour un même volume de glace, une plus grande surface rocheuse de contact, source de déperdition de calories terrestres, et un travail important de déformation de la glace.

### Réalisation du barrage

Les conditions locales amenèrent à adopter les dispositions suivantes :

Un barrage massif haut de 8 m environ et de 6 à 7 m d'épaisseur traverse la gorge en diagonale ; fondé sur la roche, il est épaulé sur une barre rocheuse en forte contre-pente.

Une goulotte de prise d'eau, située à la partie

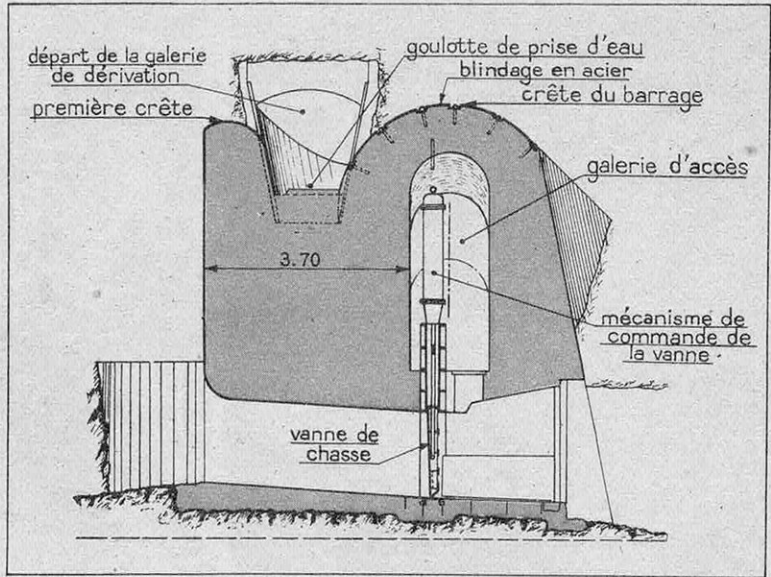


FIG. 3. — COUPE TRANSVERSALE DU BARRAGE ÉDIFIÉ SOUS LE GLACIER

Les eaux sont captées par la goulotte de prise d'eau. La vanne de chasse est utilisée pour débarrasser périodiquement la chambre d'eau située en amont du barrage des dépôts rocheux et sableux qui tendent à l'encombrer.

supérieure, partage le barrage en deux seuils. Le premier est construit de façon à être constamment recouvert d'une lame d'eau d'épaisseur variable qui le protège du contact immédiat de la glace. Le second seuil, par contre, est exposé à subir pendant la majeure partie de l'année la poussée et l'action érosive du glacier ; aussi l'a-t-on recouvert d'un blindage en plaques d'acier moulé de 2 cm d'épaisseur.

A l'intérieur du massif du barrage est aménagée la chambre des mécanismes d'une vanne de chasse, actionnée par un servo-moteur à

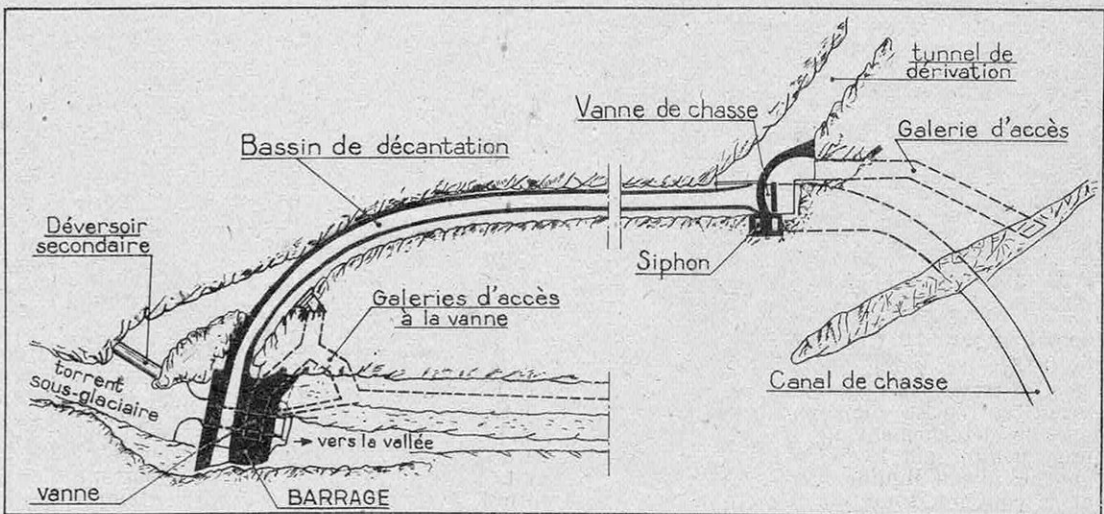


FIG. 4. — ENSEMBLE DES OUVRAGES DE PRISE D'EAU DE LA DÉRIVATION DE TRÉ-LA-TÊTE

La chambre de décantation qui forme le début de la dérivation est munie d'une vanne de chasse identique à celle du barrage.

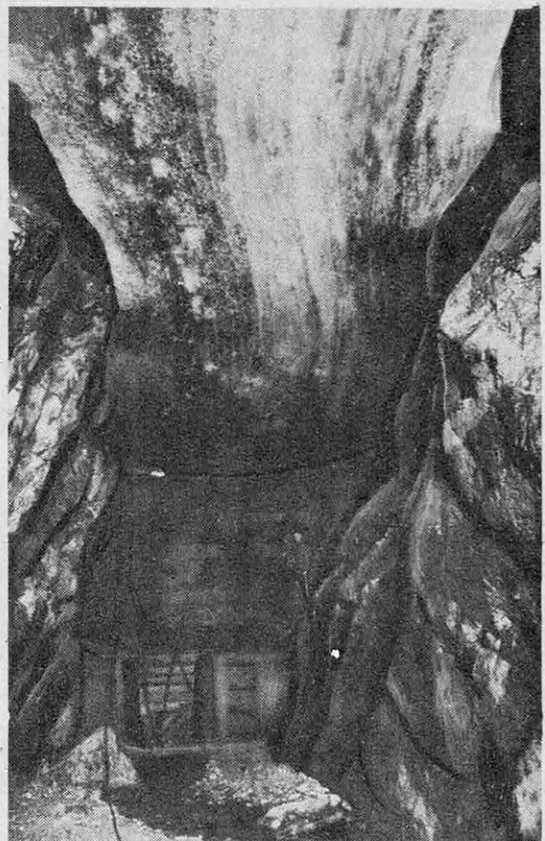
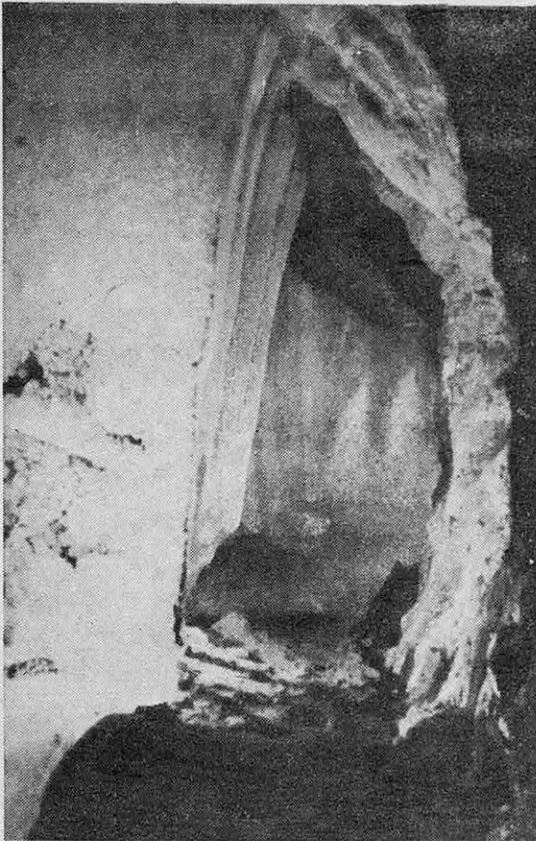


FIG. 5 ET 6. — A GAUCHE, CHEMIN D'ACCÈS AU BARRAGE CREUSÉ À TRAVERS LA GLACE; A DROITE, VUE DU BARRAGE PRISE DE L'AMONT: AU FOND, SOUS LA VOUTE DE GLACE, LA PREMIÈRE CRÈTE DU BARRAGE AVEC, A LA PARTIE INFÉRIEURE, L'ORIFICE DE CHASSE

huile à commande électrique à distance doublée d'une commande à main.

Le premier tronçon de la galerie de dérivation est aménagé en chambre de décantation d'une longueur de 175 m; le bassin de décantation se termine par une vanne de purge identique à celle du barrage. Cette vanne est accompagnée d'un siphon automatique pouvant assurer un débit de 6 m<sup>3</sup>/s et dont le rôle est d'éviter, en période de fortes crues, des surcharges dans le long tunnel constituant la galerie de dérivation proprement dite, car la partie de la gorge sous-glaciaire située en aval du barrage, étant privée d'eau pendant neuf mois de l'année, risque d'être presque complètement obstruée par la glace et de ne pas assurer, surtout au commencement de l'été, l'écoulement de l'excès d'eau qui, normalement, devrait se déverser par-dessus le barrage.

La galerie de dérivation a une section normale de 2 à 2,2 m de largeur sur 2,05 m de hauteur; son radier, qui est seul muni d'un revêtement, présente une pente de 3‰ de façon à rendre

efficaces les chasses effectuées par la vanne de purge située près de l'extrémité aval du tunnel.

### L'avenir des barrages sous-glaciaires

Cette réalisation hardie, exécutée sous la direction de M. Wæber, sera-t-elle suivie de beaucoup d'autres du même type? C'est assez peu probable, car des conditions favorables très spéciales doivent être réunies pour l'établissement des ouvrages. De plus, il a été observé que les torrents glaciaires subissent parfois des débâcles subites et imprévisibles dues en général à la vidange d'un lac superficiel ou d'une poche d'eau intérieure au glacier. Le charriage massif de glace et graviers qui accompagne ces phénomènes peut présenter des inconvénients graves pour les ouvrages.

Une prise d'eau sous-glaciaire reste donc en général une entreprise osée soumise à nombre d'aléas. Aussi faut-il rendre hommage à ceux qui ont eu l'audace de concevoir ce projet hardi et de le mener à bien avec un succès complet.

YVES SARTORIO

# CHAMBRES D'ALTITUDE POUR AVIONS STRATOSPHERIQUES

par Jean CASTELLAN

Ancien élève de l'École Polytechnique

*Le vol aux hautes altitudes s'impose de plus en plus aux avions commerciaux comme aux avions militaires, aussi bien pour le gain de vitesse et de rayon d'action qu'autorise la plus faible résistance de l'air que pour l'augmentation de sécurité qui en résulte, car l'altitude soustrait l'avion aux perturbations atmosphériques dangereuses, éventuellement aux tirs de D. C. A., et augmente son rayon de détresse en cas d'atterrissage forcé. Les altitudes les plus favorables pour le vol sont comprises en hiver entre 5 000 et 7 000 m, en été entre 6 000 et 10 000 m. Mais la navigation à ces altitudes suppose un appareillage spécial permettant aux occupants de l'appareil de respirer et d'agir dans des conditions physiologiques voisines de la normale. La solution de la cabine étanche prévaut sur celle du scaphandre d'altitude, mais sa réalisation pratique, ainsi que la mise au point des compresseurs et des appareils régulateurs de pression et de température, soulèvent des problèmes délicats. Les chambres d'altitude permettent d'étudier au sol le comportement de ces cabines et de ces appareils dans les mêmes conditions de température et de pression que celles qui règnent aux hautes altitudes.*

**A**VANT la dernière guerre, alors que les avions ne dépassaient pas l'altitude de 10 000 m, le malaise dont souffraient les aviateurs au-dessus de quelques milliers de mètres provenait principalement du manque d'oxygène, que les médecins appellent

anoxie. On y remédiait par l'emploi d'un inhalateur d'oxygène. Ce procédé s'est avéré insuffisant pour les altitudes supérieures à 10 000 m, car, à ces hauteurs, la somme des pressions partielles, dans les poumons, de la vapeur d'eau et du gaz carbonique dégagés par la respiration

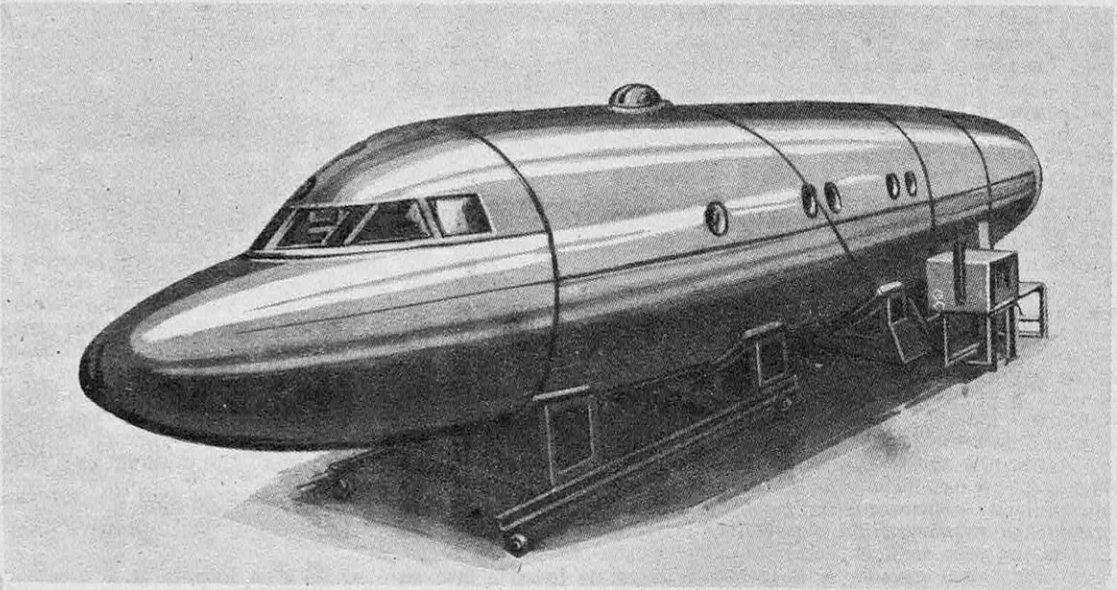


FIG. 1. — LE CAISSON D'ESSAI DE L'AVION AVRO « TUDOR » I

Les essais de rigidité et d'étanchéité sont faits non pas sur une cabine réelle destinée à être montée sur un avion, mais sur une cabine plus courte, comportant cependant les mêmes points faibles que la cabine réelle.

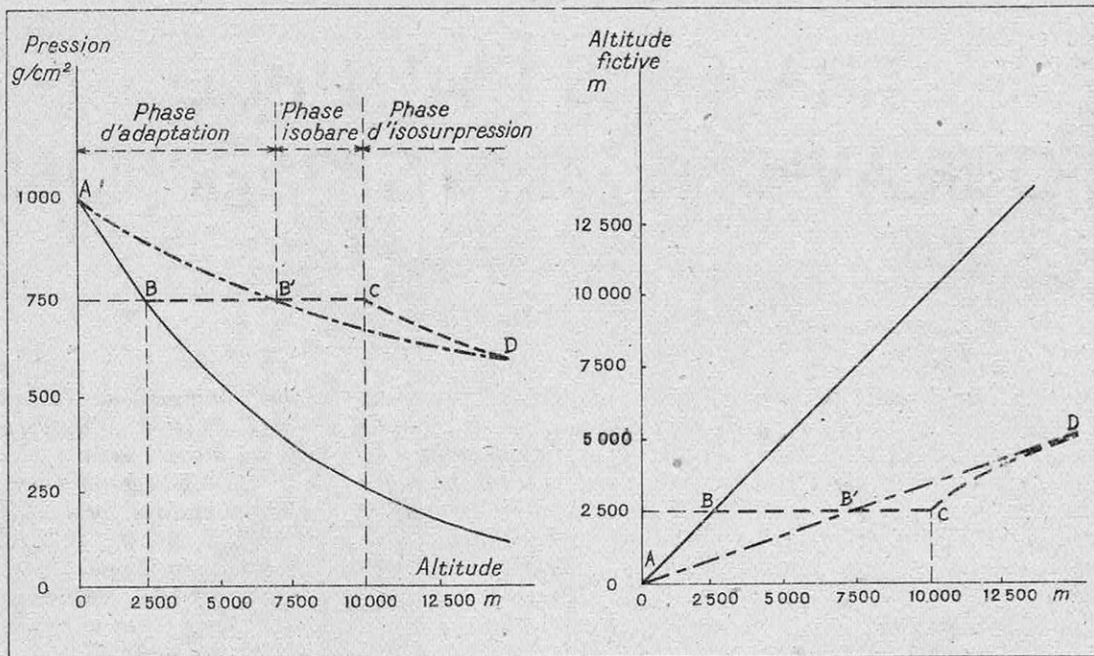


FIG. 2 ET 3. — LA RÉGULATION DE LA PRESSION

Ces graphiques représentent tous deux la pression en fonction de l'altitude de l'avion telle qu'elle est obtenue dans la cabine étanche, mais, sur celui de gauche, la pression est exprimée en g/cm<sup>2</sup> tandis que sur celui de droite elle est exprimée en mètres d'altitude fictive. Si, pendant la première phase de la montée, la pression intérieure reste égale à la pression extérieure, la courbe correspondante AB est confondue avec la courbe de pression extérieure, représentée en trait plein ; à partir de l'altitude de 2 500 m et jusqu'à l'altitude de 10 000 m correspondant au plafond normal de vol, la pression est maintenue constante à l'intérieur de la cabine (phase isobare), ce qu'indique le palier BC ; enfin, au-dessus de 10 000 m, la pression ne pouvant que très difficilement être maintenue dans la cabine, on se contente de maintenir constante la surpression (phase d'isosurpression ou de sécurité), ce qu'indique l'arc CD parallèle à la courbe de pression extérieure sur le graphique de gauche. Mais, si la vitesse ascensionnelle de l'avion est plus rapide, on doit prévoir dès le début de la montée une phase d'adaptation durant laquelle la pression intérieure diminue moins vite que la pression extérieure, ce que représente l'arc de courbe AB', qui peut être suivi soit du palier B'C et de la courbe CD, soit de l'arc direct B'D correspondant à une diminution régulière de la pression intérieure, sans qu'il y ait de palier (1).

se rapproche de la pression atmosphérique (elle l'atteint à 15 200 m) et l'oxygène arrivant au contact du sang n'a plus de pression partielle suffisante (30 mm de mercure) pour se substituer au gaz carbonique contenu dans le sang par le mécanisme de l'hématose. L'inhalation d'oxygène sous pression ne suffit pas pour parer à ce danger d'anoxie et elle a l'inconvénient de faire baisser la pression partielle du gaz carbonique, régulateur de l'amplitude des mouvements respiratoires. D'autre part, la dépression barométrique provoque des pertes d'eau importantes par évaporation pulmonaire.

Le scaphandre souple à double paroi et à surpression des D<sup>rs</sup> Rosenstiel et Garsaux (2) avait apporté une première solution au problème du vol à haute altitude, mais, seule la cabine étanche, qui fut préconisée en France par Farman (Farman 1000 et 1001 en 1934-1935), en Amérique par Lockheed et en Belgique par Renard, permet de lutter efficacement contre les effets de l'abaissement de la pression et ses variations rapides, ainsi que contre le froid et

les bruits. C'est la seule solution admissible pour les appareils commerciaux, où le confort des passagers passe au premier plan.

### Le problème des cabines étanches

La réalisation des cabines étanches pose aux techniciens des problèmes de plusieurs sortes, qu'il est difficile de résoudre autrement que par l'expérimentation directe.

Le premier problème concerne l'établissement des données physiologiques : quelles sont les conditions de pression et de variation de pression, de température, de teneur minimum en oxygène, de renouvellement d'air auxquelles doit satisfaire l'atmosphère de la cabine d'un avion :

— a. Pour assurer le minimum de sécurité à l'organisme des membres d'un équipage supposé de santé robuste et entraîné, et une efficacité suffisante aux manœuvres que doit accomplir cet équipage ;

— b. Pour assurer le minimum de sécurité physiologique à l'organisme des voyageurs qui

(1) En général pendant la phase d'adaptation, la pression intérieure est fonction linéaire de la pression, extérieure, par exemple :

$$p' = \frac{p}{2} + 500 \text{ g/cm}^2.$$

(2) Voir « Le scaphandre stratosphérique » (Science et Vie, n° 222, décembre 1935).



doit être considéré comme plus fragile que celui de l'équipage ;  
— c. Pour assurer le minimum de confort dans les différentes éventualités de climat et de réglementation de vie à bord (interdiction ou autorisation de fumer).

Les autres problèmes sont d'ordre technique. L'un concerne la réalisation des appareils (soupapes, régulateurs, réchauffeurs, refroidisseurs et régénérateurs, s'il y a lieu) propres à assurer dans une cellule étanche les conditions atmosphériques déterminées comme il est indiqué ci-dessus. D'autres concernent la réalisation et la vérification de cabines étanches capables de résister aux différences de pression résultant de l'application des données ci-dessus sans risque d'explosion ni de fuites trop importantes, et sans oublier quelques détails en apparence accessoires, tels que le dégivrage des commandes et celui des vitres de la cabine de pilotage.

Ces divers problèmes ne peuvent être résolus pratiquement qu'en construisant des caissons ou chambres d'altitude qui permettront de réaliser au sol les mêmes conditions atmosphériques (pression, température et composition) qu'aux hautes altitudes et d'expérimenter ainsi directement la résistance physiologique du personnel, d'une part, et, d'autre part, la résistance et l'étanchéité des cabines, ainsi que l'efficacité des dispositifs assurant le conditionnement d'air dans ces cabines.

Indépendamment des questions relatives au vol en cabines étanches, ces chambres d'altitude pourront être utilisées pour étudier commodément le comportement des divers organes de l'avion : rendement du moteur, dispositifs dégivrateurs des ailes et des commandes.

### Physiologie de l'altitude

Dès avant 1930, le Dr Garsaux a fait établir, dans le laboratoire de physiologie du pavillon Paul-Bert, à l'aéroport du Bourget, un caisson pneumatique où l'on peut étudier l'influence sur l'organisme des basses pressions et températures et des variations rapides de pression. On peut également y procéder au contrôle des appareils individuels (scaphandres, inhalateurs, vêtements chauffants). D'un diamètre de

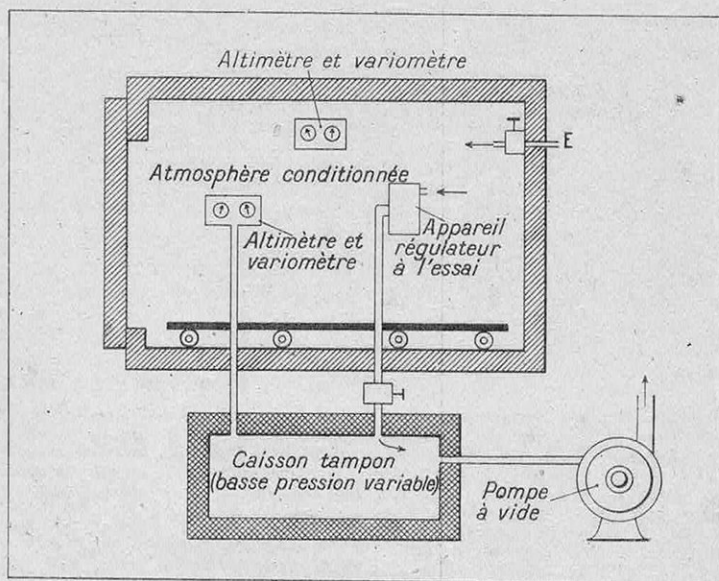


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION EMPLOYÉE POUR UN ESSAI DE RÉGULATEUR DE PRESSION

Les expérimentateurs se tiennent dans la chambre de pression, assimilée à l'intérieur de la cabine de l'avion. L'air y est introduit par la vanne E et s'échappe, en traversant le régulateur mis à l'épreuve, vers un caisson tampon où sont réalisées les pressions correspondant aux altitudes fictives de montée. Des appareils de mesure permettent de contrôler que la pression à l'intérieur de la chambre obéit bien aux lois définies précédemment.

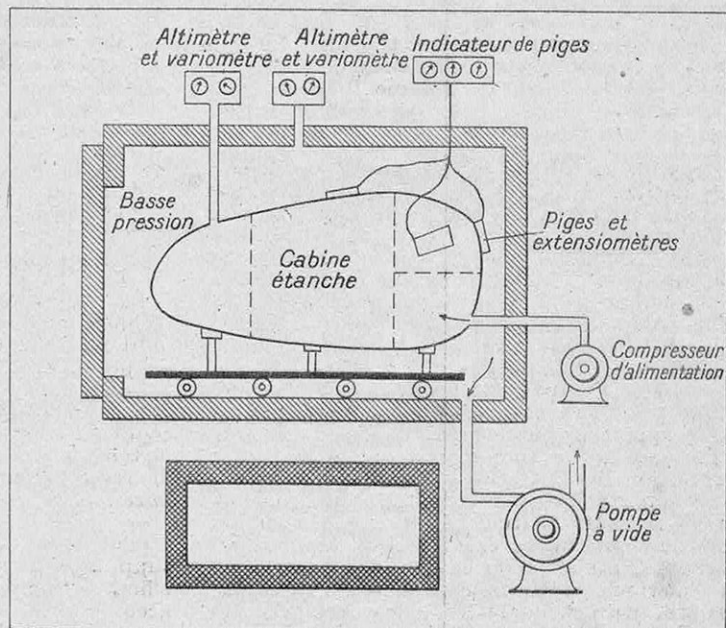


FIG. 5. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION EMPLOYÉE POUR UN ESSAI DE CABINE ÉTANCHE

La cabine étanche est introduite dans la chambre d'essai, dans laquelle on fait régner une basse pression correspondant à des altitudes élevées. Des piges électriques et des extensomètres permettent de mesurer les déformations subies par la cabine sous l'effet de la dépression extérieure. Les observations sont faites de l'extérieur de la chambre.

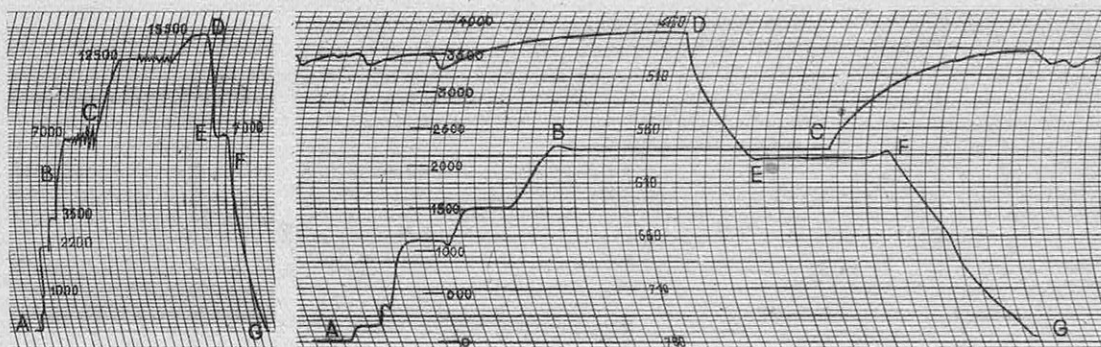


FIG. 6. — ESSAI D'UN RÉGULATEUR DE PRESSION

Ce graphique représente l'essai, dans la chambre d'altitude de l'Arsenal de l'Aéronautique, d'un régulateur de pression type Arsenal. Le graphique de gauche représente la courbe enregistrée par l'altimètre indiquant les altitudes fictives atteintes dans le caisson tampon correspondant à l'altitude extérieure (voir figure 4), et celui de droite la courbe enregistrée par l'altimètre situé dans la chambre où la pression est contrôlée par le régulateur, un débit de 50 l d'air par seconde étant fourni. (Cette deuxième courbe est fractionnée en deux tronçons parce que le tambour de l'altimètre a fait deux tours pendant l'expérience). On constate que, pendant la première phase AB, alors que l'altitude variait de 0 à 5 000 m environ, l'altitude fictive variait de 0 à 2 250 m, avec des paliers horizontaux correspondant aux paliers effectués pendant la montée. Pendant une deuxième phase BC l'altitude fictive intérieure s'est maintenue à 2 250 m, tandis que celle du caisson était portée à 7 000 m et effectuait quelques oscillations autour de cette valeur (correspondant à des évolutions de l'avion au-dessus et au-dessous de cette altitude). Pendant la phase CD, la surpression se maintient constante et la courbe de pression intérieure suit les variations de la pression du caisson. La phase DEFG représente la descente, avec palier à 7 000 m.

2,50 m et d'un volume intérieur de 42 m<sup>3</sup>, il comporte, pour la liaison avec l'extérieur : trois hublots, un téléphone (utilisable seulement aux basses altitudes) et un jeu de signaux lumineux aux couleurs conventionnelles (1). Pompes à vide et réfrigérateur à chlorure de méthyle permettent d'obtenir, en vingt-cinq minutes, une pression de 7 cm de mercure correspondant à l'altitude fictive de 17 000 m et des températures inférieures à -50° C. Un second caisson, de volume 0,75 m<sup>3</sup>, peut être relié au premier pour faire monter instantanément la pression de 7 à 14 cm de mercure (12 000 m), pour l'étude des descentes rapides.

Les expériences faites dans ces conditions, principalement par les D<sup>rs</sup> Garsaux et Richou pour la France, ont servi à l'établissement des données physiologiques qui servent de base à la construction des cabines étanches et des appareils de conditionnement d'atmosphère.

Au point de vue de la pression, le confort que l'on doit normalement assurer aux passagers nécessite que, à l'intérieur de la cabine, celle-ci ne s'abaisse pas au-dessous de 560 mm de mercure (763 g/cm<sup>2</sup>, pression correspondant à l'altitude de 2 500 m). Pour les avions ne transportant qu'un équipage entraîné, cette limite pourra être abaissée à la pression d'altitude fictive de 3 500 ou 4 000 m. Au delà apparaissent les déficiences physiques (vertiges, faiblesse), que l'on connaissait déjà avant le début de l'aviation sous le nom de *mal des montagnes* ; mais il est à remarquer qu'après un stage d'une certaine durée à une altitude déjà élevée, l'organisme devient capable de supporter des pressions correspondant à une altitude supérieure. L'altitude de 3 000 m ne peut être dépassée sans danger pour la majorité des passagers.

Indépendamment de sa valeur absolue, la pression ne doit pas varier avec une vitesse

correspondant à une variation d'altitude supérieure à 2 m/s, alors que la vitesse ascensionnelle et la vitesse de descente sont en réalité de 5 m/s pour la plupart des avions actuels et peuvent atteindre une valeur bien supérieure sur les avions de combat. Une variation de pression plus brutale provoque, par dilatation des gaz contenus dans les organes, des douleurs d'oreilles et de tête assez pénibles (*mal des caissons*). La variation d'altitude apparente de 8 à 10 m/s ne doit pas être dépassée en principe.

La ventilation nécessaire pour assurer aux passagers un véritable confort correspond à un débit de 500 g d'air frais par minute et par personne (1 000 g par temps chaud, au-dessous de 2 500 m). Si l'on interdit de fumer, ce débit peut être diminué de moitié. Il ne doit cependant jamais être inférieur à 130 g par minute et par personne (limite actuellement réglementaire). Un personnel en bonne santé peut supporter, pendant quelque temps, un débit réduit à 25 g/mn, mais non sans subir une déficience physique et intellectuelle propre à lui retirer ses moyens d'action.

La température doit être maintenue entre 15 et 22° C, alors que la température extérieure peut atteindre -30° C à 2 500 m et -70° C à 11 500 m.

Quant à l'humidité relative (rapport de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur saturante), elle doit être comprise entre 30 et 70 %, ce qui pose des problèmes nouveaux pour éviter la condensation contre les parois et le givrage.

### Les appareils de conditionnement d'air et leur vérification

Les appareils de conditionnement d'air sont généralement conçus pour fournir à l'intérieur de la cabine les conditions atmosphériques suivantes (fig. 2 et 3) :

Pour la pression, si l'avion ne prend pas

(1) Voir *Science et Vie*, n° 152, février 1930, p. 118, et n° 187, janvier 1933, p. 15.

d'altitude trop rapidement, la cabine peut être mise en communication avec l'atmosphère extérieure pendant la première partie de la montée ; à partir de l'altitude de 2 500 m, la pression intérieure est maintenue à la valeur correspondant à l'altitude de 2 500 m ; enfin, au-dessus d'une altitude qui peut varier de 6 000 à 10 000 m suivant les appareils, on se contente, pour ne pas entretenir des surpressions trop onéreuses, de maintenir constante la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la cabine. Si l'avion prend une grande vitesse ascensionnelle, il est nécessaire de prévoir une phase d'adaptation durant laquelle la pression diminue dans la cabine moins vite que la pression extérieure, jusqu'à ce que soit atteinte la pression intérieure d'altitude fictive de 2 500 m.

Les appareils servant à obtenir ces lois de pression avec les débits nécessaires sont, d'une part, des compresseurs qui envoient l'air dans la cabine sous le contrôle de soupapes, et, d'autre part, des régulateurs qui assurent à la sortie un écoulement continu, pour éviter des échappements brusques qui correspondraient à des augmentations brutales d'altitude fictive. Des soupapes de sécurité assurent une surpression constante dans le cas de vol à des altitudes exceptionnelles, et des soupapes de contre-pression évitent qu'à la descente la pression intérieure ne demeure plus faible que la pression extérieure. Nous ne décrirons pas ici ces appareils, qui sont, autant que possible, à fonctionnement et réglage automatiques (1). Ils sont vérifiés en chambre étanche, suivant la méthode indiquée par le schéma de la figure 4 ; la figure 6 montre les résultats enregistrés pendant un de ces essais.

Le chauffage, ou le refroidissement (nécessaire à basse altitude, et même au sol lorsque l'avion doit séjourner sur un terrain surchauffé par le soleil) sont obtenus par passage d'une partie de l'air sortant des compresseurs dans des réchauffeurs placés en général sur l'échappement des gaz des moteurs, ou dans des turbines de détente pour le refroidissement. Le réglage de la température, commandé le plus souvent par thermostat, est obtenu par dosage du mélange de l'air comprimé réchauffé et de l'air comprimé refroidi.

Aux basses altitudes, une simple condensation suffit pour éviter l'excès d'humidité ; aux altitudes élevées, il devient nécessaire d'humidifier l'air, dont l'humidité relative est souvent inférieure à 15 %.

### Résistance et étanchéité des cabines

Les constructeurs ont dû d'abord choisir entre la réalisation d'une cabine étanche habitable, placée

dans un fuselage ordinaire et celle d'un fuselage entièrement étanche. Chacune de ces deux solutions présente des avantages et des inconvénients qui ne seront pas discutés ici. La cabine (ou le fuselage) doit être assez résistant et étanche pour supporter sans risque d'explosion ni de fuites la surpression intérieure, d'où une augmentation importante du poids de structure. Cependant, la légèreté étant une sujétion très rigoureuse dans la construction aéronautique, on ne peut s'offrir le luxe, pour la sécurité, d'un excès de rigidité, et, le calcul demeurant souvent impuissant, il est nécessaire de procéder à des contrôles pour vérifier les limites de résistance et d'étanchéité des modèles envisagés.

Les épreuves peuvent être faites soit sur un modèle définitif de cabine ou de fuselage, soit sur un caisson d'essai comportant une synthèse des éléments susceptibles d'altérer la rigidité ou d'être sources de fuites : verrière du pilote, fenêtres et portes, joints, passages de commandes (fig. 1).

Les déformations des parois sous l'influence de la pression sont mesurées au moyen d'appareils électriques : *piges* pour les modifications de courbure des surfaces, *extensomètres* pour les déformations tangentielles (1) (fig. 7).

L'étanchéité doit être suffisante pour que, en plafond, la pression dans une cabine « vieillie » (pour laquelle on admet que les fuites sont triplées) se maintienne égale à environ 750 g/cm<sup>2</sup> (altitude fictive de 2 500 m) en cas de panne de la moitié des compresseurs et ne diminue

(1) Les *piges* électriques sont constituées par des potentiomètres dont le contact mobile est lié à un doigt qui s'enfonce plus ou moins quand la courbure d'une surface se modifie. Les extensomètres sont constitués par des conducteurs résistants appliqués le long des parois et dont la résistance, se modifiant par l'étirement, est mesurée par un « pont de Wheatstone ».

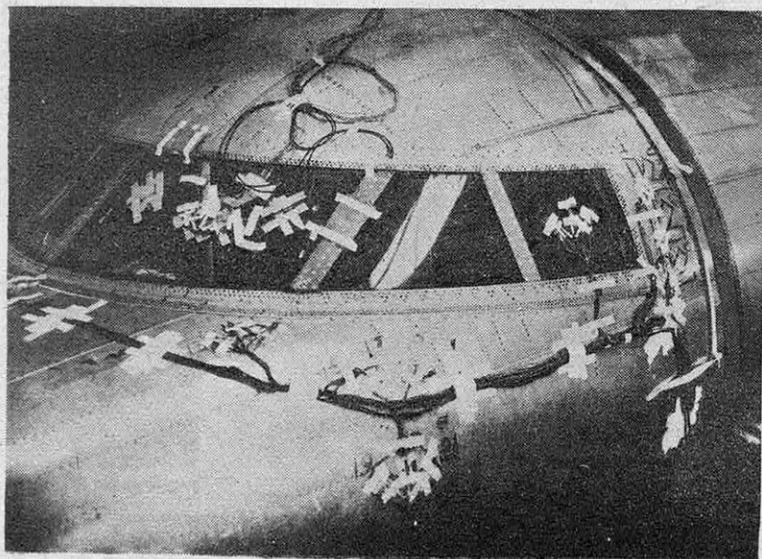


FIG. 7. — L'ESSAI EN CHAMBRE D'ALTITUDE DU CAISSON DE L'AVRO « TUDOR » I  
Cette photographie montre la répartition des extensomètres qui servent à mesurer les déformations du caisson d'essai représenté à la figure 1.

(1) Voir « L'avion de transport à cabine étanche pour hautes altitudes » (Science et Vie, n° 256, octobre 1938).

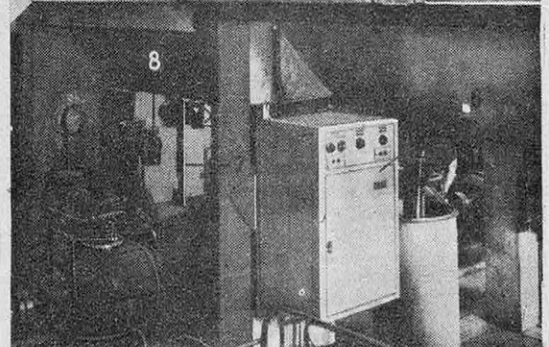
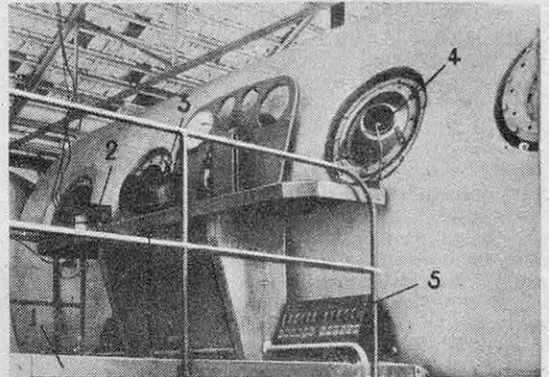
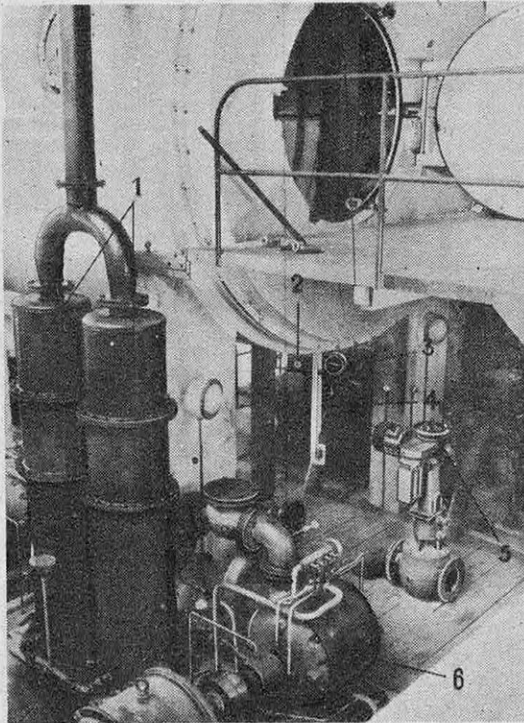
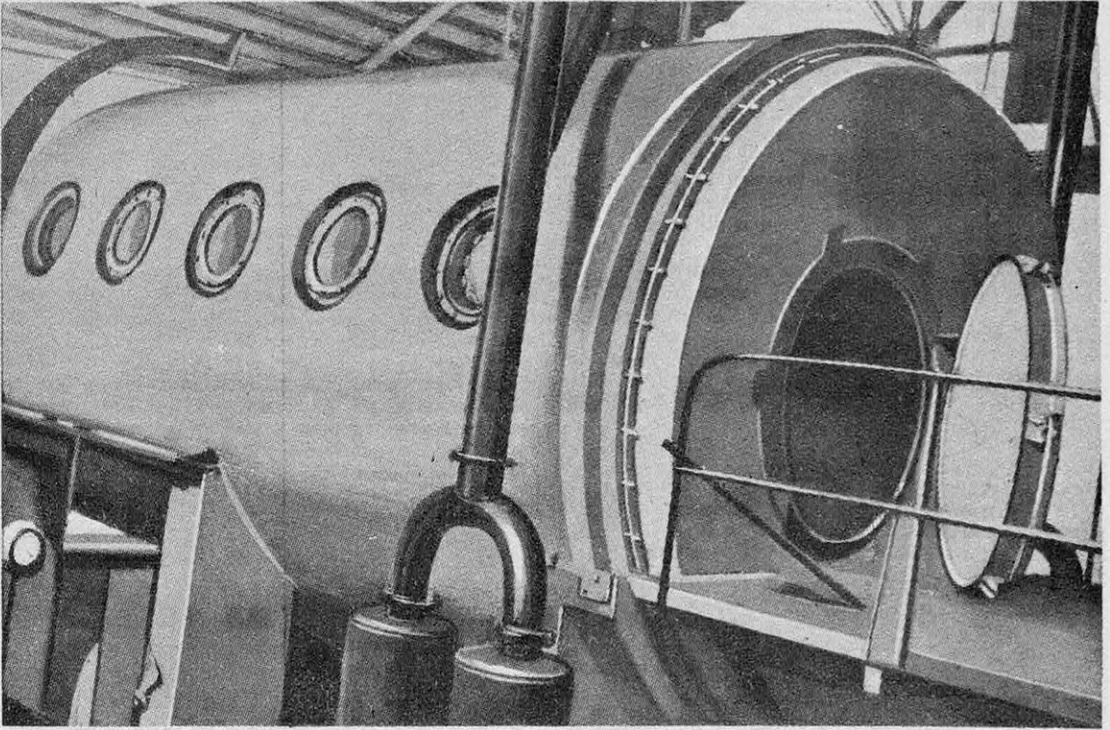


FIG. 8, 9 ET 10. — LA CHAMBRE D'ALTITUDE DE L'ARSENAL DE L'AÉRONAUTIQUE A VILLEURBANNE

La photographie du haut montre l'extrémité opposée à la porte principale, avec la petite porte servant au passage du personnel. — La photographie du bas à gauche représente une partie de la machinerie : 1, déshuileurs de l'air sortant des pompes à vide ; 2, altimètre ; 3, variomètre ; 4, manomètre à mercure ; 5, vanne pour mise à l'air libre ; 6, pompe à vide. — La photographie du bas à droite représente la passerelle de commande, située du côté opposé à celui que représente la vue du haut : 1, passerelle de commande ; 2, altimètre enregistreur pour le caisson-tampon (correspondant à l'altitude extérieure à la cabine) ; 3, altimètre enregistreur de cabine ; 4, thermomètre donnant la température du caisson ; 5, indicateur de pignes ; 6, armoire de contrôle de l'installation frigorifique ; 7 et 8, manomètre à mercure et variomètre de contrôle (pour le mécanicien).

pas plus vite que pour une montée fictive de 2 m/s en cas de panne complète des compresseurs.

A défaut d'installation spéciale, ces essais peuvent être faits par surpression d'eau ou d'air. La surpression d'eau donne de bonnes indications en ce qui concerne la rigidité, mais ne peut pas permettre de mesurer avec efficacité l'étanchéité dans les conditions du vol. Les essais à l'air comprimé sont dangereux lorsqu'ils sont effectués à l'air libre (on ne doit pas dépasser une surpression de 400 g/cm<sup>2</sup>, à moins d'opérer dans une fosse, ce qui gêne l'observation) et les conditions d'écoulement sont faussées, car il est évident qu'on ne peut réaliser une pression dont la différence et le rapport avec la pression extérieure aient simultanément les mêmes valeurs que dans les conditions de vol (1).

Pour que les essais donnent des indications rigoureusement exactes, l'idéal est d'enfermer le fuselage, la cabine ou le caisson d'essai dans une chambre dont l'atmosphère puisse être déprimée, refroidie et humidifiée ou desséchée de manière à reproduire exactement les conditions atmosphériques correspondant aux diverses altitudes et aux divers climats (fig. 5).

### Chambres d'altitude

Une des premières chambres de dépression réfrigérées fut celle de l'Army Air Corps, à Wright Field, dans laquelle ont été éprouvées en particulier les cabines d'essai des avions Lockheed.

En Italie, une chambre de dépression fut montée, avant guerre, à Montecelio. Elle comporte un appareillage frigorifique à pluie de saumure et à moteur, donnant 60 000 frigories à -10° C et de 8 000 à 10 000 frigories à -50°.

En France, l'Arsenal de l'Aéronautique a commencé en 1941, à Villeurbanne, la construction d'une chambre de dépression qui, à peu près terminée, doit être prochainement transférée à Paris. Véritable laboratoire, cette chambre se présente sous la forme d'un cylindre de 3,2 m de diamètre, long de 5,24 m (fig. 8). Une des extrémités, entièrement amovible, permet le passage d'un plancher roulant sur galets, qui peut être complètement sorti pour y monter les appareils à essayer; l'autre extrémité comporte une ouverture d'un diamètre de 1,2 m pour le passage du personnel; quatorze hublots d'un diamètre de 400 mm, à double glace, permettent d'observer de l'extérieur le comportement des organes mis à l'épreuve et d'assurer la liaison avec les expérimentateurs placés à l'intérieur (fig. 11); cette liaison est complétée par un téléphone à microphone ou laryngophone. La passerelle de commande (fig. 10) comporte, outre les appareils de liaison, les indicateurs des jauges électriques pour les mesures des déformations et les

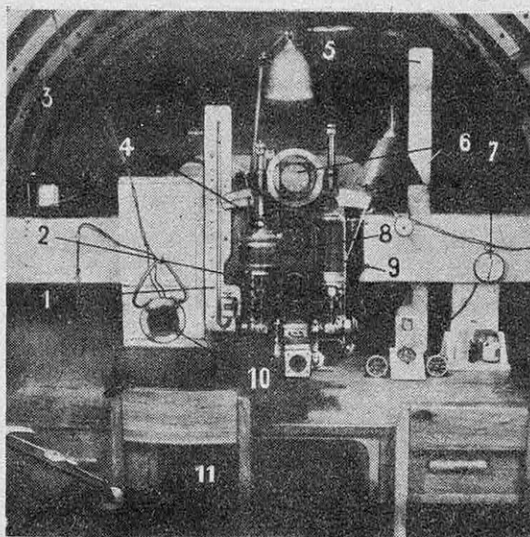


FIG. 11. — ESSAI D'APPAREILS DE CONDITIONNEMENT D'AIR A L'INTÉRIEUR DE LA CHAMBRE D'ALTITUDE DE L'ARSENAL DE L'AÉRONAUTIQUE

Pour les essais d'appareils régulateurs, les ingénieurs sont enfermés dans la chambre d'altitude, avec les appareils de conditionnement d'air étudiés et tous appareils de mesure et de contrôle nécessaires. L'échappement se fait alors vers un caisson-tampon dans lequel sont réalisées les pressions correspondant aux altitudes de vol — 1, manomètre de cabine (à mercure); 2, altimètre de cabine; 3, altimètre enregistreur de cabine; 4, variomètre de cabine; 5, manomètre de caisson; 6, variomètre de caisson; 7, hygromètre; 8, régulateur pour phase d'adaptation; 9, régulateur pour phase isobare; 10, microphone; 11, vanne de rentrée d'air.

commandes pour les appareillages de dépression et de froid qui sont placés au-dessous de la chambre proprement dite (fig. 9). Quatre pompes à vide, débitant chacune 1 000 m<sup>3</sup> à l'heure, permettent d'atteindre en quelques minutes une pression correspondant à l'altitude de 25 000 m. L'appareillage frigorifique comprend un appareil à détente de chlorure de méthyle, pour abaisser la température jusqu'à -20° C et une turbine à détente Rateau permettant de poursuivre le refroidissement de -20 à -56° C. Un dessécheur d'air à gel de silice est destiné à empêcher le givrage des organes. L'appareil est calorifugé par une épaisseur de 140 mm de liège, goudron, plâtre, etc. Un caisson tampon, situé en sous-sol, permet d'étudier les régulateurs de pression suivant la méthode indiquée figure 4. Pour les recherches d'ordre général, une cabine étalon, pouvant abriter deux expérimentateurs et contenant tous les appareils de commande et de contrôle nécessaires, peut être montée sur le plancher roulant, ainsi que les compresseurs d'alimentation.

La Douglas Aircraft Company, aux États-Unis, possède également une chambre d'altitude formée d'un cylindre d'acier de 3 m de diamètre et 12 m de long, dans laquelle on peut obtenir une pression d'altitude fictive de 20 000 m et une température de -80° C; cette chambre est complétée par deux caissons plus petits, dans lesquels la température peut varier entre -80 et +70° C.

(1) Si, dans ces conditions normales d'utilisation, la cabine doit être employée avec une pression intérieure de 750 g/cm<sup>2</sup> et une pression extérieure de 500 g/cm<sup>2</sup>, la différence des pressions est 250 g/cm<sup>2</sup> et le rapport est 3/2. Au sol, c'est-à-dire avec une pression extérieure imposée de 1 000 g/cm<sup>2</sup>, on peut réaliser une surpression de 250 g/cm<sup>2</sup> en donnant à la pression intérieure la valeur de 1 250 g/cm<sup>2</sup>, ou bien rendre le rapport des pressions égal à 3/2 en prenant la pression intérieure de 1 500 g/cm<sup>2</sup>, mais il est impossible de réaliser simultanément ces deux conditions.

La société anglaise *Normalair*, filiale de *Westland*, a réalisé une chambre d'altitude susceptible de recevoir des tronçons de fuselage de 4,5 m de long et 3,30 m de diamètre, et d'y maintenir une dépression correspondant à l'altitude de 21 000 m; la température peut être abaissée à  $-60^{\circ}\text{C}$ , et un dessécheur électrique produit les conditions d'humidité désirée. L'aménagement est analogue à celui de la chambre de l'Arsenal (fig. 12).

A Los Angeles, les usines *North American Aviation* ont mis en service, l'an dernier, une chambre d'altitude dont les dimensions extérieures sont 16,5 m pour la longueur et 5,20 m pour le diamètre (fig. 13). Elle est construite en tôle d'acier de 9,5 mm d'épaisseur, calorifugée intérieurement par une couche de liège de 230 mm d'épaisseur (selon les ingénieurs de *North American*, l'inertie thermique des parois est dix fois moindre avec l'isolement en liège placé à l'intérieur); ses dimensions extérieures sont 12,82 m pour la longueur et 4,72 m pour le diamètre, ce qui permet d'éprouver des fuselages entiers d'avions de chasse, ou des portions de fuselage des plus gros appareils. La porte principale, d'un poids de 6 t, contient une chambre de dépression plus petite, qui peut servir soit de sas pour pénétrer dans la chambre principale, soit de caisson d'altitude pour études physiologiques. Cette porte, équilibrée par un poids de 15 t, s'ouvre et se ferme en une minute, grâce à un moteur de 2 ch. Six hublots de 0,6 m de diamètre, placés d'un côté à hauteur d'homme debout, et de l'autre côté à hauteur d'une passerelle, permettent d'observer l'in-

térieur; ils sont formés de six plaques de verre recuit de 6 mm d'épaisseur chacune (sauf le verre intérieur, qui est de 15 mm) et espacées de 6 mm; l'un d'eux est muni d'une lentille qui permet d'observer tout l'intérieur de la chambre à la fois. Une pompe à pistons, entraînée par un moteur de 100 ch, permet d'abaisser la pression jusqu'à  $74\text{ g/cm}^2$  (altitude de 18 300 m) avec une vitesse ascensionnelle variant entre 0 et 38 m/s, tandis que la vitesse de descente peut, dans des cas exceptionnels, atteindre 100 m/s à l'aide d'un dispositif complémentaire. La température peut varier entre  $-73$  et  $+93^{\circ}\text{C}$ , et l'humidité peut être réglée de manière à reproduire à volonté les différentes conditions météorologiques comme la pluie, la neige et le grésil.

Une soufflante centrifuge, montée à l'extrémité de la chambre opposée au sas et entraînée par un moteur de 150 ch, peut matérialiser un vent de 120 km/h (ou 200 km/h en concentrant la veine) pour les études sur le givrage, le retour d'air se faisant par le plancher et le plafond. Ce vent peut être réchauffé par des radiateurs électriques (185 000 cal/h), ou refroidi par une série d'éléments dans lesquels circule un mélange d'acétone et d'alcool méthylique, lui-même refroidi par sublimation de neige carbonique; cet appareillage, capable de produire 125 000 frigorifères/h, permet de refroidir 1 600 kg d'air par minute à la température de  $-50^{\circ}\text{C}$ . Tous les appareils sont commandés de façon indépendante à partir d'un poste situé à l'extérieur de la chambre.

*Curtiss-Wright*, de son côté, a équipé une chambre d'essais très importante dans laquelle, en neuf minutes, la pression peut être abaissée jusqu'à la pression d'altitude de 13 000 m et la température jusqu'à  $-60^{\circ}\text{C}$ .

### Appareillages à destination spéciale

On peut faire fonctionner les moteurs au banc d'essais dans des conditions se rapprochant du régime en altitude, en réalisant une dépression sur l'admission et l'échappement, afin d'obtenir les mêmes pertes de charge qu'aux hautes altitudes; mais, d'autre part, il est nécessaire de vérifier la protection des carburateurs contre le givrage. C'est pourquoi il y a intérêt à essayer les moteurs dans des chambres de dépression réfrigérées, qui peuvent être les mêmes que pour les cabines étanches, ou qui peuvent être spécialement conçues.

En France, une station d'essais pour moteurs avait été commencée, en 1940, à Bricy-Orléans; elle devait permettre d'essayer des

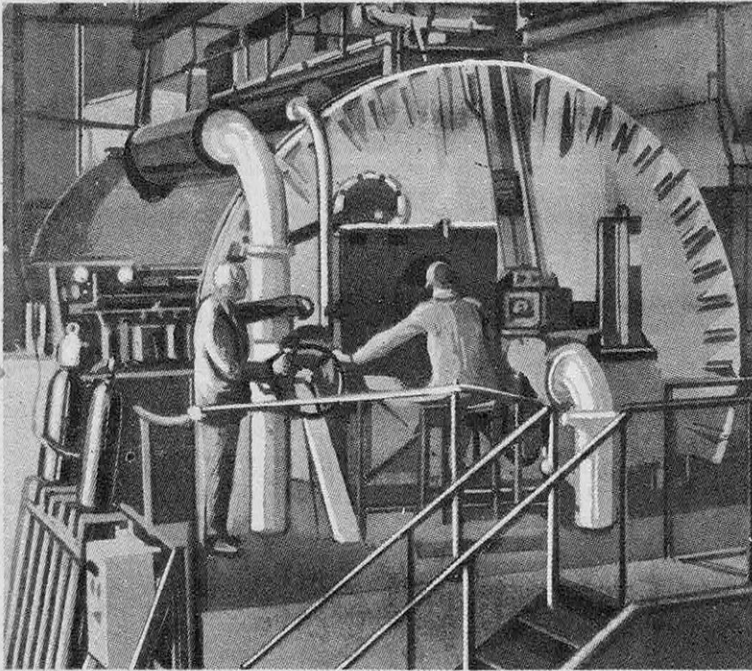


FIG. 12. — CHAMBRE D'ALTITUDE DE LA SOCIÉTÉ NORMALAIR (WESTLAND)

Cette chambre permet d'essayer un fuselage ou un caisson d'essai de 4,5 m de long et de 3,30 m de diamètre à une altitude fictive de 20 000 m, température  $-60^{\circ}\text{C}$ , et dans les conditions d'humidité désirée. Les ingénieurs, placés l'un à l'intérieur du fuselage, l'autre à l'extérieur de la chambre d'altitude, devant le tableau de commande, peuvent se voir au travers du double hublot et communiquer par téléphone haut-parleur.

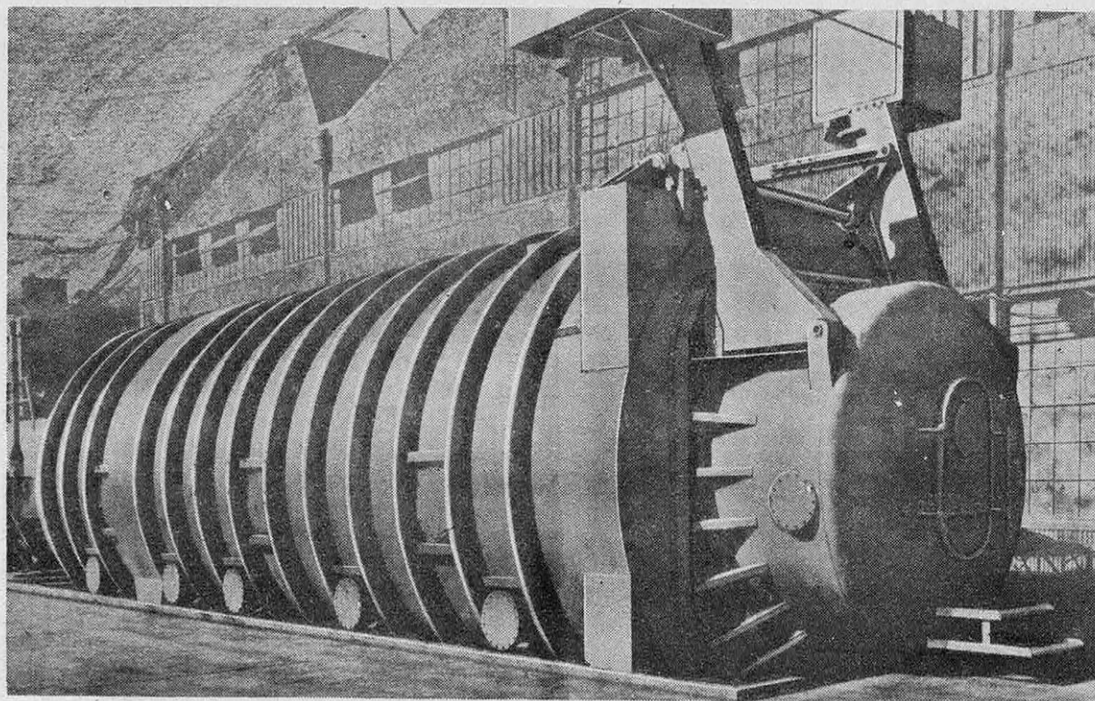


FIG. 13. — LA CHAMBRE D'ALTITUDE DES USINES NORTH AMERICAN AVIATION

*Cette chambre, mesurant extérieurement 16,5 m de longueur et 5,20 m de diamètre, permet d'éprouver des fuselages ou parties de fuselages atteignant 12,8 m de longueur et 4,70 m de diamètre. La porte, contenant une chambre de dépression plus petite utilisable pour les recherches physiologiques, est équilibrée par un poids de 15 tonnes.*

moteurs de 1 000 ch refroidis par air aux altitudes fictives de 5 000 et 10 000 m, des moteurs de 2 000 ch refroidis par eau à 5 000 et 10 000 m, et des moteurs de 80 ch refroidis par air ou par eau à l'altitude fictive de 15 000 m, dans les conditions suivantes : l'alimentation était fournie en air conditionné (pression et température de l'altitude indiquée) ; l'échappement se faisait vers une enceinte où régnait la pression de l'altitude indiquée ; le moteur lui-même était placé dans une enceinte remplie d'un mélange d'azote et de gaz carbonique à la pression de l'altitude indiquée, les ailettes et la culasse étant soumises à un vent de 400 km/h. Interrompue par l'occupation allemande, la construction de cette station doit être reprise, à Saclay, par les soins de l'Office national d'Études et de Recherches aéronautiques.

Ce même Office possède, au mont Lachat, à l'altitude de 2 100 m, une station de recherches comportant essentiellement comme équipement, d'une part, une soufflerie de givrage naturel ou artificiel à veine fermée de  $3,2 \times 1,4$  m (vitesse : 53 m/s) permettant d'expérimenter des maquettes d'ailes en grandeur réelle, avec un dispositif de pulvérisation pour le givrage artificiel (à condition que la température soit négative), et, d'autre part, un banc d'hélice pour l'étude du givrage des hélices.

Enfin, mentionnons que la *York Corporation* a fait établir, en Pennsylvanie, une double chambre de dépression réfrigérée, permettant d'étudier, dans les conditions atmosphériques correspondant à l'altitude de 15 000 m, le tir des armes à feu jusqu'au calibre de 75 mm.

J. CASTELLAN

D'après un économiste américain, M. Benjamin Graham, la productivité des États-Unis, c'est-à-dire la production par heure de travail et par homme dans l'ensemble de l'industrie des États-Unis, a dépassé en 1946 la productivité de l'année 1940 de 18 %. Dans l'industrie des produits finis, le calcul montre cependant une légère diminution de productivité par rapport à 1940. Cette baisse serait amplement compensée par l'augmentation mise en évidence par M. Graham dans l'agriculture, le commerce, les transports par voie ferrée et dans l'industrie minière, où la productivité pour l'année 1946 a dépassé de 25 à 35 % celle de 1940.

# LOCOMOTIVES CHAUFFÉES AU MAZOUT

par R. BARJOT

**D**eux mille quatre cents tonnes par jour, telle est l'économie de charbon attendue de la mise en service sur le réseau ferroviaire français des six cent vingt locomotives transformées pour la chauffe au mazout. Ainsi, chaque année, quelque 850 000 t de charbon supplémentaires pourront être affectées à notre industrie sidérurgique avide de houille grasse « cokéfiabla », l'Amérique ne nous livrant que des charbons maigres. La chauffe au mazout, qui a déjà fait ses preuves dans les pays riches en combustibles liquides (U. R. S. S., Roumanie, États-Unis), est d'ailleurs d'une application facile, pourvu que le foyer de la locomotive soit spécialement établi, ou transformé à cet effet. Elle permet notamment de construire des machines dont la puissance n'est pas limitée par la surface de grille admissible, et les États-Unis ont ainsi établi des locomotives dont les performances sont véritablement exceptionnelles. En France où, comme en Angleterre d'ailleurs, le problème consistait non à faire du neuf, mais à aménager pour la chauffe au mazout des machines alimentées au charbon, les conditions techniques et économiques ont fait porter le choix de la S. N. C. F. sur les locomotives que lui livrent les États-Unis (trois cents d'entre elles ont d'ailleurs été ainsi équipées avant leur livraison).

**L**e problème de la chauffe au mazout des locomotives doit être examiné sous deux aspects : l'aspect économique et l'aspect technique.

## L'aspect économique

Jusqu'à la première guerre mondiale, la France avait assez de charbon pour répondre à tous ses besoins. Mais, depuis 1920, le développement de l'équipement industriel du pays exigea à la fois le concours de la houille blanche de nos montagnes et des importations de charbon : environ un tiers de ce charbon importé venait d'Allemagne, un tiers d'Angleterre, le reste de Belgique, des Pays-Bas et de Pologne. Il eût été contraire aux intérêts du pays d'importer du mazout, grevé de lourds frais de transport, alors que nos voisins pouvaient nous fournir à meilleur compte le charbon nécessaire.

Aujourd'hui, le marché de la houille se trouve bouleversé, et plus de 50 % de nos importations viennent d'Amérique, le reste se répartissant entre la Sarre, la Pologne et la Ruhr. Quant à l'Angleterre, qui souffre d'une crise aiguë, sa production ayant baissé d'un quart de 1939 à 1945, tandis que les besoins augmentaient considérablement, elle n'a pu fournir en novembre dernier que 4 % seulement de nos importations.

Mais il faut ajouter que nous manquons surtout, à l'heure actuelle, de charbon gras à haute teneur en matières volatiles, indispensable à l'alimentation des hauts fourneaux. La crise de la sidérurgie française, qui conditionne notre renaissance, est due à la pénurie de charbons « cokéfiabla ». Et le charbon que nous envoie l'Amérique est du charbon maigre, impropre à la métallurgie.

Que faire, sinon rationner en charbon gras toutes les autres industries françaises et les

inviter à remplacer ce précieux charbon par des combustibles liquides, plus faciles à importer et à manutentionner ? Ces combustibles liquides sont d'ailleurs offerts en abondance sur le marché international, alors que la crise du charbon est générale.

## Le côté technique

On comprend maintenant pourquoi, jusqu'à 1945, ce sont principalement les pays pour lesquels le pétrole est un produit national, et en particulier la Roumanie, la Russie et les États-Unis, qui ont utilisé le mazout pour chauffer leurs locomotives. Dès 1870, les essais ont été entrepris pour brûler du mazout dans un foyer, mais ce n'est guère qu'à partir de 1880 que les ingénieurs se sont rendu compte de la nécessité de pulvériser ce combustible pour obtenir de bons rendements. A partir de 1890, les réseaux ont commencé à étudier des locomotives spécialement conçues pour ce genre de chauffe.

La question a présenté d'ailleurs un surcroît d'intérêt pour les chemins de fer lorsque, la puissance des engins augmentant sans cesse, on est arrivé à envisager des surfaces de grilles telles que la chauffe à bras devienne impossible. Alors qu'en France nos plus puissantes machines n'ont guère dépassé, jusqu'en 1938, une surface de grille de 5 m<sup>2</sup>, des surfaces de 7, 8 et 10 m<sup>2</sup> sont courantes aux États-Unis ; un monstre récent du Pennsylvania, la 3.2.2.3, qui pèse 482 t avec son tender et remorque des trains de 1 000 t à 160 km/h, a une surface de grille qui dépasse 12 m<sup>2</sup>. Pour alimenter de pareils foyers, il faut, si l'on chauffe au charbon, équiper la machine avec un « stoker », c'est-à-dire un chargeur mécanique, ou bien brûler du mazout.

La chauffe au mazout est donc l'une des deux



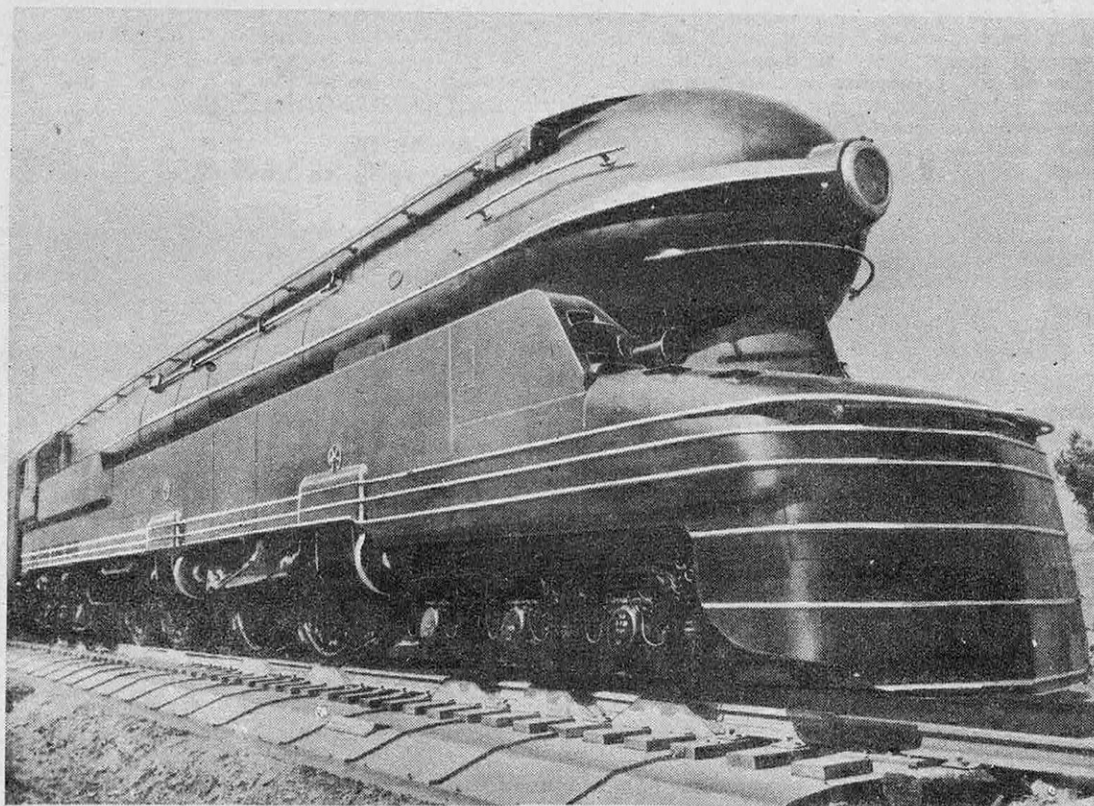


FIG. 1. — LOCOMOTIVE AMÉRICAINE, TYPE 3.2.2.3 DU PENNSYLVANIA

*L'utilisation d'un chargeur mécanique de charbon, ou stoker, a permis de porter la puissance de cette machine à 6 000 ch. Elle peut remorquer des trains de 1 000 t à 160 km/h.*

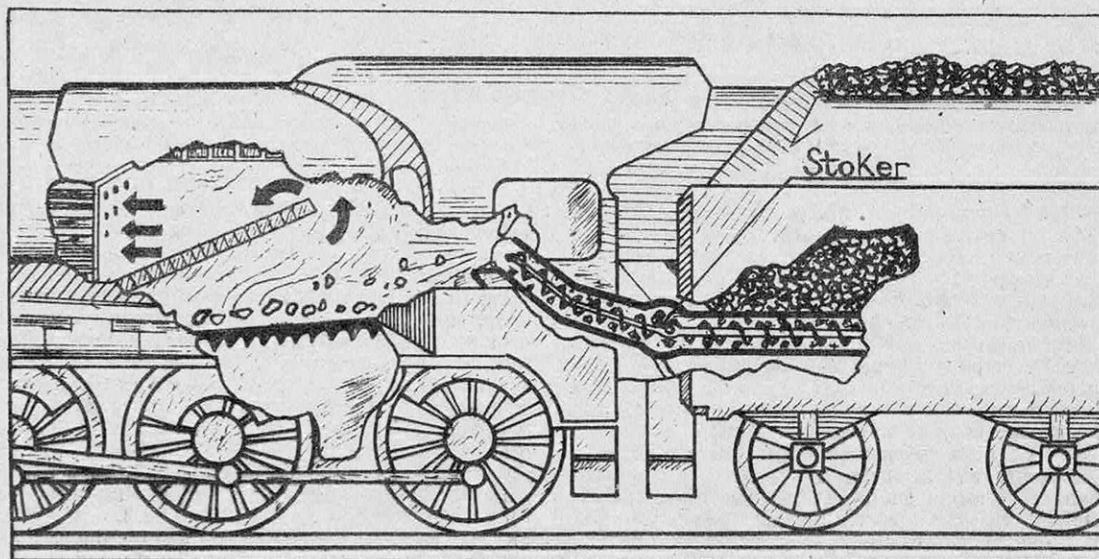


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN CHARGEUR MÉCANIQUE DE CHARBON OU STOKER

*Une vis sans fin, mue par un moteur à vapeur, concasse grossièrement le charbon et l'entraîne par une conduite articulée jusqu'au foyer où des jets de vapeur le projettent sur la grille.*

solutions qu'impose l'accroissement progressif de la puissance des locomotives. L'autre solution, le stoker, — combinaison d'une vis sans fin qui transporte le charbon depuis le tender jusqu'au foyer avec un système de jets de vapeur qui répartissent le charbon sur toute la surface de la grille —, a été utilisée en France depuis 1938 par la S. N. C. F. Toutes les machines « poussées », donc à grande consommation de combustible, construites depuis cette époque, ont un stoker : d'abord les 2.4.0-P (1) qui remorquent les rapides lourds de la région Sud-Est, entre Laroche et Dijon, sur la section accidentée de la grande ligne Paris-Lyon-Marseille; puis

brûler n'importe quelle qualité de charbon dans les machines. Car cet appareil conduit à faire un feu « en couche mince », ce qui donne la possibilité de brûler même des houilles maigres non calibrées, tout venant et poussiéres.

### Les avantages de la chauffe au mazout

L'emploi du mazout sur les locomotives présente de nombreux avantages : le mazout, ou plus exactement le fuel-oil lourd, est un des derniers produits de la distillation du pétrole; il a cependant un pouvoir calorifique élevé de

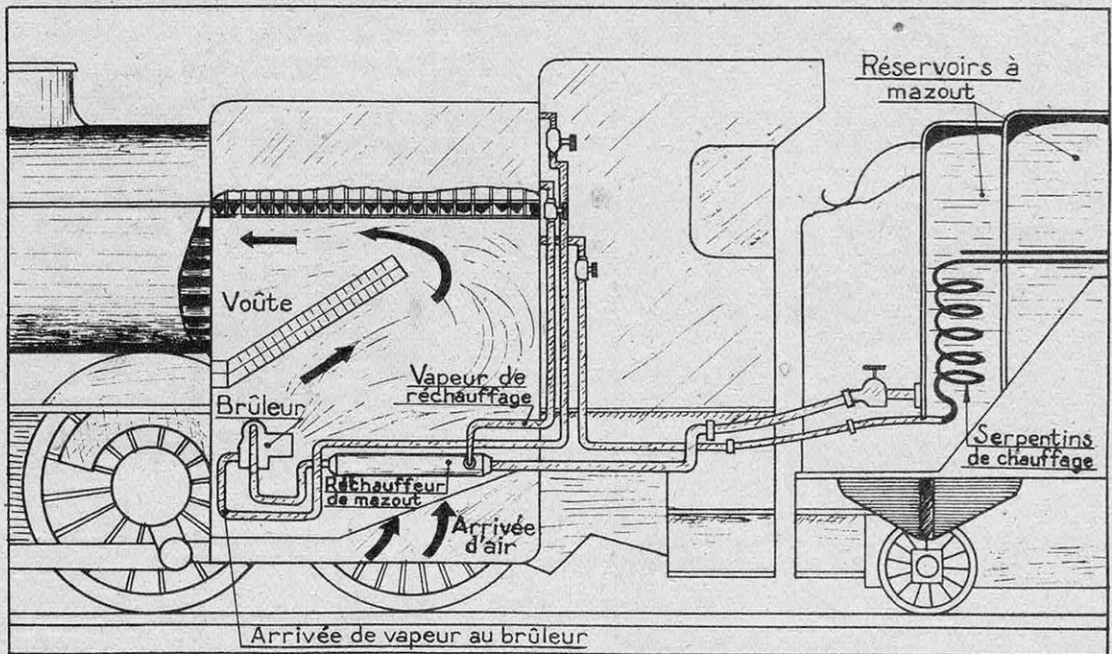


FIG. 3. — SCHEMA DE LA CHAUFFE AU MAZOUT SUR UNE LOCOMOTIVE ANGLAISE.

*Le mazout est réchauffé dans le tender par un serpentin à vapeur. Il parvient au brûleur après un nouveau réchauffage qui le rend plus fluide et est enfin projeté et pulvérisé dans le foyer par un jet de vapeur.*

les 1.4.1-P, machines mixtes en service depuis 1942 au nombre d'une centaine et dont deux cents autres sont en construction, qui sortiront à partir de juillet 1947; enfin les 1.5.0-P destinées aux lourds trains de charbon et de minerai des bassins du Nord et de l'Est.

Et, quand, en 1945, la S. N. C. F. a commandé aux États-Unis et au Canada mille trois cent quarante machines 1.4.1-R, variante américaine simplifiée de notre 1.4.1-P, il a été prévu que ces machines auraient toutes un stoker.

D'ailleurs, le chargeur automatique ne présente pas seulement l'intérêt de faciliter singulièrement la besogne du chauffeur; le stoker a également l'énorme avantage de permettre de

(1) Chaque type de locomotive est défini par un nombre de trois ou quatre chiffres; ceux-ci indiquent respectivement le nombre d'essieux porteurs avant, le nombre d'essieux moteurs couplés (en un ou deux groupes) et le nombre d'essieux porteurs arrière. Exemple : 3.2.2.3, 2.4.0, etc.

l'ordre de 10 500 calories contre 8 000 pour une bonne houille demi-grasse : 1 kg de fuel dégage donc en brûlant autant de calories que 1 300 g de charbon de la meilleure qualité.

Le mazout est facile à manutentionner et à emmagasiner, sous réserve de placer dans les réservoirs et les soutes un serpentin de réchauffage pour l'amener à 80° C environ, température à laquelle cette gelée visqueuse devient assez fluide pour être pompée sans difficulté.

Sur la machine, il suffit d'installer une double tuyauterie allant du réservoir à mazout du tender jusqu'au point le plus bas du foyer où l'on place un brûleur. L'une conduit le combustible, l'autre la vapeur de réchauffage. Enfin c'est un jet de vapeur qui, en traversant le brûleur, entraîne et pulvérise le mazout dans le foyer. Une manette règle le débit du mazout, une autre le jet de vapeur d'entraînement, et le chauffeur n'a plus qu'à surveiller la combustion, qui se conduit en observant la couleur de la fumée; pour une bonne combustion, cette fumée

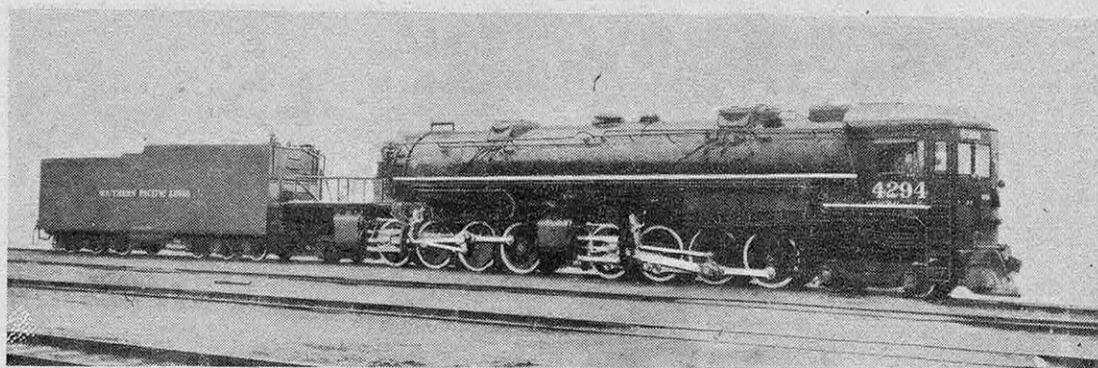


FIG. 4. — LOCOMOTIVE AMÉRICAINE ARTICULÉE 2.4.4.1 DES SOUTHERN-PACIFIC LINES

La chauffe au mazout a permis d'installer la cabine de conduite à l'avant, de sorte que le mécanicien n'est pas gêné pour l'observation des signaux. Cette machine, employée en triple traction (trois locomotives associées), est utilisée pour remorquer des trains de 4 000 t, sur des rampes de 25 mm par mètre.

ne doit être ni blanche, ni noire, mais légèrement teintée de gris. Ainsi plus de souci d'égaliser le feu, plus de manœuvres du ringard pour le débarrasser des mâchefers, plus de pénibles séances de décrassage de la grille, de vidange des cendriers et de la boîte de fumée. La chauffe est facilitée au maximum.

Seulement, car il y a un seulement, il faut que le foyer de la locomotive soit construit pour cette chauffe très particulière. D'abord la flamme de mazout est à une température élevée, qui peut atteindre 1 700° C; or, l'acier rougit à 500°. Il faut donc garnir le foyer de briques réfractaires qui protègent les tôles. Il faut aussi que le taux de combustion soit modéré et ne dépasse guère 250 kg de mazout par mètre cube de chambre de combustion et par heure.

Des essais très poussés, effectués depuis 1920, par M. Chapelon, au réseau P. O., puis contrôlés par la suite au banc d'essai de Vitry, ont montré que 250 à 300 kg de mazout par mètre cube de chambre de combustion constituent un maximum. De plus, le volume et la profondeur du foyer doivent être calculés pour que la flamme parcoure un trajet suffisant; sinon les calories disponibles sont mal utilisées.

### L'expérience américaine

Les États-Unis ont reçu de la nature des conditions incomparables d'exploitation mi-

nière. En 1936, ils ont extrait de leur sol 40 % de la production mondiale du charbon et 60 % de celle du pétrole. Ce dernier combustible est localisé principalement dans le Nord-Est (Pennsylvanie), le Sud (Texas, Oklahoma), et enfin en Californie.

Pour les réseaux américains, le choix entre le charbon et le mazout dépend des facilités géographiques d'approvisionnement. C'est ainsi que le Southern-Pacific, dont le trafic s'est accru depuis 1939 de plus de moitié, a adopté la chauffe au mazout pour les très nombreuses locomotives puissantes qu'il a dû faire construire pendant la guerre. En particulier, signalons les monstres articulés à onze essieux, du type 2.4.4.1, avec cabine de conduite à l'avant et tender en arrière, que le Southern utilise en triple traction (trois machines associées) pour remorquer des trains de 4 000 t sur les lignes accidentées de son réseau. Ces machines ont 13 m<sup>2</sup> de surface de grille et pèsent 478 t avec leur tender. L'emploi du mazout pour la chauffe a permis de placer l'équipe de conduite à une extrémité de la machine et le tender à l'autre, sur un engin qui mesure 36 m de longueur.

De même l'Atchinson-Topeka et Santa-Fe, dont la ligne principale relie Chicago à Los Angeles : 3 584 km sont parcourus en 47 h 40 mn, à 75 km/h de moyenne par le train à vapeur « Chief » et en 49 h 25 mn par les trains-poste.

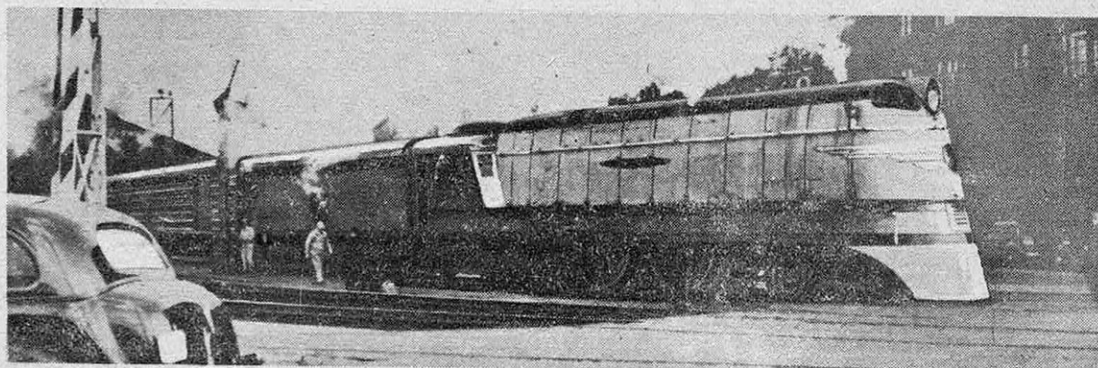


FIG. 5. — LA LOCOMOTIVE AMÉRICAINE, TYPE ATLANTIC 2.2.1, CHAUFFÉE AU MAZOUT, QUI A REMORQUÉ LES TRAINS « HIAWATHA » LES PLUS RAPIDES DU MONDE

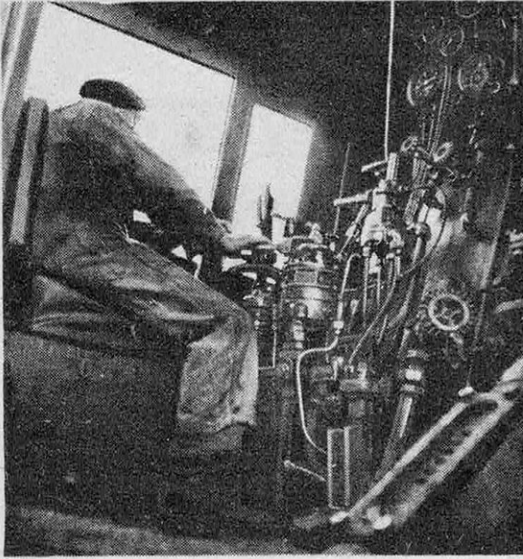


FIG. 6. — LA POSITION CONFORTABLE DU MÉCANICIEN DE LA LOCOMOTIVE FRANÇAISE 1.4.1-R DE CONSTRUCTION AMÉRICAINE

*Cette machine chauffée au charbon est munie d'un stoker dont on voit l'arrivée au premier plan et qui libère le personnel du travail pénible d'alimentation du foyer. On sait que, sur les mille trois cent quarante locomotives de ce type qui seront livrées à la France, six cent vingt seront équipées pour la chauffe au mazout.*

Cette moyenne prend toute sa valeur si l'on songe que la ligne franchit des massifs montagneux, dont quatre dépassent l'altitude de 2 200 m, au moyen de longues rampes de 15 à 35 mm par mètre. Les machines, des 2.4.2 pour les rapides, des 1.5.2 et des 2.4.2 pour les trains de marchandises, sont toutes chauffées au mazout. Et c'est la même machine qui, sur les trains de voyageurs, effectue le trajet de bout en bout.

Citons encore un troisième exemple, particulièrement instructif. On sait que les trains « Hiawatha » du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, sont les plus rapides du monde. Ils circulent entre Chicago et Saint-Paul (Minnesota) d'une part, entre Chicago et Omaha (Nebraska) d'autre part. Les premiers trains, en 1935, avaient six voitures ; devant le succès obtenu, leur longueur dut être portée à sept, puis huit, puis neuf... et atteint aujourd'hui quatorze et seize voitures (780 t). Les machines du début, de magnifiques « Atlantic » 2.2.1 chauffées au mazout, ont dû être remplacées par des « Hudson » 2.3.2 plus puissantes encore pour pouvoir soutenir couramment des vitesses de 160 km/h. Cependant les « Hudson » ont reçu la chauffe au charbon, pour éviter de limiter leur emploi aux seules lignes dont les dépôts sont équipés pour stocker le mazout.

Car la politique des chemins de fer américains est une politique de haut rendement. Pour l'ensemble des grands réseaux, en 1944, le pourcentage moyen de machines en activité a dépassé 85 %, et le parcours journalier moyen de chaque locomotive a atteint 356 km. Ceci interdit toute spécialisation gênante des machines,

et la chauffe au mazout peut en être une. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point.

### L'expérience anglaise

L'expérience anglaise, bien qu'encore très modeste, est beaucoup plus instructive pour nous. Car il ne s'agit pas ici de construire des locomotives nouvelles chauffant au mazout, mais, tout comme chez nous, d'équiper pour le mazout des machines à vapeur existantes. Le Gouvernement anglais, cherchant par tous les moyens à faire des économies de charbon, a suivi avec intérêt les essais du réseau G. W. R. (Great Western Railway), qui, depuis 1945, a expérimenté la chauffe au mazout, d'abord sur dix-huit machines de marchandises, puis sur vingt-six machines de voyageurs. Devant les résultats obtenus, il vient d'« autoriser » les quatre grandes compagnies anglaises à transformer mille deux cent dix-sept machines. On attend de cette mesure une économie annuelle de 1 million de tonnes de charbon.

Les machines anglaises se répartissent en :  
172 machines de trois types différents sur le G. W. R. (Great Western Railway) ;

450 machines de sept types différents sur le L. N. E. R. (London and North-Eastern Railway) ;

485 machines de quatre types différents sur le L. M. S. R. (London/Midland and Scottish Railway) ;

110 machines de cinq types différents sur le Southern Railway.

Malgré cette « autorisation », les réseaux anglais ne cachent pas que la mise en marche d'un essai de cette ampleur va entraîner une immobilisation prolongée des machines à transformer, donc une réduction sensible des moyens de traction ; parallèlement, les ateliers chargés des travaux devront retarder d'autant les réparations courantes des autres locomotives, réparations dont la cadence est déjà loin d'être satisfaisante.

Mais le point le plus délicat de cet essai est qu'il porte sur des machines de dix-neuf types différents, ce qui ne permet pas de fabriquer en série les pièces spéciales pour leur équipement et leur entretien.

### Le programme français

En France, où les chemins de fer sont nationalisés, le ministre des Travaux publics et des Transports a invité la S. N. C. F. à équiper pour la chauffe au mazout, dans le plus court délai, le plus grand nombre possible de machines puissantes, donc grosses consommatrices de charbon.

Nous avons vu cependant que cette transformation ne peut utilement être faite que sur des machines à taux de combustion modéré. Il faut donc choisir un type de locomotives ni trop puissant, ni trop rapide : avec les dimensions de foyers et les surfaces de grilles usitées chez nous, les limitations correspondantes sont de l'ordre de 2 000 ch et de 90 km/h environ.

Mais il ne faut pas non plus que l'emploi du mazout conduise à réduire la puissance maximum de la machine à une valeur trop faible et incompatible avec une bonne utilisation. Il ne faut pas enfin arriver à une consommation de mazout égale en poids à la quantité de charbon nécessaire pour obtenir la même puissance.

La conclusion pratique de ce dilemme est qu'après étude la S. N. C. F. a conclu de limiter

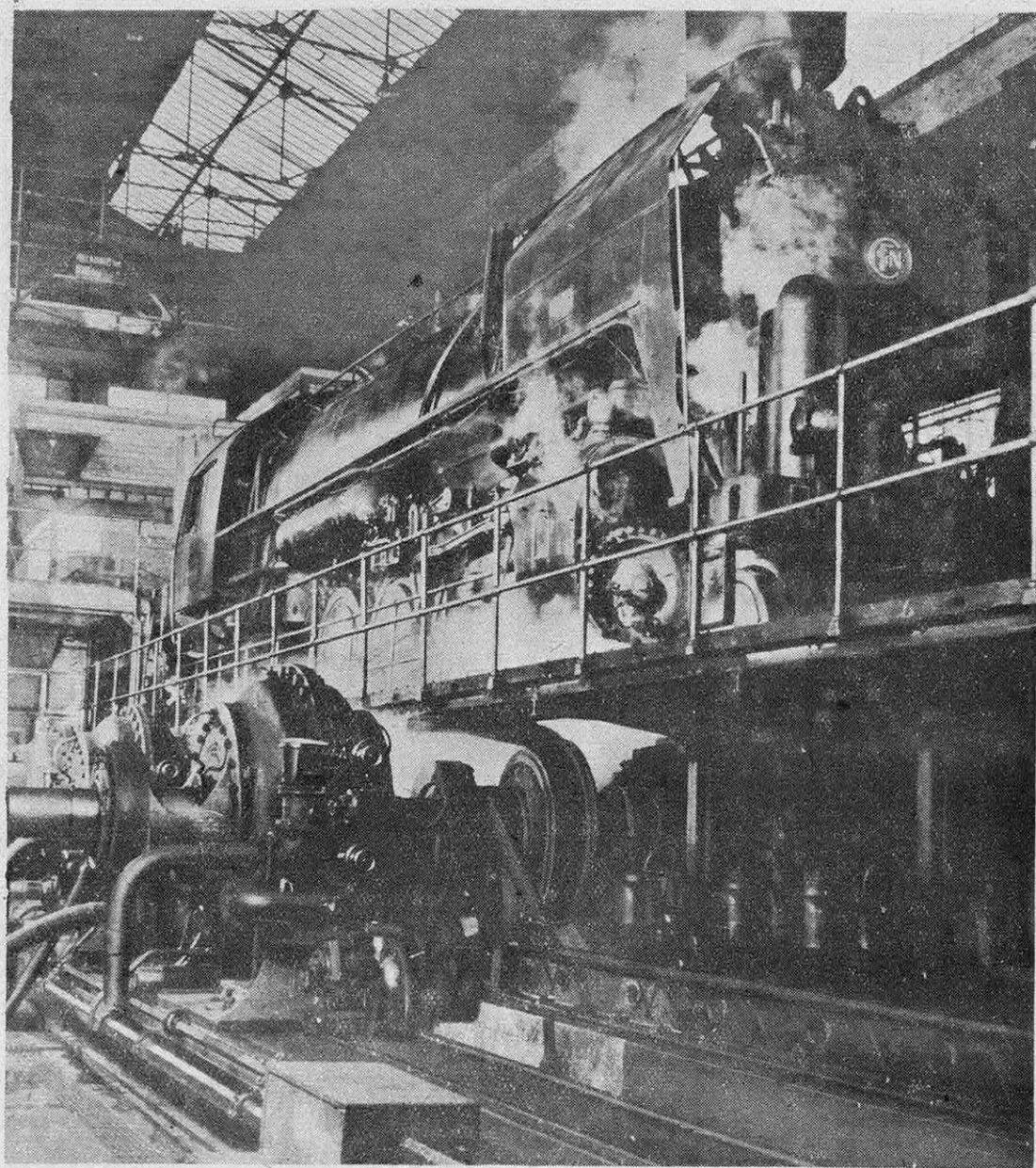


FIG. 7. — LES ESSAIS AU BANC DE VITRY-SUR-SEINE DE LA MACHINE FRANÇAISE 976, DE LA SÉRIE DES 1.4.1-R, CHAUFFÉE AU MAZOUT

en première étape la chauffe au mazout aux locomotives 1.4.1-R de construction américaine ou canadienne (1). Ce sont des machines peu poussées, à deux cylindres à simple expansion ; elles rentrent à peu près dans la limitation des 2 000 ch et du 90 km/h, tandis que leurs cousines françaises, les 1.4.1-P à quatre cylindres compound, atteignent 3 400 ch à 105 km/h. D'autre part, ces robustes 1.4.1-R sont utilisées en « banalité » : elles sont conduites successivement par des

équipes qui se relaient. Cette « banalisation » leur permet d'effectuer chaque jour des parcours bien plus importants que les autres machines françaises. Ces dernières, plus puissantes, mais moins rustiques, connaissent tout au plus le régime de la « double équipe » : dans ce régime, deux équipes seulement, associées par consentement mutuel, conduisent la machine à tour de rôle.

Sur les treize cent quarante locomotives 1.4.1-R, trois cents auront été équipées pour la chauffe au mazout avant leur expédition en France ; une soixantaine sont déjà livrées et en service sur la région Sud-Est et l'une d'elles est

(1) Voir : « Locomotives américaines en France » (*Sciences et Vie*, n° 340, janvier 1946).

venue au Banc d'essai des locomotives à Vitry-sur-Seine pour vérifier les calculs des ingénieurs. Trois cent vingt autres 1.4.1-R, déjà livrées avec stoker, vont être transformées en France dans le courant de 1947.

C'est donc six cent vingt machines françaises qui fonctionneront au mazout avant la fin de l'année, permettant une économie annuelle de 850 000 t de charbon, soit 1 400 t par machine. Les réseaux anglais n'envisagent qu'une économie un peu inférieure à 1 200 t par machine, en raison de la moins bonne utilisation moyenne de leur matériel.

Notons, en passant, les heureux effets de la nationalisation des chemins de fer qui, depuis 1938, a unifié les types de matériels mis en construction et, en outre, a permis de développer un modèle de machine mixte (1.4.1-P française, 1.4.1-R américaine) propre à remorquer aussi bien un express qu'un train de marchandises. La conséquence de ces mesures est que la réalisation rapide d'un large essai de la chauffe au mazout se trouve facilitée au maximum.

### L'alimentation des locomotives

Mais ces six cent vingt machines doivent être régulièrement alimentées en mazout, faute de quoi ce serait la panne sèche, et les machines se trouveraient immobilisées. Pour assurer cette alimentation, il faut équiper les dépôts en moyens de stockage, de réchauffage et de pompage, puis les ravitailler en mazout avec régularité.

Une étude approfondie a permis de réduire à cinquante points d'alimentation le minimum indispensable en moyens de stockage pour maintenir une excellente utilisation de ces six cent vingt machines. Une centaine de réservoirs sont en construction, qu'il faudra ravitailler très régulièrement au moyen de wagons-citernes, à partir des raffineries et des ports de déchargement des « tankers ».

Et les 5 000 t de métaux ferreux absorbés une fois pour toutes par ces équipements seront vite récupérées si l'on songe que l'économie correspondante de charbon atteindra 2 400 t par jour !

Au total, l'opération, qui présente un intérêt vital pour l'économie du pays, se solde par un bilan technique acceptable. Mais que dire du bilan financier de l'affaire ? Aux frais de trans-

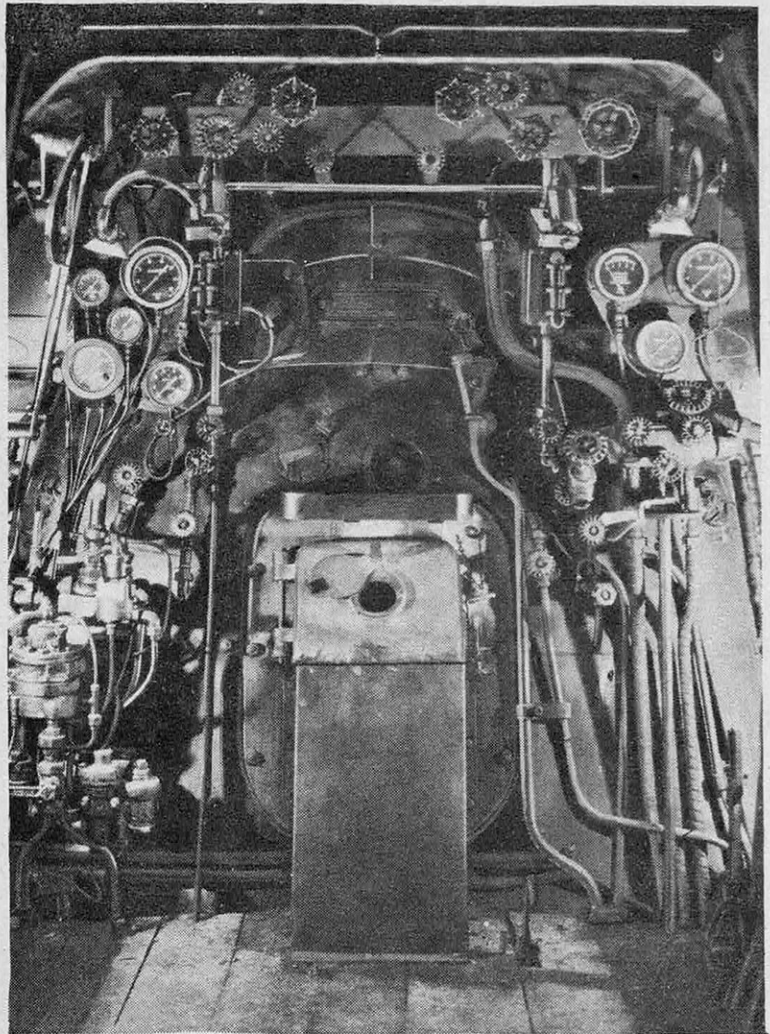


FIG. 8. — LES ORGANES DE MANGÈVRE DE LA LOCOMOTIVE FRANÇAISE 1.4.1-R DE CONSTRUCTION AMÉRICAINE, CHAUFFÉE AU MAZOUT

formation des machines et d'équipement des dépôts vont s'ajouter de lourdes dépenses supplémentaires d'exploitation et d'entretien. Le mazout coûte, à poids égal, sensiblement plus cher que le charbon, même venant d'Amérique. Les chaudières, sous l'attaque des produits de la combustion du fuel, risquent de s'user bien plus rapidement. Les foyers, malgré leurs revêtements protecteurs, sont soumis à des températures beaucoup plus élevées qu'auparavant.

Il est trop tôt pour préjuger de la balance exacte de cet essai, si rapidement décidé et si largement effectué.

Mais, en la circonstance, ni les questions de dépenses, ni même les questions de devises ne doivent constituer un obstacle devant la nécessité d'aider par tous les moyens la reprise rapide de notre industrie sidérurgique dont l'activité conditionne le rééquipement de notre pays.

R. BARJOT

# A CÔTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

### LES AÉROSOLS

DE même que les « sols » ou suspensions colloïdales résultent de la dispersion dans un liquide de fines particules solides ou liquides insolubles, on désigne sous le nom d'« aérosols » des fumées ou des brouillards résultant de la suspension dans l'air de fines particules solides ou liquides. Si certains aérosols sont nuisibles (fumées industrielles, par exemple), il existe, par contre, de nombreuses applications pratiques des aérosols, parmi lesquelles on peut citer : dans le domaine prophylactique, la projection d'insecticides et de désinfectants ; dans le domaine agricole, la projection d'insecticides et de fongicides et l'emploi d'aérosols chargés d'hormones pour le développement de certains fruits sans pollinisation ; dans le domaine médical, l'administration de médicaments par inhalation ; et, dans celui de l'armement, la projection de substances toxiques non gazeuses (ypérite, arsines). Parmi les aérosols utilisés en thérapeutique, on peut d'ailleurs distinguer ceux qui ont une action locale sur les poumons (traitement de l'asthme, par exemple, par des aérosols broncho-dilatateurs) et ceux qui ont une action générale sur l'organisme, grâce à leur diffusion dans le sang, obtenue aussi rapidement par ce procédé que par la voie intraveineuse, et qui peuvent, à l'aide de cette méthode, être maintenus dans l'organisme à un taux défini.

L'efficacité d'un aérosol augmente en général avec la finesse des particules projetées, car cette finesse retarde leur chute et augmente leur pouvoir de pénétration. D'autre part, comme pour les colloïdes en milieu liquide, le facteur essentiel de formation et de stabilité est d'ordre électrostatique : les particules se fixent sur les molécules ionisées de l'air, et d'autant plus facilement qu'elles ont été pro-

jetées plus brutalement dans l'atmosphère et ont ainsi acquis des charges électriques propres.

Le procédé le plus simple pour former un aérosol consiste à pulvériser le liquide par un moyen mécanique, si la substance est liquide dans les conditions normales de température et de pression (appareil thérapeutique de Dautrebande, à hélices brise-jet animées d'un mouvement rapide et à filtres pour arrêter les particules trop grosses). Si la substance est un solide ou un liquide ne se prêtant pas à la pulvérisation directe, on peut en pulvériser une solution. Mais le support liquide ainsi constitué tombe en général assez rapidement (deux minutes pour le pétrole, solvant le plus usité pour les insecticides), entraînant avec lui la substance efficace. Pour éviter l'emploi d'un support liquide, on a tenté de projeter directement dans l'atmosphère la substance active à l'état gazeux, afin qu'elle se condense d'elle-même en un fin brouillard ; dans ce but, on a essayé de pulvériser une solution concentrée sur une surface chauffée, mais le matériel nécessaire était encombrant et peu pratique.

Les meilleurs résultats ont été obtenus en dissolvant la substance active dans un gaz liquéfié, qu'on laisse ensuite se détendre dans l'atmosphère par un orifice très étroit. On doit choisir dans ce but un gaz autant que possible ininflammable ou, tout au moins, inexplusif, ne réagissant pas sur la substance active employée et ayant une assez faible chaleur de vaporisation pour ne pas refroidir l'atmosphère en dessous d'une limite acceptable.

Le mélange butane-propane a été utilisé, mais il forme avec l'air un mélange explosif, et, par conséquent, ne peut pas être employé dans tous les cas. Le dichlorodifluorométhane ou fréon n'a pas cet inconvénient et, de plus, possède un pouvoir insecticide propre ; mais c'est un assez mauvais solvant, et,

pour dissoudre certaines substances, telles que le pyrèthre, il faut le mélanger à un solvant de soutien, l'huile de sésame par exemple. Le chlorure de méthyle, moins coûteux, est aussi employé, mais son usage est exclu pour la projection de nicotine, qui réagit sur lui.

Pour la désinsectisation, d'excellents résultats ont été fournis par des aérosols obtenus à partir de bouteilles contenant un mélange de D. D. T. et de fréon (1) ; on a pu, grâce à eux, désinsectiser des locaux d'usine de 10 millions de mètres cubes sans faire interrompre le travail, ou des avions en vol avec un appareillage d'encombrement minime. Ce même aérosol a été utilisé en agriculture, projeté par des avions, ou mieux, des hélicoptères survolant à basse altitude les terrains menacés (2). En médecine, on a tenté, en Angleterre, de traiter par des aérosols de pénicilline et de propylène-glycol des malades atteints de bronchite ou de pneumonie et placés, pour ce traitement, soit dans de petites tentes individuelles, soit en groupes dans des salles dont l'atmosphère était ainsi pénicillinisée.

### CARTOUCHES D'ALARME POUR BOÎTES D'ESSIEU SUR LES CHEMINS DE FER

LA circulation à grande vitesse des trains lourdement chargés provoque un échauffement des boîtes d'essieu du matériel roulant, wagons ou locomotives, sans inconvénient tant qu'il se tient dans les limites normales.

(1) Voir « Le D. D. T., formidable moyen de destruction des insectes nuisibles » (*Science et Vie*, n° 335, août 1945).

(2) Voir « L'hélicoptère au service de l'agriculture » (*Science et Vie*, n° 351, décembre 1946).

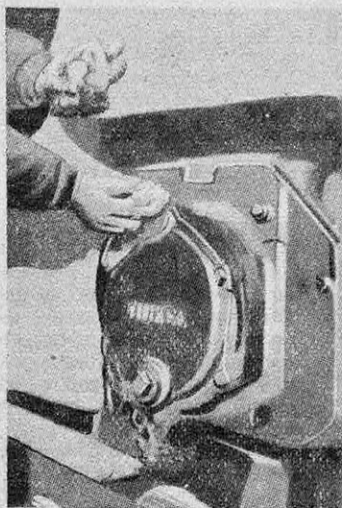


FIG. 1. — PLACEMENT D'UNE CARTOUCHE DE DÉTECTION DE BOITE CHAUFFANTE DANS UN ROULEMENT A ROULEAUX SUR UN BISSEL DE LOCOMOTIVE

Lorsque, par suite d'une lubrification insuffisante des surfaces en mouvement relatif, la température atteint localement des valeurs exagérées, de graves accidents sont à craindre, pouvant aller jusqu'à la rupture de la fusée de la roue en cause et au déraillement du train, fait heureusement très rare.

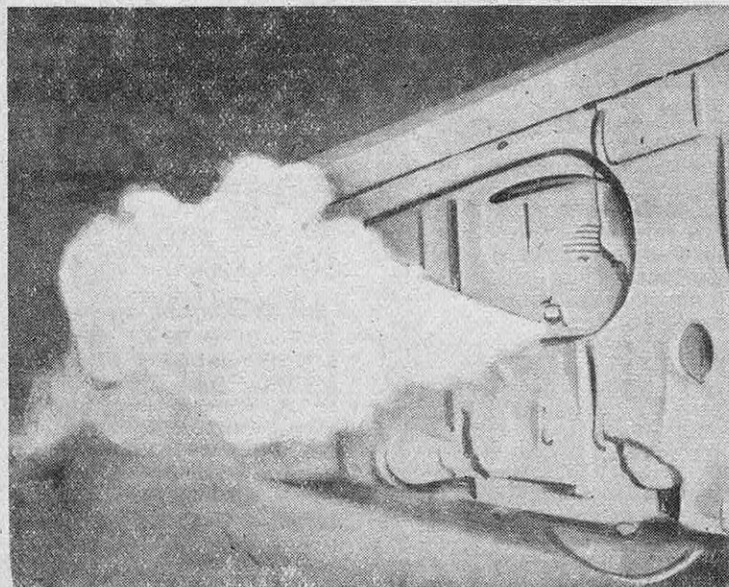


FIG. 2. — UNE BOITE D'ESSIEU A ROULEMENTS A ROULEAUX VIEN A CHAUFFER SUR UN TENDER DE LOCOMOTIVE : LA CARTOUCHE A FUMÉE DU DISPOSITIF D'ALARME ENTRE EN ACTION

Le New York Central Railroad a mis au point un détecteur de boîtes d'essieu chauffantes qui, d'une part, provoque un dégagement de fumée observable de l'extérieur du train et permettant d'identifier la boîte surchauffée, d'autre part produit une odeur caractéristique et désagréable transmettant l'information à l'intérieur même du train. Il comporte essentiellement deux cartouches placées dans des cavités ménagées à cet effet dans les coussinets, dans le cas des paliers à friction ou dans des poches de l'enveloppe des roulements, dans le cas des boîtes d'essieu à rouleaux. Chaque cartouche est remplie d'un liquide différent et présente un petit orifice bouché par un métal fusible qui fond à une température déterminée et laisse couler le liquide, qui, alors, se vaporise. La production d'une fumée blanche et dense est obtenue par un mélange de tétrachlorure de titane et de tétrachlorure de carbone ; celle de l'odeur, par de l'éthylmercaptan. Des essais systématiques ont montré que les températures de fusion les plus convenables sont de  $104^{\circ}\text{C}$  pour les boîtes à rouleaux, de  $160^{\circ}\text{C}$  pour les boîtes à friction bourrées avec des déchets de matières textiles, et de  $232^{\circ}\text{C}$  pour les boîtes à friction lubrifiées à la graisse. Ces tempé-

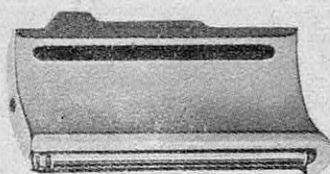


FIG. 3. — SECTION A TRAVERS UN COUSSINET A FRICTION, MONTRANT L'EMPLACEMENT DE LA CARTOUCHE D'ALARME

tures sont supérieures aux températures normales de fonctionnement et inférieures aux températures dangereuses, puisqu'on a reconnu, par exemple, que les essieux en acier au carbone peuvent supporter sans inconvénient  $275^{\circ}\text{C}$ .

La compagnie américaine citée plus haut envisage de généraliser l'emploi de ce dispositif d'alarme, appelé « Twinplex Hot Box Alarm » sur son matériel à voyageurs et ses locomotives, programme qui implique l'installation de cartouches à plus de trente-cinq mille essieux.

## DEUX HEURES DE DICTÉE ENREGISTRÉE SUR FIL

DANS son numéro 349, *Science et Vie* a consacré un article à l'« Ipsophone », appareil dont les possibilités, aussi multiples que variées, sont fondées sur l'enregistrement magnétique sur fil d'acier. Rappelons, en quelques mots, le principe de celui-ci : les sons, recueillis par un microphone, sont traduits en variations du courant électrique traversant un électroaimant, entre les pôles duquel passe, à vitesse constante, un fil d'acier qui s'aimante par magnétisation transversale ; la valeur de l'aimantation en un point donné du fil est naturellement fonction de l'intensité du courant qui traverse l'électroaimant au moment où ce point passe devant lui. Si le fil d'acier ainsi aimanté repasse avec la même vitesse entre les pôles de l'électroaimant, le courant qu'il y induit permet, après amplification, de reproduire, dans d'ex-



cellentes conditions de netteté et de fidélité, l'enregistrement précédemment effectué, et cela autant de fois qu'on le désirera. Lorsqu'il sera devenu inutile de conserver cet enregistrement, il sera facilement « effacé » à l'aide de procédés électromagnétiques très simples et le fil d'acier, indéfiniment utilisable, sera prêt à servir de support à de nouveaux enregistrements.

Alors que l'« Ipsophone » est conçu en vue d'une utilisation essentiellement téléphonique, un nouvel appareil, le « Textophone », est conçu pour servir principalement de machine à dicter, que l'on peut d'ailleurs mettre en liaison avec le réseau téléphonique. Ce nouvel appareil se compose de trois parties distinctes.

Les organes d'enregistrement et de restitution (microphone et haut-parleur exceptés) sont logés à l'intérieur d'un coffre métallique dont l'encombrement est à peu près celui d'un poste de radio ordinaire ; dans ce coffre métallique est encastree la cassette contenant, enroulé sur deux bobines, le fil d'acier de 0,22 mm de diamètre servant à l'enregistrement ; l'abaissement d'un levier A (fig. 4) permet de procéder, en quelques secondes, au remplacement de la cassette pour le cas où la durée de l'enregistrement dépasserait la capacité normale de l'appareil. Chaque cassette standard renferme 1 600 m de fil d'acier, longueur suffisante pour quarante-cinq

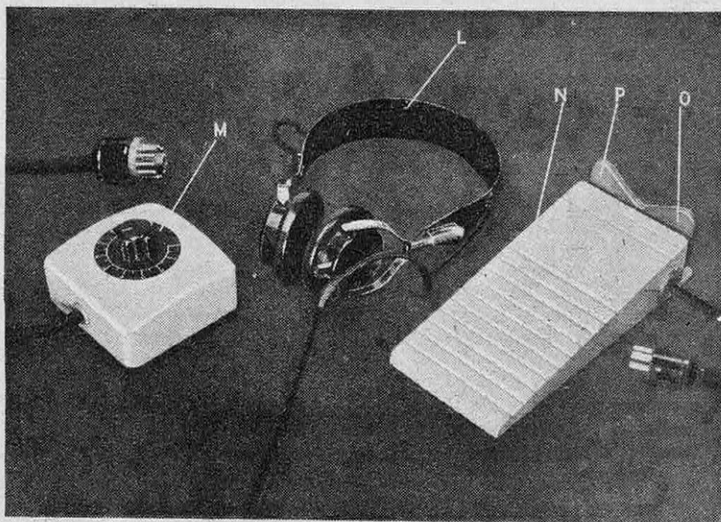


FIG. 5. — ORGANES DE DICTÉE DACTYLOGRAPHIQUE DU TEXTOPHONE (VOIR DANS LE TEXTE L'EXPLICATION DES LETTRES)

minutes d'enregistrement ; dans les cas spéciaux, on peut utiliser des cassettes dont la capacité est portée à deux heures. Le cadran mobile C qui se trouve sur la cassette indique la durée des enregistrements effectués ; quant aux aiguilles qui y figurent, elles servent à « bloquer » les enregistrements importants en déterminant sur le cadran les secteurs d'enregistrement qui ne seront pas touchés lors de l'abaissement du commutateur d'effacement. On pourra faire des annotations nécessaires sur le coffret lui-même où

un emplacement E a été prévu.

Les organes de commandes, le microphone et le haut-parleur sont placés dans un second coffre métallique, de dimensions plus réduites et qui n'a pas besoin d'ailleurs de se trouver dans le même local que le premier. Un voyant lumineux F s'éclaire lorsque l'appareil est en fonctionnement, tandis que deux boutons servent, le premier, G, de régulateur de puissance, le second, H, de commande pour l'enregistrement des communications téléphoniques, le « Textophone » pouvant être relié au réseau par un branchement spécial. Sur le côté du coffre métallique est logé — au repos — le poste de commande proprement dit I, relié au coffre par un fil souple. La mise en marche des organes d'enregistrement s'obtient en « décrochant » ce poste de commande qui tient aisément dans la main et ne comprend qu'un seul commutateur J à usages multiples, permettant de donner à l'appareil les ordres suivants : dictée, enregistrement continu (téléphone et conférences), restitution, répétition. La restitution peut se faire à volonté, soit par l'intermédiaire du haut-parleur, soit par celui d'un écouteur téléphonique K, logé dans le poste de commande lui-même.

Plusieurs microphones et organes de commande peuvent être branchés sur le même coffre d'enregistrement.

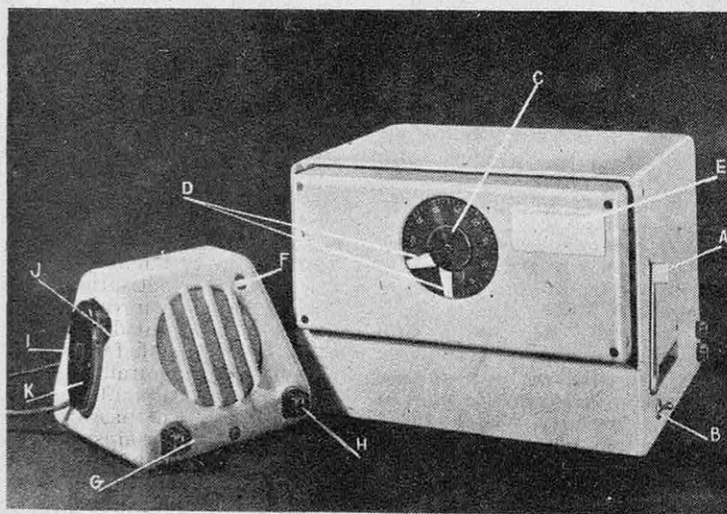


FIG. 4. — A DROITE, ORGANES D'ENREGISTREMENT ET DE RESTITUTION ; A GAUCHE, ORGANES DE COMMANDE, MICROPHONE ET HAUT-PARLEUR

Les organes de dictée dactylographique (fig. 5) comportent un casque d'écoute très léger L, semblable à ceux utilisés dans les centraux téléphoniques, et divers dispositifs. Ainsi la dactylographe enclenche l'appareil et détermine sa puissance au moyen d'un régulateur M. Pour toutes les autres opérations, l'usage d'une commande à pied N permet de garder constamment les deux mains sur le clavier de la machine à écrire. Quand le pied presse sur l'extrémité droite O de la pédale, l'appareil restitue les textes enregistrés. En appuyant sur l'extrémité gauche P, on commande le retour du fil en arrière. Une pression rapide permet ainsi la répétition des dernières secondes d'écoute, tandis qu'une pression continue ramène, en peu de temps, le fil à sa position de départ pour la répétition complète. L'appareil reste silencieux quand la pointe du pied reste dans l'échancrure centrale de la commande, ce qui permet de faire varier la vitesse de la dictée selon l'habileté de la dactylographe.

## VERRES ORGANIQUES POUR INSTRUMENTS D'OPTIQUE

ON connaît depuis longtemps des matières plastiques parfaitement transparentes : produits celluloseux comme le celluloid et le rhodoïd, et surtout résines synthétiques ininflammables comme la bakélite et le plexiglas (1). Mais, si les qualités de transparence de ces verres organiques atteignent et même parfois dépassent de beaucoup celles des verres « silicates », ce qui a permis depuis plusieurs années de les substituer à ces derniers dans de nombreuses applications (la construction aéronautique par exemple), il était plus difficile d'obtenir des masses parfaitement homogènes possédant simultanément des qualités physiques (point de fusion élevé, faible coefficient de dilatation), des qualités chimiques (ininflammabilité, résistance aux agents chi-

miques), des qualités mécaniques (dureté, malléabilité à température modérée, souplesse, résistance à la pression et aux chocs, facilité d'usinage) et enfin des qualités optiques (faible absorption des radiations visibles ou invisibles, indice de réfraction convenable, faible coefficient de dispersion) telles que leur emploi fût préférable à celui des verres silicates.

Le premier verre employé en optique fut, avant la guerre, le méthacrylate de méthyle, mais, de propriétés optiques médiocres, cette substance ne peut servir qu'à la construction d'appareils à bon marché. Dans ce domaine comme dans tant d'autres, la guerre devait stimuler les recherches, et, dès l'ouverture des hostilités, la *Polaroid Corporation of America* étudia une centaine de verres plastiques, parmi lesquels deux furent retenus pour leurs excellentes propriétés optiques. Ce sont le polycyclohexylméthacrylate (CHM), d'indice 1,506 pour la longueur d'onde correspondant à la raie D du sodium, capable d'être substitué aux verres « crown », et le polystyrène (strene), substance déjà employée pour la fabrication de caoutchouc synthétique, dont l'indice de réfraction, de 1,592, permet de la substituer aux verres « flint ». La combinaison de lentilles de ces deux verres donne d'excellents systèmes achromatiques.

Les inconvénients de ces verres sont la basse température de fusion du premier (70° C environ), le coefficient de dilatation élevé du second, et leur faible dureté (ils sont facilement rayés). Ce dernier inconvénient a pu être atténué par un procédé de durcissement en surface ; il n'est d'ailleurs pas impossible de prévoir des couvre-objectif et couvre-oculaire pour protéger les appareils.

En revanche, ces deux verres présentent une grande facilité d'usinage : ils peuvent être moulés à l'état pâteux dans des moules de pyrex (qui servent plusieurs centaines de fois), démoulés à l'eau chaude et recuits pour éviter les tensions internes. Les surfaces sont ainsi obtenues à l'état fini, sans qu'il soit nécessaire de recourir ensuite à un meulage ou un polissage, ce qui constitue une économie très importante dans la fabrication.

Parmi les nombreux ins-

truments qui ont été équipés de lentilles et de prismes fabriqués avec ces verres, citons en particulier une lunette antichars, dont la construction fut ordonnée en grande quantité pour l'armée, une camera pour prise de vues aériennes, dont l'objectif, d'ouverture f/2,8, était formé de quatre lentilles en verre organique et une en verre silicate, et des milliers de lunettes monoculaires et binoculaires et de périscope.

On a déjà utilisé des lentilles de verre organique dans les récepteurs de télévision pour projection sur grand écran, qui nécessitent des surfaces de courbure spéciale irréalisables en verre minéral sans dépense excessive (1). Il est probable que l'emploi des verres organiques s'imposera également pour la construction d'objectifs de grande ouverture, pour les appareils d'observation astronomique, dont la fabrication en verre minéral se heurte à des difficultés considérables, ainsi que pour la fabrication de verres transparents aux radiations ultraviolettes et de « supports de filtres » pour diverses longueurs d'onde.

## FENAIISON AVEC MAIN-D'ŒUVRE RÉDUITE

LES moissonneuses-batteuses (2) sont parmi les plus connues des machines plus ou moins automatiques permettant de réaliser des opérations culturales complexes avec très peu de main-d'œuvre. On connaît moins les nouveaux dispositifs américains permettant de rentrer le foin sans y toucher.

On utilise aujourd'hui outre-Atlantique des faucheuses suivies d'un coupe-fourrage (coupeherbe) analogue au hachepaille, mais monté sur roues, et qui « souffle » le produit de son travail dans une grande voiture marchant parallèlement pour emmener l'herbe au silo de la ferme.

La photographie (fig. 6) représente un autre dispositif. C'est un ramasseur-presseur de foin (ou de paille), dit *pick-up*

(1) Voir : « L'âge des produits organiques de synthèse » (*Science et Vie*, n° 236, février 1937).

(2) Voir : « La télévision sur grand écran » (*Science et Vie*, n° 343, avril 1946).

(2) *Science et Vie* n° 343, p. 191.

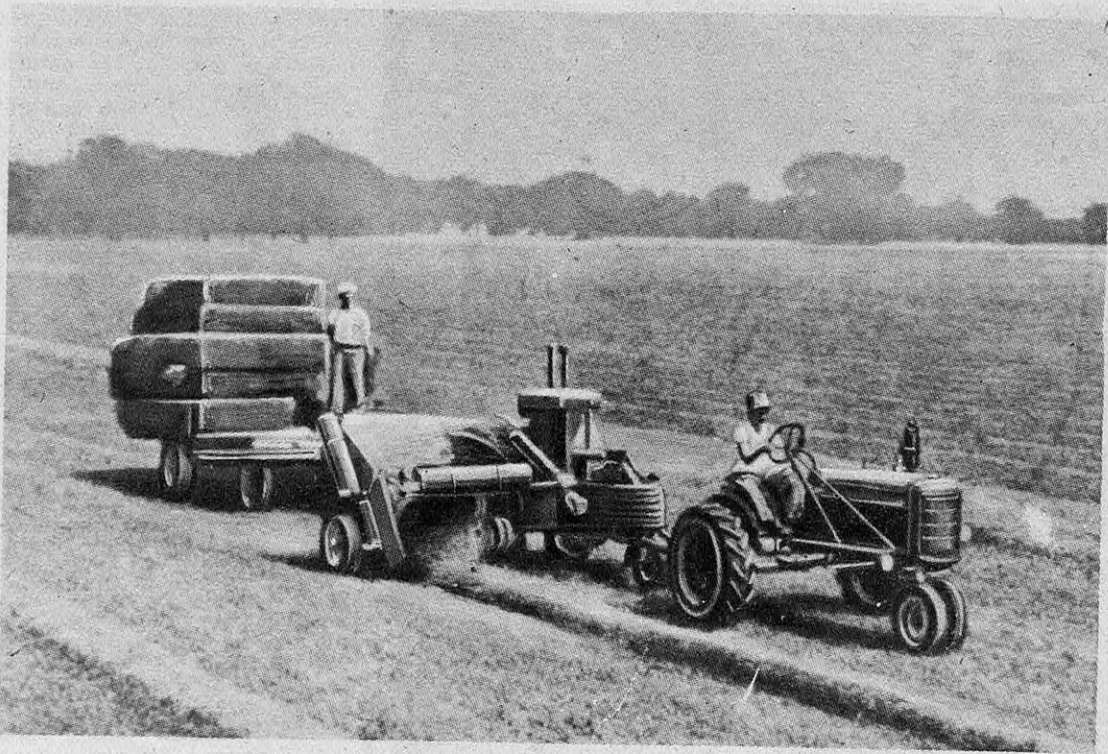


FIG. 6. — RAMASSEUR-PRESSEUR DE FOIN OU DE PAILLE, CONSTITUÉ PAR UNE PRESSE A MOTEUR TIRÉE PAR UN TRACTEUR

*baler*. Il consiste en une presse à moteur tirée par un tracteur. Il passe sur les « andains » à moitié secs laissés par la faucheuse et les met en « balles » parallélépipédiques, reçues sur un camion plat. La dessiccation s'achève dans le tas de balles que l'on empile en ménageant des intervalles où l'air peut circuler. On obtient ainsi, sans pertes de feuilles, un foin brun très digestif.

Pour récolter le foin proprement dit, séché par retournement et réuni en gros andains par le râteau faneur, on emploie un autre ramasseur dit *hay-loader*, chargeur de foin. Cette fois, la voiture basse est une grande cage attelée entre le tracteur et le chargeur. Ce dernier, formé de chaînes verticales ou courroies sans fin munies de crochets, recueille le foin à terre pour l'élever à 3 m du sol et le laisser retomber dans la voiture où un homme égalise le chargement. Il est analogue aux chargeurs dits « sauterelles » des chantiers et des quais, et aux élévateurs de paille à la sortie des battèuses.

Tous ces instruments ont été

réalisés en somme en mettant sur roues des machines jusqu'ici réservées à l'intérieur de la ferme. On a dû les alléger en remplaçant par des aciers le bois, la fonte ou le fer, en établissant les roulements sur billes, en simplifiant les transmissions. L'emploi de gros pneumatiques à basse pression a aussi rendu possible des opérations que les cahots gênaient fortement.

## INFRAROUGE ET INDUSTRIE TEXTILE

Les procédés de séchage par rayonnement infrarouge se développent chaque jour davantage et touchent sans cesse de nouveaux domaines. Nous avons cité récemment, en particulier, le cas du séchage dans l'industrie de la chaussure (1). Une autre application qui paraît d'un grand intérêt se rencontre dans le séchage, toujours délicat, des encollages sur fils dans l'industrie textile, et

déjà, dans nos régions du Nord et en Suisse, fonctionnement des encolleuses infrarouges d'essai de type industriel. A la suite de recherches entreprises au laboratoire de recherches de la compagnie des lampes Mazda et dans des laboratoires industriels, une première encolleuse infrarouge avait été installée à Roubaix. Elle comportait cent lampes de 250 W représentant alors le maximum de la puissance disponible dans cet atelier. L'encolleuse conduisit à des durées de séchage de trois à quatre minutes, ce qui, à la vitesse de 10 m/s, représentait le passage de 30 à 40 m en quatre à six couches sous la nappe de lampes. Au point de vue qualitatif, les résultats furent remarquables, le séchage étant très homogène et se faisant à cœur. Le nombre de casses de chaîne au tissage se trouva réduit de plus de 30%. Comme le prix de revient au tissage est trois fois celui de l'encollage, le gain fut important. Cette encolleuse put être portée à 50 kW, en même temps que son rendement, grâce à

(1) Voir *Science et Vie*, n° 351, p. 300.

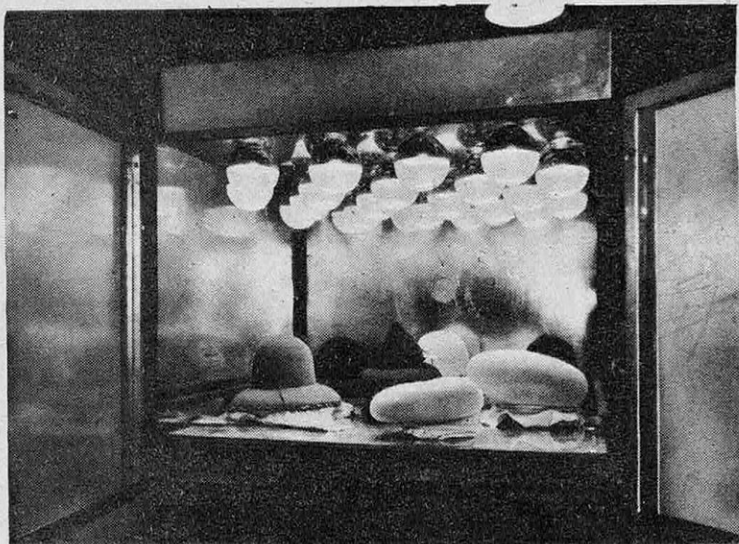


FIG. 7. — SÉCHAGE DES FEUTRES SUR FORME (SOOLS) DANS UNE ÉTUVE ÉQUIPÉE DE 22 LAMPES INFRAROUGES MAZDA DE 250 W (CHALEUR ET ÉLECTRICITÉ)

quelques perfectionnements de mise au point, portant notamment sur le contrôle de l'aération, atteint 900 g d'eau éliminée par kilowatt-heure. Depuis 1945, elle fonctionne seize heures par jour. Une autre encolleuse de 100 kW fonctionne depuis le début de 1946 en essais de mise au point, et d'autres sont en cours de montage.

Une autre application intéressante du séchage par rayonnement infrarouge est celle du séchage des feutres. Il s'agit là, en effet, d'une matière, qui par la structure même des fibres constitutives, retient bien l'eau et dont le séchage en étuve à air chaud est assez difficile. Le rayonnement infrarouge qui pénètre la laine sous plusieurs millimètres est tout spécialement indiqué pour un travail rationnel. En fait, d'intéressants résultats ont déjà été obtenus pour le séchage des feutres de papeterie par exemple, ou de feutres filtrants. Des feutres de 5 à 10 mm d'épaisseur séchent avec une dépense d'énergie qui correspond à 1 ou 1,5 kW h par kilogramme d'eau éliminée. Une application en a été faite récemment au séchage des chapeaux de feutre en forme. L'étuve représentée ci-dessus (fig. 7) reçoit les moules garnis de leur forme en feutre imbibée de 100 g environ d'eau par feutre. Le séchage se fait en 10 à 15 mn. Le diamètre est de 70 à 130 mm dans les clavés à air chaud.

L'étuve mesure 1 m sur 1 m et est garnie de vingt-deux lampes de 250 W, disposées en quinconce à la voûte, soit une puissance de 5,5 kW. Cette étuve fonctionne depuis près de deux ans et donne des produits d'excellente qualité, en réalisant un séchage homogène sans durcissement superficiel.

### CASQUES TÉLÉPHONIQUES SUR MESURE

Les opératrices du téléphone, de même que les opérateurs radio qui assurent l'écoulement du trafic ou la veille, sont astreints, pendant des périodes pouvant atteindre plusieurs heures, au port du casque téléphonique. Quelque bien étudiée que soit la monture du casque, le même modèle ne saurait convenir à tous, tant par suite des inégalités naturelles dans les dimensions du crâne que de sa forme variable d'un sujet à l'autre. Il en résulte qu'un casque standard est la plupart du temps mal adapté, d'un ajustement difficile et une cause de fatigue supplémentaire pour celui ou celle qui le porte. C'est pour remédier à cette situation que les Laboratoires Bell, aux États-Unis, ont mis au point la fabrication de casques sur mesure. La figure 8 montre le « conforma-

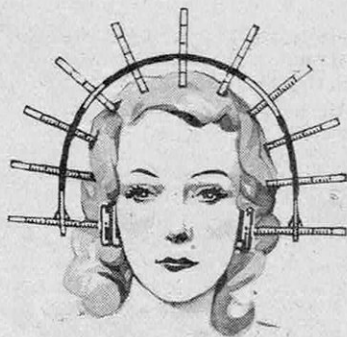


FIG. 8. — LE « CONFORMATEUR POUR LA PRISE DES MESURES

teur » grâce auquel on relève exactement la forme d'un crâne à l'aide de onze réglottes graduées mobiles, dont une extrémité s'applique sur la tête tandis qu'on relève le numéro de la graduation qui tombe en face d'un index fixe. Rien de plus facile alors que de donner au ressort qui porte les écouteurs la forme exacte qui lui permettra d'épouser étroitement la tête et de maintenir toujours les écouteurs



FIG. 9. — LE CASQUE DE LA « BELL TELEPHONE COMPANY » PORTANT SON MICROPHONE

dans la position la plus favorable à l'audition.

On voit aussi, figure 9, un autre perfectionnement à ce dispositif, destiné plus spécialement aux opératrices du téléphone. Il consiste en un microphone fixé directement au casque et maintenu devant la bouche, ce qui laisse à l'opératrice l'entière liberté de ses mouvements. L'ensemble ne pèserait pas plus de 200 g.

V. RUBOR

## UN PROGRÈS SENSATIONNEL DANS LE GRAISSAGE DES HAUTS DE CYLINDRES

SOMMER, champion de France 1937, 1939 et 1946, WIMILLE, CHIRON, CHABOUD, LOUVEAU, etc., en course, utilisent toujours le **Bretocyl-Graphité**, parce qu'ils ont compris que ce produit, grâce à ses qualités incomparables, assure au moteur un rendement que, malheureusement, l'essence actuelle ne lui permet pas.

Le **Bretocyl-Graphité** lubrifie et protège le moteur, assure une meilleure compression, combat la calamine, réduit la consommation de carburant, procure le maximum de puissance et de souplesse et supprime radicalement le cliquetage.

Indispensable à tout motoriste pour le rodage des moteurs.

En vente dans tous les garages. A défaut, profitez de l'offre de propagande de **Bretocyl** et écrivez à la **Société Bret-Oil**, 4, rue Jeanne-d'Arc, à Issy-les-Moulineaux, qui vous adressera franco, en se recommandant de *Science et Vie*, son coffret de 15 flacons-doses, correspondant à 300 litres d'essence, pour le prix de 240 francs (baisse de 10 % comprise).

### DANS 5 MOIS VOUS SEREZ COMPTABLE

(traitement : 7 500 à 10 500 fr.). 4 MOIS suffisent pour faire de vous un bon **Secrétaire Sténodactyle** (traitement jusqu'à 9 500 fr.) grâce aux célèbres cours par correspondance de l'ÉCOLE PRATIQUE DE COMMERCE, 74, rue Saint-Désiré, Lons-le-Saunier (Jura).

Actuellement, le nombre des emplois offerts aux anciens Élèves de l'École dans le Commerce, l'Industrie, les Administrations, etc., en France et aux Colonies, est bien supérieur à celui des candidats disponibles. Dem. broch. illustr. grat. n° 2210.

### UNE GRANDE DÉCOUVERTE : LA RADIESTHÉSIE PHYSIQUE

De récentes découvertes techniques excluant tout occultisme 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 vous initieront en un

mois pour vos résultats professionnels pratiques. 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, contre 10 francs timbres pour frais d'envoi. ÉCOLE INTERNATIONALE DE RADIESTHÉSIE par correspondance, 37-26, rue Rossini, Nice.

## UTILISATION DES CONNAISSANCES DANS LA VIE PRATIQUE



Dans la vie de chaque jour, les connaissances ne peuvent être efficacement utilisées que si elles sont au service d'un caractère affirmé.

Vous acquérez les qualités de méthode, d'ordre, de jugement, d'initiative, d'autorité, etc., qui vous sont indispensables ; vous vaincrez la timidité et le doute de vous-même ; vous apprendrez à faire valoir vos arguments et à faire triompher vos idées par l'emploi de la méthode PELMAN.

Demandez à l'Institut PELMAN, 176, boulevard Haussmann, PARIS, la documentation n° Sc-1A sur l'aide qu'il peut vous apporter pour multiplier vos chances de succès dans votre carrière.

### L'ESSENCE EST RARE...



chère et surtout de mauvaise qualité.

Elle provoque un **calaminage** rapide, le moteur « cliquette », les reprises sont médiocres.

Pour remédier à ces inconvénients et assurer le **graissage rationnel** et la protection des hauts de cylindre, il suffit d'ajouter :

### UN COMPRIMÉ STICOÏDS à 5 litres d'essence.

**STICOÏDS** : le **fortifiant des moteurs fatigués**. La boîte de 40 comprimés (pour 200 litres) : 40 francs. Baisse générale assurée.

Vente en gros aux commissionnaires. S. T. I. C., 36, boulevard de la Bastille, Paris (12<sup>e</sup>). Tél. : Dor. 70-30.

## AMATEURS DE PETIT FORMAT

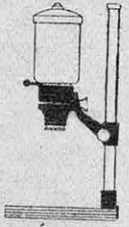
Agrandissez vous-mêmes vos clichés sans apprentissage, mieux que par un professionnel avec un appareil de haute classe, de construction française, entièrement métallique.

Luminosité puissante et uniforme par technique nouvelle brevetée S. G. D. G. Passe-vues sans glaces, reçoit les objectifs **Foca, Leica, Contax**, etc.

Peut être livré avec optique de haute qualité. Prix complets à partir de 6.000 francs.

Modèles 24 x 36, 3 x 4 et 6 x 6. Notice ou démonstration sur demande.

Agrandisseurs LYNXA, 90, rue Amelot, Paris (XI<sup>e</sup>). Tél. Roq. 68-53.



### T. S. F.

Qualité « LABEL ». Garantie deux ans. Vente directe sans intermédiaire. Au comptant : à partir de 7 550 francs. A crédit : Grands supers à partir de 620 francs par mois. Expédition rapide dans toute la France. Catalogue et conditions envoyés gratuitement. Sans engagement de votre part.

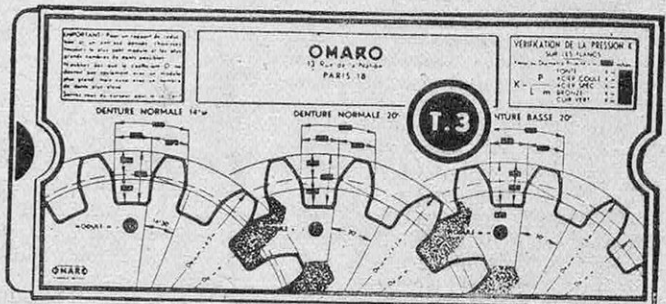
### TELESON RADIO

Service Province E, 33, avenue Friedland, PARIS (8<sup>e</sup>)

### UNE FORMATION TECHNIQUE IMPECCABLE

Vous qui faites carrière dans l'aviation, l'automobile, la radioélectricité, — et vous qui voulez y faire carrière — devenez un **spécialiste de valeur**, assurez-vous une brillante situation par l'enseignement ultra-moderne, servi par des professeurs d'élite et « à la page », de l'ÉCOLE DES TECHNIQUES NOUVELLES, 65-67, Champs-Élysées, Paris. Entraînement et travaux pratiques. Placement. Tous renseignements et notice C-6 contre 9 francs en timbres.

**COURSEUR OMARO**  
T. 3 : 80 fr. (Baisse 10% + Port)  
DIMENSIONS, CALCULS  
ENGRÈNAGES



**PROBLÈME POSÉ : LECTURE DIRECTE DE SA SOLUTION**  
Les curseurs OMARO sont des règles à barèmes ou à calcul à lecture objective. De nombreux modèles concernant l'industrie, les mathématiques ont été réalisés. Plus de 25 modèles OMARO, 13, rue de la Nation, PARIS (XVIII<sup>e</sup>). - (MONTmartre 21.65.)

## TOUTES LES CARRIÈRES DE L'AUTOMOBILE

Motoriste, mécanicien - chauffeur, électricien - réparateur, employé ou magasinier de garage, vendeur-représentant en automobiles, etc., vous serez ouverts en suivant nos cours par correspondance qui feront de vous des techniciens et mécaniciens de premier ordre.

- Préparation au service militaire dans l'armée motorisée ;
- Conduite, entretien et dépannage de tracteurs agricoles ;
- Autorails, chemin de fer de France et des Colonies ;
- Mécanicien - dépanneur des P. T. T.

**COURS TECHNIQUES AUTO**  
rue du Docteur-Cordier,  
Saint-Quentin (Aisne).

Renseignements gratuits sur demande.

## LA RADIOÉLECTRICITÉ RÉVOLUTIONNE LA VIE MODERNE, ELLE VOUS PERMETTRA DE GAGNER D'AVANTAGE

Sans abandonner vos occupations ni votre domicile et en consacrant seulement une heure de vos loisirs par jour, vous pouvez vous créer une situation enviable, stable et très rémunératrice. Il vous suffit de suivre notre méthode facile et attrayante d'enseignement par correspondance comportant des travaux pratiques sérieux. Aucune connaissance spéciale n'est demandée. Vous devenez ainsi facilement et rapidement radiotechnicien diplômé, artisan patenté, spécialiste militaire, chef monteur industriel et rural. Nous avons été les premiers à fournir à nos élèves du matériel électro-mécanique en réduction et TOUT le matériel de T. S. F. leur permettant de construire, sous notre direction, deux postes récepteurs COMPLETS en ordre de marche, sur courant alternatif ou courant continu, superhétérodynes 6 lampes, d'un fonctionnement parfait, grâce à notre méthode américaine jamais égalée qui nous permet, grâce à sa simplicité, de conduire 95 % de nos élèves vers le succès en un temps record.

Une importante documentation, véritable guide d'orientation professionnelle, vous sera adressée gratuitement et sans engagement sur simple demande à

L'INSTITUT NATIONAL  
D'ÉLECTRICITÉ ET DE RADIO  
3, rue Laffitte, à Paris (IX<sup>e</sup>).

## VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER

Savoir bien rédiger est une condition essentielle de réussite, non seulement dans la Presse et l'Illustration, mais dans l'Administration, les Affaires, la Publicité.

Vous qui avez toujours eu le goût d'écrire, qu'attendez-vous pour devenir reporters, journalistes, romanciers ?

Ingénieurs, techniciens, rédacteurs, employés ou chefs d'atelier, vous avez besoin de mettre de la précision, de la chaleur, de la vigueur, dans vos rapports, vos mémoires, vos lettres, vos articles techniques.

L'ÉCOLE A. B. C. de RÉDACTION vient de créer à votre intention des branches de spécialisation toutes nouvelles parmi lesquelles vous pouvez choisir celle qui correspond à vos besoins ou à vos projets :

**ROMAN, NOUVELLE, CONTE, POÉSIE, COMPOSITION THÉÂTRALE, SCÉNARIO, JOURNALISME, ART DE PARLER, RÉDACTION PUBLICITAIRE, COURRIER COMMERCIAL.**

Renseignez-vous et demandez la brochure « L'Art d'écrire », offerte gratuitement, vous y trouverez une documentation très complète sur l'École A. B. C. et sa méthode éprouvée. (Joindre 9 fr. pour frais d'envoi.)  
ÉCOLE A. B. C. (RÉDACTION S. 7)  
12, rue Lincoln, PARIS (VIII<sup>e</sup>).

## RÈGLE GED

Règle de conversion des mesures anglo-américaines en mesures décimales et inversement. Nouveau prix : 790 francs franco. ANIC MAYO, 64, av. de Neuilly, Neuilly-sur-Seine.

## PARENTS, VOICI DU NOUVEAU POUR VOS ENFANTS

L'ÉCOLE A. B. C. vient de créer un cours de dessin par correspondance spécial pour les enfants de huit à treize ans. Enfin, une méthode amusante et réellement pratique qui guidera votre enfant, l'aidera à préciser ses impressions, formera et affînera son goût.

Apprendre le dessin n'est pas seulement un passe-temps agréable, c'est un devoir de prévoyance, car, en plus de l'agrément qu'il procure, il peut ouvrir la voie vers maintes carrières intéressantes et lucratives.

Si votre enfant ne devient pas un artiste et quelle que soit sa carrière, la pratique du dessin enrichira sa personnalité et sera pour lui une source de supériorité et de satisfaction.

Renseignez-vous : demandez l'album illustré envoyé gratuitement et sans engagement de votre part.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN  
(Enfants 60),  
12, rue Lincoln, Paris (VIII<sup>e</sup>).



## 95 PHOTOS RÉUSSIES SUR 100

Vous réussirez couramment des photos artistiques si, au lieu de vous fier au hasard, vous apprenez à vous servir de votre appareil. Plus de pellicules gâchées, plus de souvenirs de réunions ou d'excursions irrémédiablement perdus si vous suivez le passionnant cours « LA PHOTO FACILE », qui vous enseignera par correspondance cet art qui vous donnera tant de joies. Demandez aujourd'hui la belle brochure illustrée de 16 pages SV 98 à « LA PHOTO FACILE », 11, rue Keppler, Paris-16<sup>e</sup>. (Joindre 15 francs en timbres.)

## COURS par CORRESPONDANCE AVIATION



Des cours inspirés des méthodes alliées et leurs exercices d'application préparent, suivant leur degré : au personnel navigant, aux licences civiles aux E. O. A., aux cours supérieurs de navigation de l'armée.

## RADIO



Des cours progressifs vous feront connaître radio, télévision, radar, et feront de vous un spécialiste par leurs travaux pratiques. Vous construirez, entre autres, un super complet avec ses lampes et son haut parleur, qui restera votre possession.

## DESSIN INDUSTRIEL



Des cours faits par des industriels et pour l'industrie, où la pratique suit et accompagne toujours la théorie, vous permettront d'acquies rapidement une situation privilégiée avec des salaires élevés et le confort du travail d'un ingénieur.

Trois techniques, mais une seule méthode et autant de chances de réussite qu'avec des cours sur place grâce à une direction assurée par des ingénieurs expérimentés, des industriels renommés et le général qui mit sur pied l'École de Guerre aérienne et ses exercices pratiques.

Demandez la brochure qui vous intéresse.

INSTITUT  
TECHNIQUE SUPÉRIEUR  
24, rue Jouffroy (Bureau 4)  
PARIS (17<sup>e</sup>)

## COLLECTION « PROBLÈMES »

- Les grands problèmes techniques et scientifiques modernes traités par les spécialistes les plus qualifiés. Collection publiée sous la direction scientifique de Maurice DÉRIBÉRE.
- N° 3. — *Les Caoutchoucs synthétiques*, par Maurice de BUCCAR ..... 30 »
- N° 4. — *La Télévision*, par Jean CAMUS ..... 30 »
- N° 5. — *Expériences atomiques*, par Maurice DÉRIBÉRE ..... 35 »
- N° 6. — *Navigation interplanétaire*, par Alexandre ANANOFF ..... 35 »
- N° 7. — *Problème martien*, par Gérard VAUCOULEURS .. 35 »
- N° 8. — *La Guerre aux insectes*, par Agnan ESME ..... 35 »
- N° 9. — *Les Mystères de la science*, par Jean CAMUS (8 hors texte) ..... 44 »
- N° 10. — *Exploration sous-marine*, par Claude FRANCIS-BŒUF (8 hors texte) ... 44 »
- 64 pages, format 12 x 17, 4 hors-texte, nombreux croquis dans le texte. Les n°s 1 et 2 sont épuisés.
- Baisse de 10 % sur les prix marqués.
- ÉDITIONS ELZÉVIR, 73 bis, quai d'Orsay, Paris (VII<sup>e</sup>). INV. 81-33. Compte chèque postal 5067-94 Paris.

## CET AVIS INTÉRESSE TOUS LES JEUNES GENS

Les jeunes qui, inquiets et perplexes, hésitent à choisir une situation trouveront facilement celle qui leur convient (civile ou État), dans le Guide n° 616. Envoi gratuit. Document unique.

### ÉCOLE AU FOYER,

39, rue Denfert-Rochereau, Paris.

### LOCAFILM

offre au public une collection très variée de films PATHÉ-BABY 9,5 mm. Son organisation permet de répondre aux désirs des patronages, écoles et des familles.

Suivant disponibilités : vente de *cameras, projecteurs, jouets scientifiques, appareils photos*. Notice SG sur demande. — LOCAFILM, 64, rue Turbigo, Paris. Arch. 72-09.

### LE MENTOR D'ANGLAIS...

...Vous garantit de vous apprendre à lire couramment l'Anglais par une initiation très rapide et facile aux vocabulaires et idiotismes anglais au cours de la lecture passionnante d'un roman d'aventures.

Méthode absolument nouvelle, brevets fr. et étr.

Un vol. relié et illustré 300 fr., chez tous libraires ou écr. MENTOR SV, 6, av. Odette, Nogent-s<sup>r</sup>-M. (Seine). (Ch. Paris 5474-35). Prochainement : Mentor d'Allemand.

## DÉTARTRANT POUR RADIATEURS



Tous les automobilistes connaissent les graves ennuis occasionnés par la présence du tartre dans la circulation de refroidissement de leur moteur :

Echauffement exagéré, surconsommation d'huile et d'essence, grippage, bielles coulées, etc.

Nous leur rappelons que la **Société pour le Traitement Interne des Chaudières**, 36, boulevard de la Bastille, à Paris, spécialiste depuis quatorze ans des questions de détartrage industriel, livre son **Détartrant STIC**, en comprimés de 20 grammes, à l'intention des automobilistes.

Il s'agit là d'un produit de sécurité, car il ajoute à sa remarquable efficacité une absolue innocuité : une homologation de qualité du ministère de l'Air prouve qu'il est sans action sur les culasses en aluminium, le laiton du radiateur et les durites.

Il supprime radicalement l'emploi des dispositifs spéciaux et coûteux. Le détartrage d'un radiateur revient, en effet, à 12 francs, et son entretien en constant état de propreté à 6 francs par mois.

Il est en vente chez les garagistes et grossistes accessoiristes.

(Ces livres sont disponibles et nous faisons les expéditions.)

L'EXPOSITION DE LA PHOTO ET DU CINÉMA qui vient d'avoir lieu, réunissant plus de cent cinquante exposants.

Dans le prochain numéro nous vous parlerons des nouveautés marquantes parmi lesquelles :

— le *viseur sportif BLOSCOPE-SOMMOR*. Champ 170°, cadre intérieur correspondant aux focales normales ; modèles spéciaux pour objectifs de 28 mm, 35 mm. Prix : 2 762 fr. ;

— le *photomètre optique TEMPOR* ; dimensions : 10 x 30 x 35 mm. Nous prenons une totale responsabilité en vous le conseillant. Livré en pochette : simili-cuir. Prix : 370 fr. ;

— le système *OPTONET* et les *lentilles PROMMOR*. Cet ensemble permet à tous les possesseurs d'appareils, même ordinaires, de faire des portraits et des photos de très près, en instantané, avec 100 % de réussite.

OPTONET, prix : 1 860 fr. ;  
Lentilles, prix : de 400 à 600 fr. ;  
— le *déclencheur automatique REX*, semblable à un stylo très court, se posant sur tous les appareils.

**GRENIER**, 27, rue du Cherche-Midi (métro : Sèvres-Babylone). Magasin ouvert tous les jours, sauf le samedi, C. P. 1526-49.

Notices et tous renseignements contre timbre 4 fr. 50.

Les prix indiqués ont subi les baisses officielles. Emballage et port facturés au juste prix.

## VUES MODERNES SUR LA PHOTO D'AMATEUR :

### « LA CHRONIQUE GRENIER »

Nous commençons aujourd'hui une chronique photographique. Nous vous mettrons au courant de toutes les nouveautés. Nous pourrions donner ici un reflet ou une synthèse des différents ouvrages ou catalogues publiés, nous voulons faire beaucoup mieux et nous y réussissons, car nos connaissances sont nées d'un contact étroit avec le désir et le besoin de l'élite photographique moderne. D'autre part, nos connaissances techniques permettront de défendre rationnellement notre comportement devant les problèmes résolus ou les éléments cachés de tel ou tel appareil.

### Quelques généralités.

Vous aimez aller au cinéma et vous goûtez toujours les belles images. Si l'occasion se présentait, vous seriez heureux de faire vous-même des instantanés qui s'inspireraient des qualités de ces images. Malheureusement, votre appareil a une mise au point qui ne descend pas au-dessous de 2 m, et votre œil, comme la camera, enregistre à partir de 30 cm.

Au point de vue photographique d'amateur, nous sommes dans une période exceptionnelle. Nous venons de fermer la petite porte de la « photo-souvenir » figée, sujet toujours pris au delà de 2 m, pour ouvrir le grand portail de la photo comme celle que nous admirons dans les films.

Cette révolution a été possible grâce

à la naissance de l'idée « petit format ».

Nous avons été, dès 1930, les animateurs de cette nouvelle technique. Nous avons eu raison. Nous continuerons dans cette voie et nous vous en ferons goûter toutes les possibilités.

Nous considérons comme « petit format » tous les formats depuis 6 x 6 cm compris, jusqu'au format 3 x 4 mm, images du ciné 8 mm.

Pour la photo, nous avons un faible très marqué pour le format 24 x 36 mm et nous expliquerons pourquoi.

Vos connaissances sur la photographie ne seront pas très solides si vous n'avez pas lu ou parcouru un des ouvrages suivants :

1° *Pour réussir vos photographies*, de NATKIN. Ouvrage à la fois pour débutant et pour amateur déjà averti. Très illustré, il est d'une grande facilité de lecture. 160 pages. Prix : 157 fr.

2° *L'Almanach Prisma* est un ouvrage complet, d'un intérêt renouvelé à chaque page ; abondamment illustré, il donne beaucoup de conseils et intéresse même le photographe le plus « calé ». 450 pages. Prix : 454 fr.

3° Un album : *La Photo d'enfant*, de haute tenue artistique, véritable monument sur la question, donne une idée parfaite des possibilités du petit format. Indispensable. Prix : 454 fr.

4° *Ma Camera et moi*. Un livre qui quadruple votre joie d'avoir une camera et qui double votre désir d'en posséder une. 110 pages. Prix : 140 fr.

# 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.

N° 32280. CLASSES SECONDAIRES COMPLÈTES : Baccalauréats.

N° 32281. CLASSES PRIMAIRES COMPLÈTES : Brevets.

N° 32282. ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licence ès Lettres.

N° 32283. COURS D'ORTHOGRAPHE.

N° 32284. COURS DE RÉDACTION.

N° 32285. FORMATION SCIENTIFIQUE : (Math., Phys., Chimie).

N° 32286. DESSIN INDUSTRIEL.

N° 32287. INDUSTRIE : Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 32288. RADIO, CERTIFICATS DE RADIO DE BORD (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes).

N° 32289. COMMERCE ET COMPTABILITÉ : Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 32290. DUNAMIS (Culture mentale).

N° 32291. PHONOPOLYGLOTTE (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol).

N° 32292. DESSIN ARTISTIQUE.

N° 32293. COURS D'ÉLOQUENCE.

N° 32294. COURS DE POÉSIE.

N° 32295. FORMATION MUSICALE.

N° 32296. INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES.

N° 32297. COURS DE PUBLICITÉ.

N° 32298. CARRIÈRES DES P. T. T. et des TRAVAUX PUBLICS.

N° 32299. ÉCOLES D'INFIRMIÈRES et ASSISTANTES SOCIALES, ÉCOLES VÉTÉRINAIRES.

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**

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



MONACO

Apprenez  
chez vous

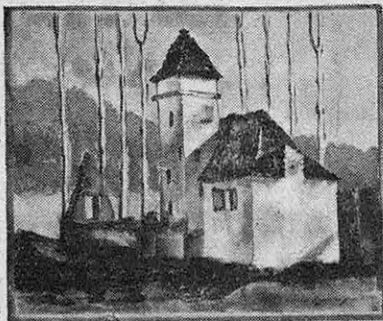
Le Dessin

ET LA PEINTURE



Très joli croquis à la plume traité largement et bien équilibré de notre élève R. H., de Strasbourg, dès le début de ses cours.

Excellente étude à l'aquarelle de notre élève M. J. L., de Sarlat, qui déjà a la valeur d'un professionnel



Si vous voulez devenir un artiste à votre tour, connaître les joies incomparables du dessinateur et du peintre, améliorer votre situation pécuniaire, **VIVRE** vraiment, vous le pouvez désormais, grâce aux secrets qui vous seront révélés par l'extraordinaire méthode **Voir, Comparer, Traduire**, de l'**ÉCOLE INTERNATIONALE**. En quelques mois, vous apprendrez à dessiner et à peindre, **chez vous**, sans rien changer à vos occupations habituelles et pour une dépense à la portée de tous.

Réclamez aujourd'hui même le passionnant album de renseignements que vous offre l'**ÉCOLE INTERNATIONALE** (Service SV. 74), Principauté de Monaco. Joignez simplement à votre demande vos noms et adresse, ainsi que 10 francs, à votre gré, pour frais de poste.



Croquis rapide mais très expressif de l'un de nos élèves à son troisième cours.





École d'énergie, de volonté, de méthode, de maîtrise de soi et d'initiative, dont l'enseignement permet de vaincre la timidité, de développer l'attention, la mémoire et d'affermir le caractère.

*La méthode PELMAN crée des Chefs.*

En 1946, dans le monde entier, 132 389 personnes de toutes conditions ont suivi ses cours par correspondance. Grâce à cet enseignement, elles ont pu accéder à des situations de premier plan.

Si vous voulez réussir dans votre entreprise, demandez la documentation N° VI - 23 - X à l'Institut PELMAN, 176, boulevard Haussmann, Paris (8<sup>e</sup>).

*Établissements à Londres, New-York, Amsterdam, Stockholm, Dublin, Melbourn, Toronto, etc.*



**JEUNES GENS III**

*sans quitter votre emploi actuel*

**ASSUREZ VOTRE AVENIR !**

**CHOISISSEZ UNE CARRIERE REMUNERATRICE !**

**LA RADIO** manque de spécialistes

**Il faut des RADIOTECHNICIENS dans l'ARMÉE, l'AVIATION, la MARINE**

**l'INDUSTRIE, le COMMERCE, l'ARTISANAT**

Nos élèves sont suivis par des Professeurs de valeur

Cours de tous les sous leur direction

**D E G R E S** vous monterez un **P O S T E**

Préparation aux Envoi du matériel

diplômes officiels à domicile

**PLACEMENT ASSURE**



**ÉCOLE PRATIQUE**

**D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**

**39, rue de Babylone - PARIS-VII<sup>e</sup>**

*Cours par correspondance*

**Demandez notre documentation gratuite N° 45**

# Anglais Espagnol Allemand Russe

**Vous parlerez une de ces langues vite, facilement, en vous amusant.**

Ne tardez pas un jour de plus. Avec un cours de conversation Linguaphone et votre phono chez vous, vous apprenez à parler la langue de votre choix de la manière la plus intéressante possible, car Linguaphone vous apporte les professeurs les plus éminents de chaque pays.

Cette méthode pratique et attrayante transforme l'étude en une véritable distraction. Vos progrès vous étonneront et, en quelques mois vous parlerez couramment. Voilà pourquoi, quand il s'agit d'apprendre une langue, tout le monde pense à Linguaphone.



La méthode Linguaphone pour apprendre les langues par phono est la plus facile et la plus intéressante qui ait jamais été conçue.

**Une brochure de 20 pages explique combien il est facile d'apprendre une langue par Linguaphone**

*Cette brochure, de 20 pages vous sera envoyée par retour, gratuitement, et sans engagement de votre part. Vous y trouverez une explication complète de cette méthode facile et passionnante et un aperçu des mille débouchés que vous ouvrira la connaissance d'une langue ainsi que tous détails sur notre offre d'essai gratuit. (Joindre 9 francs pour frais d'envoi.)*

**LINGUAPHONE**

(Dépt. 65) - 12, Rue Lincoln, PARIS (VIII<sup>e</sup>)

Monsieur le Directeur,

*Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre brochure de renseignements et les conditions d'essai gratuit.*

NOM.....

ADRESSE.....

*Écrivez-nous avec détails; langue qui vous intéresse, but poursuivi; nous répondrons à vos questions.*

## Devenez REPORTER ou CORRESPONDANT de Presse

SPORTIF - THÉATRAL - CINÉMA  
INFORMATION - CRIMINEL - VOYAGES

En suivant notre cours de  
**JOURNALISME**

Si vous aimez le **DESSIN**, le **CROQUIS**  
Suivez notre cours de  
**CARICATURISTE**

**TOUS CES COURS PAR CORRESPONDANCE PEUVENT ÊTRE SUIVIS SANS QUITTER VOS OCCUPATIONS HABITUELLES**

**SITUATIONS D'AVENIR  
INDEPENDANTES ASSURÉES**

Documentation gratuite contre 6 francs pour frais d'envoi

**ÉCOLE TECHNIQUE  
DE REPORTAGE**  
8, boulevard Michelet, 8  
TOULOUSE

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 comparaison 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 80 D**

**COURS  
PRATIQUE  
D'ÉLECTRICITÉ**

222, Bd. Péreire - Paris 17<sup>e</sup>

2 Zener

**★ UN LABORATOIRE sur votre TABLE!**

**VOUS** qui désirez améliorer votre situation, créer une affaire sans quitter vos occupations, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés. — Certificat de fin d'études - Préparation aux carrières d'État.

- **RADIOTECHNICIEN** ●  
45 leçons modernes sur la Radio - la Télévision - le Cinéma - Dépannage et Construction, et 130 pièces contrôlées pour les montages pratiques.
- **ÉLECTROTECHNICIEN** ●  
45 leçons claires et simples sur les installations - Tous les calculs pratiques d'électricité et les 4 coffrets de montage des moteurs.

Apprenez un métier passionnant et qui paie...

- RADIO
- TÉLÉVISION
- ÉLECTRICITÉ
- CINÉMA

INSTITUT ELECTRO-RADIO

● NOM \_\_\_\_\_

● ADRESSE \_\_\_\_\_

Demandez tout de suite, contre 10 Fr. (en découplant ou recopiant ce bon) notre Album 8V "La Radio et ses applications, métiers d'avenir".

**INSTITUT ELECTRO-RADIO**  
6, RUE DE TEHERAN, PARIS (8<sup>e</sup>)



# 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 des 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 ET ARTISTIQUES

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

MONTEUR DE PANNEAU

INGÉNIEUR RADIO

OPÉRATEUR RADIO D'AVION

MARINE MARCHANDE ET MILITAIRE

OPÉRATEUR DE PROJECTION

LA PHOTO TECHNIQUE

— PUBLÉDITEC-DOMENACH —

# ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, Avenue de Wagram, PARIS (17<sup>e</sup>)

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, Dessinateur Sous-Ingénieur et Ingénieur.

**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.

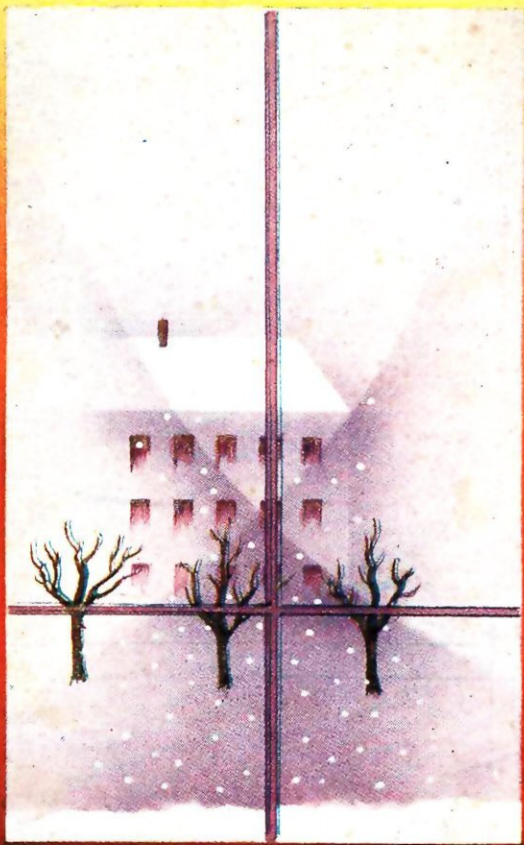
**MARINE MILITAIRE** Préparation aux Écoles de Maistrance et d'Élèves Ingénieurs Mécaniciens.

**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.

René  
Ravo

# CHALEUR SAIN ET ECONOMIQUE



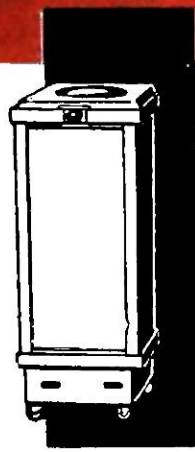
**V**ous adopterez le chauffage à l'électricité, car c'est le plus sain, le plus souple, le plus économique. Vous choisirez les radiateurs NORDIA - brevetés - pour leur technique rationnelle, leur rendement élevé, et leur garantie de 3 années.

RENSEIGNEMENTS ET PRIX SUR DEMANDE

*A partir  
de 10 ampères*

# NORDIA

4, Cité Griset. PARIS - XI<sup>e</sup>  
OBERKAMPF 10-27



RADIATEUR NORDIA  
à accumulation