

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 51. n. 235. Janvier 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXIV-84 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 235
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.235

France et Colonies : 4 fr.

N° 235 - Janvier 1937

LA SCIENCE ET LA VIE



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

LA NOUVELLE BATTERIE
DININ
POREX



MÊME
PAR LES PLUS GRANDS FROIDS
2 FOIS PLUS
DE DÉMARRAGES
ET DE PUISSANCE
QU'AVEC UNE BATTERIE COURANTE

WAGOWSKI - PARIS - 1956

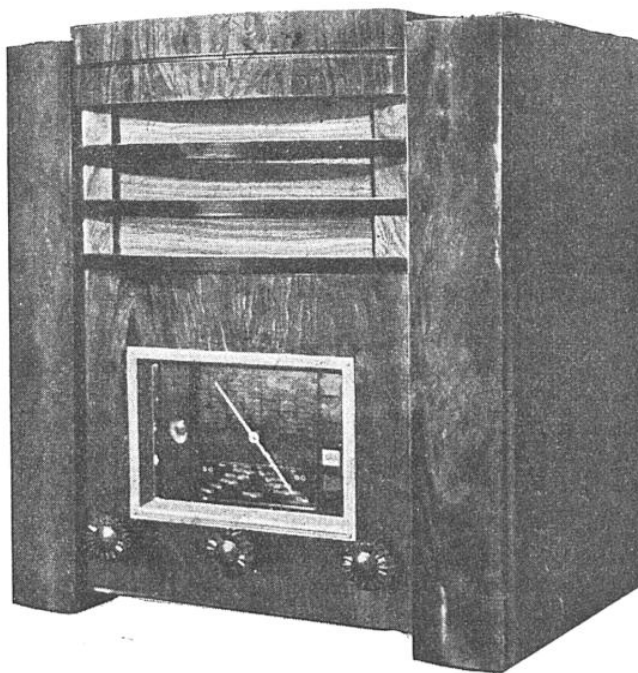
La batterie « Dinin super-porex » vous fera oublier l'hiver
DEMANDEZ LA BROCHURE 453, A S.A.E. DININ, NANTERRE

Le POSTE de 1937...

Noël POUR VOS CADEAUX **Jour de l'An**
POUR VOS ÉTRENNES

NOUVEAU POSTE superhétérodyne 8 lampes

- **ŒIL MAGIQUE.**
- 18 A 2.000 MÈTRES.
- ONDES COURTES ;
PETITES ONDES ;
GRANDES ONDES.
- ANTIFADING total sur
deux étages.
- LAMPES transcontinentales (série ROUGE).
- BOBINAGES fer « 465 kc. »
montés sur isolants spéciaux permettant la
gamme 18 à 50 mètres
sans aucun trou.
- MUSICALITÉ. haute fidélité.
- SENSIBILITÉ : 5 microv.
- CADRAN grand modèle
spécial, verre gravé, éclairage
par tranche, 4 signalisations (œil magique).
- SECTEUR 110/130, 220/250
volts (ou tous courants).
- LUXUEUSE ébénisterie.
- GARANTIE UN AN.



8 lampes Valeur réelle exacte : **985 fr.**
(Régulatrice, Œil magique) **1.970 fr.**

DERNIÈRE TECHNIQUE des lampes transcontinentales Série ROUGE
LAMPES : EK 2 - EF 5 - EB 4 - EBC 3 - EL 2 - EZ 3 - 501 - 4678

Toutes EXPÉDITIONS SERVICE RAPIDE à la demande. — Expéditions à réception des mandats.
Magasins ouverts sans interruption de 9 h. à 20 h. ; Dimanches et Fêtes de 9 h. à midi.

“ LA MAISON DES PRIX DE GROS ”

BON à joindre à
toute commande ou
correspondance.

SV 235

6, boulevard Richard-Lenoir, 6 - PARIS-XI^e

Téléphone : VOLTAIRE 04-09

Métro : BASTILLE

COMPTE CHÈQUE POSTAL 566-25

PARIS-PROVINCE-RADIO

CONCOURS DU 3 MAI 1937

ouvert aux hommes et aux femmes ayant plus de 26 ans et moins de 35 ans au 1^{er} Janvier. — Cinq catégories de candidats dont une sans diplôme. — Renseignements complémentaires gratuits par l'Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris - 7^e.

LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR ET CELLE D'INSPECTRICE DU TRAVAIL

LA FONCTION

L'Inspection du travail est un service de contrôle des principales dispositions de la législation ouvrière dans les établissements industriels et commerciaux. Ce service est institué auprès du Ministère du Travail et il relève directement et exclusivement de ce ministère.

Les Inspecteurs du Travail sont donc tout à fait indépendants des autorités locales : préfets et maires ; ils jouissent de cette même indépendance vis-à-vis des autorités politiques.

Ils sont chargés de veiller à l'application de toutes les lois qui ont pour objet la protection des travailleurs : apprentissage, réglementation des salaires, des congés payés, durée du travail, repos hebdomadaire, travail des enfants et des femmes, emploi de la main-d'œuvre étrangère, accidents du travail, hygiène et sécurité, etc.

Autrefois désignés dans les départements par les conseils généraux et les préfets (d'où leur nom d'Inspecteurs départementaux), leur activité ne s'exerce plus maintenant d'une façon uniforme dans le cadre du département. Ils sont placés à la tête d'une « section » dont l'étendue varie avec l'importance, la densité industrielle de la région. Cette section peut comprendre une partie d'un ou deux départements ou un seul département.

Les Inspecteurs du Travail sont devenus, en conséquence, des fonctionnaires de l'Etat. Ils sont exclusivement recrutés par voie de concours.

Le concours est organisé dans des conditions d'équité et de loyauté remarquables. La valeur personnelle des candidats, leurs connaissances entrent seules en ligne de compte. Les recommandations d'où qu'elles viennent, le « piston » quelle que soit sa forme, sont rigoureusement bannis.

Si certains diplômes sont exigés, la carrière n'en reste pas moins accessible à ceux qui, à défaut de ces diplômes, justifient de dix années de pratique professionnelle dans les établissements industriels comportant un outillage mécanique. Il est absolument indiscutable que tout candidat, même ne possédant qu'une instruction primaire, peut parfaitement, avec du travail assidu et réfléchi, assimiler tout le programme du concours et aspirer à la réussite.

La carrière d'Inspecteur du Travail est donc ouverte à tous ceux qui, par leurs études antérieures, ou par leurs connaissances techniques, ou par leur simple volonté de parvenir au but, sont capables d'assimiler les connaissances d'un programme, qui, nous insistons, n'exige, pour son étude, aucune disposition ni formation particulières.

LES AVANTAGES DE LA CARRIÈRE

I. Hiérarchie — L'Inspection du Travail comporte deux grades : celui d'Inspecteur départemental et celui d'Inspecteur divisionnaire. Les Inspecteurs divisionnaires sont choisis exclusivement parmi les Inspecteurs départementaux. Et ce fait est particulièrement à souligner, car, dans de nombreuses carrières, le concours d'entrée n'ouvre pas toujours la possibilité d'accéder aux degrés supérieurs de la hiérarchie qui sont réservés aux fonctionnaires d'une origine différente.

Les Inspecteurs divisionnaires sont répartis comme les Inspecteurs départementaux sur l'ensemble du territoire. Placés à la tête d'une circonscription qui comprend un nombre plus ou moins grand de départements, ils sont chargés de coordonner l'action des Inspecteurs départementaux dont ils sont les chefs directs. Depuis quelques mois, les Inspecteurs divisionnaires sont, en outre, chargés du service de la main-d'œuvre étrangère et du contrôle des fonds de chômage. Ils ont actuellement le titre d'Inspecteurs divisionnaires du travail et de la main-d'œuvre.

Ce sont, dans chaque région de la France, des chefs qui sont à la tête d'un très important service comprenant non seulement les Inspecteurs départementaux, mais encore les contrôleurs de la main-d'œuvre.

Ils disposent, pour accomplir leur tâche, d'un bureau important, avec un personnel relativement nombreux.

Les services de contrôle de la main-d'œuvre et des fonds de chômage doivent être à brève échéance intégrés totalement dans les services de l'Inspection du Travail. L'évolution des lois sociales donne, d'autre part, de plus en plus d'importance et d'autorité au service de l'Inspecteur du Travail, et il n'est pas douteux que, avant peu, les Inspecteurs départementaux eux-mêmes seront à la tête d'un service comportant un personnel de bureau et des auxiliaires divers, tels que des inspecteurs adjoints.

II. Rôle des Inspecteurs du Travail. — Le rôle essentiel des Inspecteurs départementaux consiste dans la visite des établissements industriels et commerciaux assujettis à la réglementation du travail.

Pour procéder à leur contrôle, les Inspecteurs ont le droit de pénétrer à toute heure de la journée et de la nuit dans ces établissements, à condition qu'un travail y soit effectué.

Ils vérifient les conditions d'installation des locaux et leurs dépendances au point de vue de l'hygiène des ouvriers, la protection des parties dangereuses des machines et mécanismes, ils contrôlent l'emploi des enfants, la durée du travail, les congés prévus par la loi, le repos hebdomadaire, etc.

Ils jouissent dans ce but de prérogatives spéciales et peuvent exiger la présentation de certains documents : carnets ou registres de contrôle. Ils formulent leurs observations par écrit (sans avoir à fournir pour chaque visite un rapport à l'administration), ils peuvent imposer des mesures d'hygiène et de sécurité qui ne sont pas observées, et, dans le cas où il n'est pas donné suite à leurs observations, ils peuvent dresser des procès-verbaux.

Là se borne la mission légale des Inspecteurs.

En fait, à l'heure actuelle, cette mission est infiniment plus vaste, et les Inspecteurs du Travail ont joué un rôle essentiel dans l'apaisement des conflits sociaux que nous avons connus. Ils ont été les conciliateurs par excellence.

A l'heure actuelle, dans tous les départements ont été créées des commissions de conciliation. Les Inspecteurs du Travail en font partie, et même parfois, assument les fonctions de président.

Ils représentent le plus souvent le ministre du Travail au cours des discussions relatives à l'élaboration des conventions collectives.

Ils font partie de la plupart des commissions départementales, et, comme ils sont les seuls fonctionnaires qui aient le droit absolu de pénétrer dans les établissements industriels et commerciaux, ils sont appelés à collaborer avec toutes les branches de l'administration.

Signalons enfin que ce rôle social de premier plan ne peut que s'étendre, et qu'étant donné les importants résultats obtenus par les Inspecteurs du Travail au cours des récents événements, leur autorité et leur prestige ne feront que s'accroître dans l'avenir.

Soulignons également que les Inspecteurs du Travail n'ont à recevoir des ordres que de l'Inspecteur divisionnaire, et qu'ils jouissent de ce fait d'une indépendance réelle.

Ils organisent leurs tournées à leur gré. A condition de ne pas dépasser le maximum des frais de tournées qui leur sont alloués annuellement, ils se déplacent comme bon leur semble dans l'intérieur de leur section. Ils ne sont pas tenus de commencer leur travail à une heure déterminée. Ils disposent du temps nécessaire pour l'exécution de leur travail de bureau : réponse aux lettres qui leur sont adressées, établissement des statistiques, rédaction des rapports demandés par l'administration, etc. Ils sont seulement tenus de fournir chaque mois un état des visites qu'ils ont effectuées et des établissements visités.

Leur bureau est à leur domicile même. Ils reçoivent à cet effet une indemnité annuelle. Tous les imprimés dont ils ont besoin leur sont fournis par l'administration.

Chaque inspecteur dispose **aujourd'hui du téléphone**, dont l'installation et l'abonnement sont payés par l'administration.

III. Intérêt particulier de la carrière. — Ce que nous venons d'exposer montre que l'Inspecteur bénéficie d'une **liberté d'action** très grande, et particulièrement appréciable. Il évolue à sa guise aux mieux des intérêts et des convenances de son service.

Il n'est pas un employé de bureau. Il est assuré d'une **vie active, agréable, exempte de monotonie**, dans laquelle le séjour au bureau assure, de temps en temps, le repos nécessaire après une période de déplacements, dont la durée et l'importance peuvent être très variables. L'usage de plus en plus répandu de l'automobile assure d'ailleurs à ces déplacements un attrait particulier.

L'un des principaux agréments de cette fonction consiste, d'autre part, dans la visite d'établissements industriels de caractère fort différent. Le droit qu'a l'Inspecteur de pénétrer partout l'amène à faire une foule de constatations des plus instructives et des plus intéressantes, si bien, qu'intellectuellement, l'Inspecteur du Travail augmente sans cesse ses connaissances, et accroît continuellement sa valeur professionnelle.

Nous croyons devoir insister encore sur l'influence que peut exercer autour de lui l'Inspecteur du Travail : par une interprétation intelligente des textes qu'il fait appliquer, par sa compréhension des hommes et des événements, par ses initiatives, il peut accomplir une œuvre immense d'éducateur, il peut arriver à créer, autour de lui une atmosphère de confiance et de bon vouloir, il peut persuader sans avoir à sévir et créer chez les employeurs comme chez les salariés, une mentalité en quelque sorte supérieure, et ce sera pour lui une satisfaction qui n'est certainement pas à dédaigner.

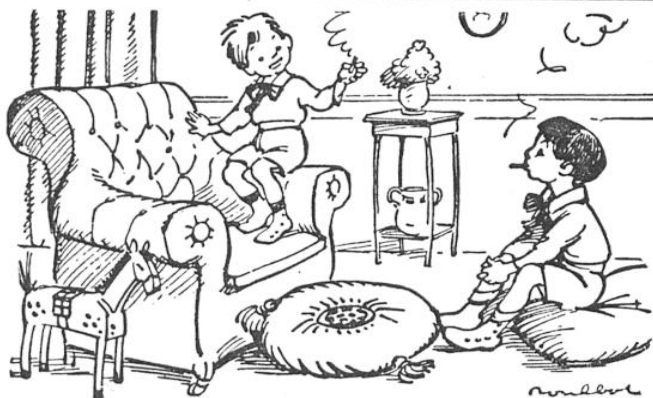
IV. Avantages accessoires (1).

V. Congés (1).

VI. Emoluments (1).

VII. Retraite (1).

(1) Tous renseignements détaillés concernant la carrière de l'Inspection du Travail ainsi que les conditions d'admission à ce concours seront envoyés gratuitement, sur simple demande, par l'**École Spéciale d'Administration**, 28, boulevard des Invalides, Paris-7^e.



- Maman le sentira que nous avons fumé.
- Mais non, nous nous lavons la bouche avec
son Dentol.

LE DENTOL

eau - pâte - poudre - savon

est un Dentifrice antiseptique, créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Ce dentifrice laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris.

Echantillon gratuit sur demande en se recommandant de La Science et la Vie.

Dentol

LE QUATRE-MINES



CRÉATION
STYLOMINE
CADEAU IDÉAL

EN VENTE PARTOUT

CONNAISSEZ-VOUS

ASSIMIL

"la méthode facile" ?

Rien d'aussi clair.
Rien d'aussi bien gradué.
Rien de tel pour apprendre
rapidement et à peu de frais.



LA SEULE MÉTHODE PARFAITEMENT
ACCESSIBLE AUX DÉBUTANTS.

Pour 1 fr. 25 en timbres, sans engagement,
vous recevrez franco 7 leçons d'essai d'une
de ces langues, avec documentation complète.

ASSIMIL (Sc)

4, rue Lefebvre — PARIS (15^e)

UNIQUE EN FRANCE !!!

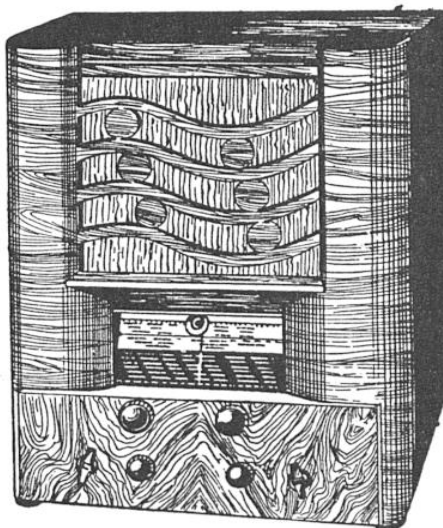
L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN**ÉCHANGE****INSTANTANÉ****DE TOUS****CHASSIS****OU POSTES**QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT**SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT****Une gamme complète de nouveaux modèles****TOUTES ONDES — 4 lampes, 5 lampes, 6 lampes, 11 lampes****ULTRAMERIC XI****CARACTÉRISTIQUES**

- TOUTES ONDES 13-2.000 M.
- 11 LAMPES MÉTAL
- PUSH-PULL
- SÉLECTIVITÉ VARIABLE
- LAMPE DE SILENCE
- OSCILLATEUR CATHODIQUE
- BOBINAGES AU FER 460 Kcs
- DÉMULTIPLICATION DOUBLE
- CADRAN VERRE (7 allum.)

**HAUTE FIDÉLITÉ DE
REPRODUCTION PAR
ÉLECTRODYNAMIQUE
GÉANT DE 30 C/M****RELIEF MUSICAL**
12 Watts modulés**SUPÉRIORITÉ ÉCRASANTE****SIX MOIS D'AVANCE**
sur la production actuelle**UN RÉCEPTEUR D'UNE CLASSE EXCEPTIONNELLE**DEMANDEZ LA DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée
avec **PRIX DE RÉCLAME DU SALON (Référence 901)****RADIO-SÉBASTOPOL**Téléphone :
TURBIGO 98-70**100, boulevard de Sébastopol, PARIS**Téléphone :
TURBIGO 98-70

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE

EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28

VERSEMENT UN QUART À LA COMMANDE

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.

MAISON DE CONFIANCE

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire **CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE**, sans déplacement, sans abandonner votre situation, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le **MINIMUM DE DÉPENSES**, dans le **MINIMUM DE TEMPS**, avec le **MAXIMUM DE PROFIT**, quels que soient votre degré d'instruction et votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, 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.

Le moyen vous en est fourni par les **COURS PAR CORRESPONDANCE** de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 30 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

que remportent, chaque année, ses élèves aux examens et concours publics, ainsi que par les **milliers de lettres d'éloges** qu'elle reçoit de ses élèves et dont quelques-unes sont publiées dans ses brochures-programmes.

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la recevrez par retour du courrier, franco de port, **à titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

Si vous désirez, en outre, des renseignements particuliers sur les études que vous êtes susceptible de faire et sur les situations qui vous sont accessibles, écrivez plus longuement. Ces conseils vous seront fournis de la façon la plus précise et la plus détaillée, toujours à titre absolument gracieux et sans engagement de votre part.

BROCHURE N° 22.702, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

(Enseignement donné par des inspecteurs primaires, Professeurs d'E. N. et d'E. P. S., Professeurs de Cours complémentaires, etc.)

BROCHURE N° 22.709, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 22.714, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 22.716, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs, Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

BROCHURE N° 22.723, concernant la préparation à **toutes les carrières administratives** de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 22.729, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 22.732, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'**Industrie** et des **Travaux publics** : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.
(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

BROCHURE N° 22.735, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 22.743, concernant la préparation à toutes les carrières du **Commerce** (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la **Comptabilité** (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la **Représentation**, de la **Banque** et de la **Bourse**, des **Assurances**, de l'**Industrie hôtelière**, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc.)

BROCHURE N° 22.747, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 22.750, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 22.758, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 22.764 concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, de l'**Eloquence usuelle**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 22.767, concernant l'étude des **Langues étrangères** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).

(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 22.770, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E.P.S., Lycées, Ecoles pratiques.

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 22.779, concernant l'**enseignement complet de la musique** : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la **Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.

(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 22.781, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 22.783, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 22.785, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 22.794 concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 22.799, **Coiffure**, **Manucure**, **Pédicure**, **Massage**, **Soins de beauté**.

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à MM. les Directeurs de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

LOTÉRIE NATIONALE

1 SEUL BILLET

VOUS DONNE LA CHANCE D'ÊTRE PARMİ LES

147.171 HEUREUX GAGNANTS

QUI ONT À SE PARTAGER

72 MILLIONS DE FRANCS



PENDANT LES FÊTES

LE

Super-Excelsior 637

(Décrit dans le n° 232 de *La Science et la Vie*, page 336)

dont le prix de détail est de 1.650 fr.

sera **1.150** fr.
vendu

De plus, il sera offert
un **SUPERBE CADEAU** à tout acheteur

Ce superhétérodyne, auquel tous les
perfectionnements de la technique
moderne ont été appliqués, comporte:

TOUTES ONDES à partir de 16 mètres
(2 gammes ondes courtes) - 4 **GAMMES**

Sélectivité variable - Réglage visuel
NOUVELLES LAMPES ROUGES

Demandez le **Recueil Sélectionné des der-**
nières Nouveautés. (Joindre 0.75 pour frais)

S. A. R. R. E.
70, Avenue de la République
PARIS (11^e)

GÉNÉRAL RADIO
1, Boulevard Sébastopol
PARIS (1^{er})

L'HOMME MODERNE

remplace une montre ordinaire par le
Chronographe FORMEL

C'est un appareil scientifique donnant
toujours l'heure exacte et permettant
tous les chronométrages : scientifiques,
industriels et sportifs, avec la plus rigou-
reuse précision.

PRIX FRANCO :

Chromé 270 fr. - Argent 335 fr. - Or 1.680 fr.

GARANTI
10 ANS



VENTE EXCLUSIVE
E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS

Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,
P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

NOTICE À FRANCO

Je vais apprendre une **LANGUE ÉTRANGÈRE** cet hiver !...

VOILÀ une idée merveilleuse ! C'est si facile d'apprendre maintenant ! Choisissez la langue que vous désirez apprendre et, dans quelques semaines, vous vous surprendrez à la parler couramment et avec un accent parfait. Voici ce qu'il y a de plus étonnant dans la méthode Linguaphone ! Elle a eu tellement de succès qu'elle a été choisie par d'innombrables étudiants dans le monde entier. Elle a aussi été adoptée par plus de 11200 Ecoles et Universités.



Même si vous n'avez jamais prononcé un mot de la langue que vous désirez connaître, même si vous êtes peu doué, tout de suite vous comprenez, tout de suite vous parlez avec un accent parfait. N'est-ce pas merveilleux ?

VOYEZ COMME C'EST FACILE

Vous vous installez confortablement dans un fauteuil et vous écoutez sur votre phonographe les voix des meilleurs professeurs du pays même. Tout en écoutant, vous suivez les mots parlés sur le livre de textes illustré. Tout de suite votre oreille est si bien exercée et votre vocabulaire si précis que vous commencez déjà à parler, à lire et à écrire sans difficulté.

Les cours existent
en 23 langues

**ANGLAIS
ALLEMAND
ESPAGNOL
ITALIEN
FRANÇAIS
RUSSE
HOLLANDAIS
SUÉDOIS
IRLANDAIS
AFRIKAANS
etc...**

essai sans engagement. Pour cela, envoyez le bon ci-contre.

ENVOYEZ CE BON AUJOURD'HUI MÊME

Réclamez-nous la brochure et l'offre d'essai GRATUIT

Venez nous voir. Cela nous fera plaisir de vous donner une première leçon gratuite dans la langue de votre choix. Si vous ne pouvez pas venir, nous vous enverrons un cours complet, sans aucun engagement, pour un essai gratuit de 8 jours, chez vous. Si, après une semaine, vous n'êtes pas satisfait des résultats obtenus, vous nous retournerez la méthode. Vous n'aurez pas dépensé un sou.

Réclamez-nous aujourd'hui même la documentation complète qui vous est offerte gratuitement et qui contient l'offre de cet

**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B 11)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS-8^e**

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi l'ouvrage sur le Linguaphone contenant l'offre d'un essai gratuit de 8 jours chez moi.

La langue qui m'intéresse est :

NOM

ADRESSE



L'Institut Modern du Dr Grard à Bruxelles vient d'éditer un traité d'Électrothérapie destiné à être envoyé gratuitement à tous les malades qui en feront la demande. Ce superbe ouvrage médical en 5 parties, écrit en un langage simple et clair, explique la grande popularité du traitement électrique et comment l'électricité, en agissant sur les systèmes nerveux et musculaire, rend la santé aux malades, débilités, affaiblis et déprimés.

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

Neurasthénie, Névroses diverses, Névralgies, Névrites, Maladie de la Moelle épinière, Paralyties.

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatite, Écoulements, Affections vénériennes et maladies des reins, de la vessie et de la prostate.

3me Partie : MALADIES de la FEMME

Métrite, Salpingite, Leucorrhée, Écoulements, Anémie, Faiblesse extrême, Aménorrhée et dysménorrhée.

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

Dyspepsie, Gastrite, Gastralgie, Dilatation, Vomissements, Aigreurs, Constipation, Entérites multiples, Occlusion intestinale, Maladies du foie.

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

Myalgies, Rhumatismes divers, Goutte, Sciatique, Arthritisme, Artério-Sclérose, Troubles de la nutrition, Lithiase, Diminution du degré de résistance organique.

La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

L'application de la batterie galvanique se fait de préférence la nuit et le malade peut sentir le fluide bienfaisant et régénérateur s'infiltrer doucement et s'accumuler dans le système nerveux et tous les organes, activant et stimulant l'énergie nerveuse, cette force motrice de la machine humaine.

Chaque ménage devrait posséder cet ouvrage pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé, afin d'avoir toujours sous la main l'explication de la maladie ainsi que le remède spécifique de la guérison certaine et garantie.

C'EST GRATUIT

Hommes et femmes, célibataires et mariés, écrivez une simple carte postale à Mr le Docteur L. P. GRARD, 30, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FOREST, pour recevoir par retour, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs. Affranchissement pour l'Étranger: Lettre 1,50. Carte 0,90.



**CONSTRUISEZ VOUS-MÊME
DES MAQUETTES D'AVIONS**

rigoureusement exactes

avec les

PLANCHES ET ALBUMS

sur papier couché du

MODÈLE EXACT

9 MODÈLES PARUS

(Potez, Caudron, Blériot, Latécoère, Dewoitine)

4 fr. à 7 fr. 50

*En vente dans toutes les bonnes
librairies, grands magasins, etc.*

Demandez la nouvelle brochure illustrée "A" aux Éditions

LE "MODÈLE EXACT"

124, rue de la Pompe — PARIS

qui se feront un plaisir de vous l'adresser gracieusement

SOURDS

Seule, la marque AUDIOS

grâce à ses ingénieurs spécialisés
poursuit sa marche en avant et
reste en tête du progrès

— Sa nouvelle création —

LE CONDUCTOS

est une petite merveille de la technique moderne

Demandez le tableau-diagnostic du Docteur RAJAU à
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e

Recherches des Sources, Filons d'eau

Minerais, Métaux, Souterrains, etc.

par les

DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE, ING. E. C. P.

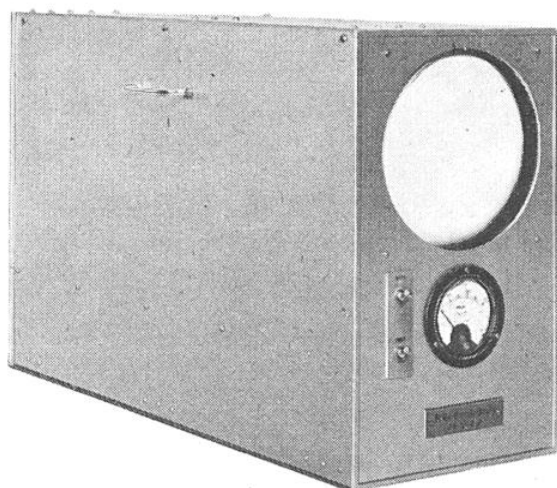
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17^e

**Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.**

**POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE**

APPAREIL D'ESSAIS DE MOTEURS SUNBURY

Pour l'étude, la mise au point, le réglage de tous moteurs à explosions, Diésels & semi - Diésels.



Cet appareil basé sur l'emploi d'un tube à rayons cathodiques combiné avec un dispositif intégrateur peut seul donner une représentation fidèle des phénomènes souvent complexes pouvant exister dans un moteur.

Le Matériel Téléphonique

SOCIÉTÉ ANONYME CAPITAL 175.000.000 DE FRANCS

46, QUAI DE BOULOGNE ;
BOULOGNE-BILLANCOURT

TÉLÉPHONE: AUTeul 90-00 (10 LIGNES)

DEMANDEZ PRIX & NOTICE

COFFRES - FORTS

FICHET

FERMETURES ÉTANCHES CONTRE LE BOMBARDEMENT AÉRIEN

SIÈGE SOCIAL :

26, rue Guyot - PARIS (17^e)

MAGASINS DE VENTE :

43, rue Richelieu - PARIS (1^{er})

AUX INVENTEURS

" La Science et la Vie "

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

La Science et la Vie, qui compte parmi ses fidèles lecteurs de très nombreux inventeurs, vient de créer à leur usage un *Service Spécial* pour la protection et la défense de leurs inventions. Ce service, qui fonctionnera dans les meilleures conditions possibles, leur fournira gratuitement tous renseignements sur la manière dont ils doivent procéder pour s'assurer la propriété de leur invention et en tirer profit par la cession de leurs brevets ou la concession de licences.

Le *Service Spécial de La Science et la Vie* sera à la disposition de nos lecteurs pour

- 1^o Etudier et déposer leurs demandes de brevets en France et à l'étranger;
- 2^o Déposer leurs marques de fabrique et leurs modèles;
- 3^o Rédiger les actes de cession de leurs brevets ou les contrats de licences;
- 4^o Les conseiller pour la poursuite des contrefacteurs.

Faire une invention et la protéger par un brevet valable est, à l'heure actuelle, un moyen certain d'améliorer sa situation, et quelquefois, d'en trouver une. Tous ceux qui ont une idée se doivent d'essayer d'en tirer parti. Le moment est actuellement favorable, car tous les industriels cherchent à exploiter une invention pratique et nouvelle, un article plus ou moins sensationnel qu'ils seront seuls à vendre. Ce monopole exclusif ne peut exister que grâce au brevet d'invention.

La nécessité et l'observation sont les sources de l'invention, et il est possible de perfectionner, par conséquent d'inventer, dans tous les domaines. Chaque praticien, dans sa branche, qu'il soit ingénieur, ouvrier ou employé, peut trouver quelque chose d'intéressant et d'utile, et tenter d'en tirer profit, tout en rendant aussi service à ses semblables.

Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

Parmi les inventions particulièrement recherchées actuellement, signalons les appareils ménagers, outils et machines agricoles, moteurs et modèles d'avions; les jeux à préparation, les appareils automatiques épargnant la main-d'œuvre, les articles de sport et d'hygiène, les jouets, accessoires d'automobiles. Les inventions relatives à la T. S. F. sont aussi très appréciées, ainsi que tout ce qui touche au luminaire et à la cinématographie.

Une invention, si simple soit-elle (épingles de sûreté, ferret du lacet, diabolos), peut faire la fortune de son inventeur, à condition que celui-ci soit bien garanti et ne commette pas d'imprudences dès le début de son affaire.

C'est dans ce but qu'a été créé le *Service Spécial des Nouvelles Inventions de La Science et la Vie*.

Pour tous renseignements complémentaires, voir ou écrire : *Service Spécial des Nouvelles Inventions de "La Science et la Vie"*, 23, rue La Boétie, Paris (8^e).



5, RUE DE LA MAIRIE — PUTEAUX (Seine)

531

CONFORT CERTES MAIS AUSSI **ECONOMIE**

Moins de
7 CENTIMES
DE L'HEURE
PAR RADIATEUR

A votre gré vous obtiendrez la température qui vous conviendra dans chacune des pièces de votre maison, l'eau chaude à la cuisine et à la salle de bains en abondance, avec :

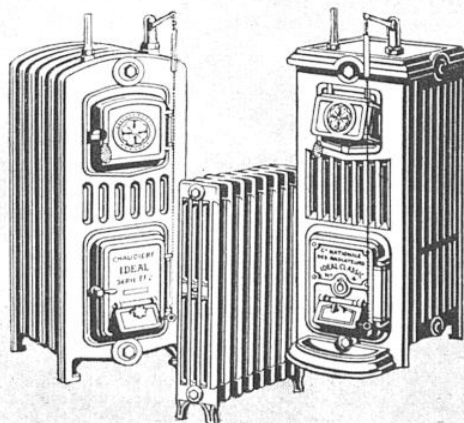
LE CHAUFFAGE CENTRAL

IDEAL CLASSIC

En outre, ce merveilleux système de chauffage vous fera réaliser chaque année d'importantes économies, et les frais d'installation, fort raisonnables, seront ainsi vite amortis.

Nom : _____ 64
Adresse : _____

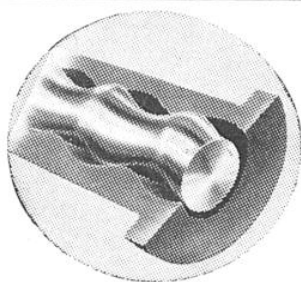
Pour être complètement renseigné sur le chauffage "IDEAL CLASSIC", demandez la brochure 64 qui vous sera adressée gratuitement.



COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS

149, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

USINES à : DOLE, AULNAY-SOUS-BOIS, DAMMARIE-les-LYS, CLICHY, SAINT-OUEN, ARGENTEUIL, BLANC-MESNIL

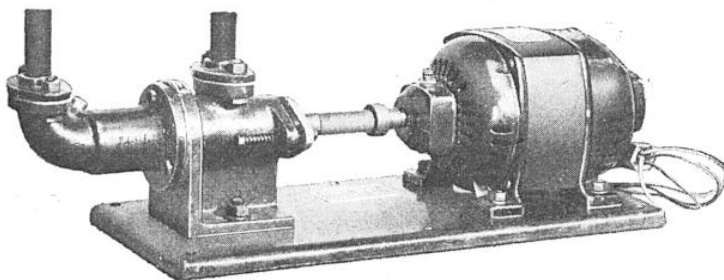


POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION
SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN



POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL. MICHELET 3748

*de vraies
Besançon...*

**expédiées directe-
ment par le fabri-
cant, avec garantie
de provenance...**

Choisissez la montre à votre goût dans une qualité sûre et durable parmi les 600 modèles pour DAMES et MESSIEURS présentés sur le nouvel Album MONTRES N° 37.65, envoyé gratuitement sur demande par les Etablissements SARDA, les réputés horlogers installés à BESANÇON depuis 1893.

Echanges et reprises de montres anciennes

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

CONDITIONS spéciales aux lecteurs de "La Science et la Vie".

**ASSUREZ-VOUS
CONTRE LES CONTRAVENTIONS
POUR DÉFAUT D'ÉCLAIRAGE
EN STATIONNEMENT**

Par an : 29.000 pour Paris et la Seine, 1.000 pour Lyon, 1.100 pour Strasbourg 300 pour Moissac, 250 pour Reims, 2.000 pour Bordeaux, 755 pour Lille, 250 pour Bergerac, 1.500 pour Marseille, etc., etc.

⊕ ⊖

Aucun mécanisme à remonter.

**Automaticité
complète** **Garantie
d'un an**

Quand la nuit tombe "TUBEST" allume automatiquement votre feu de position

Quand le jour se lève "TUBEST" éteint automatiquement votre feu de position

TUBEST
"Cerveau du feu de position"

8, Rue Euler - PARIS - Tél. : Balzac 09-92

OCERP

APPRENEZ à DESSINER!

Dessiner, c'est amusant, si facile et lucratif

MÊME si vous n'avez jamais tenu un crayon, savez-vous que vous pouvez devenir très vite un bon dessinateur ? A l'Ecole A. B. C. vous trouverez la méthode incomparable, simple et facile qui vous a manqué jusqu'à présent pour réussir, et le professeur personnel choisi parmi les meilleurs artistes parisiens qui vous guidera pas à pas, fera de vous en peu de temps un excellent croquiste.

Vous pouvez venir voir votre maître au siège même de l'Ecole, vous entretenir avec lui de vos travaux et de vos projets. Si vous le voulez, vous vous spécialiserez bientôt en professionnel dans la mode, l'illustration, la décoration ou la publicité. Le dessin sera alors pour vous une source de gains réguliers et importants.

A vos moments de loisir, chez vous ou en promenade, vous vous exercerez. Dès vos premières leçons, vous réaliserez d'après nature de vivants dessins. Chacun d'eux sera pour vous un souvenir pittoresque que vous ne regarderez jamais sans émotion. Vos amis admireront votre talent, et vous pourrez augmenter vos revenus en vendant vos travaux.



Le dessin est un sommet de l'art. Cette tête d'enfant a été traitée au fusain avec une infinie délicatesse et une admirable fidélité par M. Boulanger, ancien élève de l'Ecole A.B.C. Cette reproduction ne saurait malheureusement rendre le « fini » de l'original, le doux éclat des yeux, le frissonnement des cheveux, cependant l'on imagine facilement la joie de l'artiste qui a mené à bien une telle œuvre.

RÉCLAMEZ LE BEL ALBUM GRATUIT QUI VOUS EST OFFERT

Demandez au moyen du bon ci-contre le bel album créé spécialement pour tous ceux qui veulent dessiner. Il vous apportera déjà une véritable première leçon de dessin gratuite par l'exposé que vous y trouverez de la méthode A.B.C. Vous y lirez les lettres enthousiastes des élèves et vous verrez plus de cent dessins exécutés par eux, simples croquis, aquarelles, dessins à la plume, etc. Vous verrez comment vous pouvez, si c'est votre désir, vous spécialiser en professionnel dans l'illustration, la mode, la décoration ou la publicité.

Quel que soit votre genre d'activité, procurez-vous cet album que vous devez connaître, et demain vous vous félicitez de votre initiative. Vous n'êtes

engagé en rien. Réclamez donc tout de suite votre exemplaire au moyen du bon ci-dessous, puisque le dessin vous intéresse.

ENVOYEZ CE BON AUJOURD'HUI MÊME

à découper et à retourner à	
BON L'ÉCOLE A. B. C. de DESSIN	
SCIENCE ET VIE 5	12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS
Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement de ma part la documentation illustrée m'apportant tous les renseignements sur la Méthode A. B. C. de Dessin,	
pour moi-même,	
pour un enfant âgé de ans (1).	
NOM	AGE
PROFESSION	N°
RUE	DÉP ^t
VILLE	
(1) Biffer la formule qui ne convient pas.	

CAPORAL ORDINAIRE
CAPORAL DOUX
MARYLAND

**CIGARETTES
CELTIQUES**
GROS MODULE

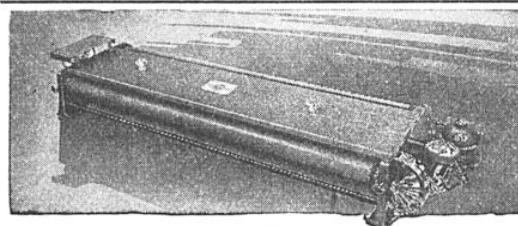
REGIE FRANÇAISE
CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

un **ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

Établissements
Laureys F^{res} *
17, rue d'Enghien, Paris



*Une nouvelle machine
à tirer les bleus*

L'ÉLECTROGRAPHE BOY a été étudié, sous l'angle de la situation économique actuelle, pour satisfaire aux besoins d'une Clientèle soucieuse de réduire au minimum ses Frais d'achat et ses Frais généraux, mais trop avertie pour fixer son choix sur une Machine ne présentant pas des Garanties de longue durée et d'amortissement rapide.

*Robuste Rapide
Economique*

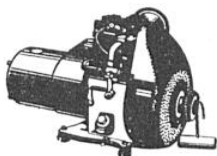
Demandez Catalogues et Renseignements à

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. du MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 90-13

Partout où manque
le courant

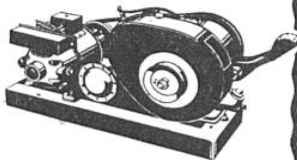
Bungalow
Bateau
Péniche
Camping
Refuge
Hôtel isolé
Voiture foraine
Voiture publicitaire

faites "confort"
votre "confort"
en faisant
"votre courant"
et pour cela utilisez un de
nos trois appareils :



Groupes électro-
gènes RAGONOT-
PIONEER
110 volts-250 watts
ou 12 volts-20 Amp.

Groupe Alterna-
gène RAGONOT-
PIONEER
alternatif 110 volts-
300 watts et conti-
nu 6 volts-50 watts

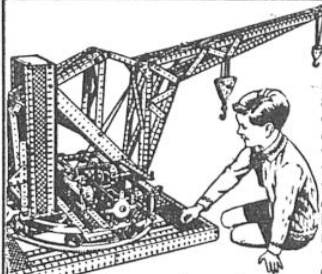


Eoliennes
RAGONOT-
PIONEER
6 V. - 15 ou 25 A.
fonctionnant même
par vent très faible

RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite

MECCANO



LA MÉCANIQUE POUR TOUS

Meccano est le seul jouet
au monde qui vous donne
des années de plaisir et
d'amusement. Seul Meccano
vous offre la possibilité d'in-
venter et de créer. C'est
vraiment le seul jouet de
construction établi d'après
les principes de la VRAIE
mécanique. Meccano seul
vous permet de créer cha-
que jour des modèles nou-
veaux : Grues - Ponts Roulants - Ascenseurs - Tracteurs -
Autos - Avions - et des milliers d'autres... qui fonctionnent
comme des vrais... Meccano est le seul jouet qui ne lasse
jamais et qui procure à son heureux possesseur un enchan-
tement sans cesse renouvelé.

N'hésitez pas... ACHETEZ UN MECCANO POUR NOËL

TARIF

Boîte O
construit 120 mod. 26.»
Boîte A
construit 217 mod. 36.»
Boîte B
construit 338 mod. 54.»
Boîte C
construit 449 mod. 72.»
Boîte D
construit 479 mod. 108.»
Boîtes plus importantes
jusqu'à 2.650.»

GRATUIT. Une luxueuse bro-
chure de 36 pages,
avec plus de 200 illustrations des jouets
Meccano-Hornby et des exemples de mon-
tages Meccano, réseaux Hornby, etc...
Chaque page vous apportera un émer-
veillement nouveau! Tout ce que vous
pouvez désirer pour Noël ou Etrennes
figure dans ce recueil des plus beaux jouets.
Demandez-le à votre fournisseur ou écri-
vez-nous à l'adresse ci-dessous ; vous le
recevrez aussitôt.

CONSTRUCTEUR D'AUTOS

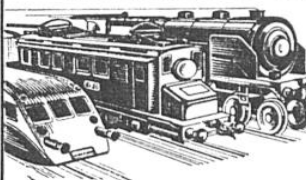
Les automobiles construites avec
ces boîtes ont non seulement l'at-
trait d'une apparence extrêmement
réaliste, mais... elles peuvent faire
de longues courses à grande vitesse.
Le moteur est compris dans la boîte
ainsi qu'une notice d'emploi.
N° 1... 75 Frs N° 2... 150 Frs

CONSTRUCTEUR D'AVIONS

La construction des modèles que
ces boîtes permettent, renferme
les principes mêmes de l'aviation.
Toutes les pièces sont interchan-
geables et vous reproduirez les vrais
prototypes.
Boîte N° 0, 33 Fr. Boîte N° 1, 55 Fr.
Boîte N° 2 100 Fr.

TRAINS HORNBY

ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES



Reproduire le grand jeu des Che-
mins de Fer avec les articles
Hornby est le meilleur amusement
du monde. Ces jolis trains sont le
dernier mot du réalisme. Que
vous choisissiez un train méca-
nique ou électrique, vous êtes cer-
tain d'obtenir le plus grand plaisir
et la plus entière satisfaction. Les
Trains mécaniques sont munis des
ressorts les plus sûrs. Les moteurs
ont des mécanismes parfaits.

Cette année, la série Hornby
est augmentée d'une merveilleuse nouveauté : les **Autotrails** qui peuvent
être obtenus en une, deux ou trois pièces. La splendide gamme de Matériel
roulant, avec accouplements automatiques, et la série d'accessoires com-
plètent le système Hornby dans tous ses détails. Commencez à composer un
Chemin de Fer, mais que ce soit un... HORNBY.

Électriques de : 128 à 600 Francs — Mécaniques : de 29 à 340 Francs

DINKY TOYS

Quel plaisir pour les fillettes et garçonnets de
collectionner les charmants et populaires
Dinky Toys. Ces jolies miniatures en métal incassable émaillé repro-
duisent dans tous leurs détails les sujets les plus variés : Autos, Autorails,
Avions, Trains, Triporteurs, etc... Prix : de 1 à 12 Frs. Coffrets de Luxe
pour offrir, modèles assortis, de 12 à 26 Frs. Demandez à voir la nouvelle
série : "Les Mobiliers de Poupées" qui comprend : Salle à Manger,
Chambre à Coucher, Cuisine, Salle de Bains.

MECCANO (Service 31), 80, RUE RÉBEVAL — PARIS-19°

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS

ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUEDistribution d'eau sous pression
par les groupes**DAUBRON****POMPES INDUSTRIELLES**

tous débits, toutes pressions, tous usages

**SUPERBE INSTRUMENT**
pour les Amateurs de Microscopie

Le type n° 5 de microscope est tout indiqué pour l'étude comme pour le laboratoire. Son prix réduit le met à la portée de toutes les bourses, et pourtant il est muni d'un objectif achromatique, grossissements : 200 à 300 fois. Livré dans un coffret acajou verni, au prix de VULGARISATION de :

185 francs

Franco de port et d'emballage.

NOTICE S. V. DESCRIPTIVE ENVOYÉE GRACIEUSEMENT

E. VION, 38, rue de Turenne, 38, PARIS (3^e)**Apprenez les
Langues vivantes**

vite, bien,
à peu de frais,
pratiquement,

à l'Ecole BERLITZ

31, Boul. des Italiens, PARIS

Entrée particulière : 27, rue de la Michodière

•
LEÇONS PARTICULIÈRES
COURS COLLECTIFS
DÉBUT — PERFECTIONNEMENT

Section spéciale :
Cours par correspondance

•
NOTICES FRANCO•
ESSAI GRATUIT*Les
meilleurs
emplois*

sont réservés aux techniciens de l'AVIATION, de l'ÉLECTRICITÉ, de l'AUTOMOBILE, du BÉTON ARMÉ et du CHAUFFAGE CENTRAL, branches vitales de l'activité industrielle. Quels que soient votre âge et vos connaissances actuelles, vous pouvez, après quelques mois d'études agréables chez vous, occuper une belle situation dans un de ces cinq domaines.

DEMANDEZ AUJOURD'HUI A
**L'INSTITUT MODERNE
POLYTECHNIQUE**
15, av. Victor-Hugo — Tél. Mol. 29-33
BOULOGNE (PARIS)

sa brochure programme S gratuite.

Indiquer spécialité préférée.**INVENTEURS**

POUR VOS

BREVETS

WINNER-HANSEN
L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".**LA SCIENCE ET LA VIE**

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES**◀ FILTRE ▶**

MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ



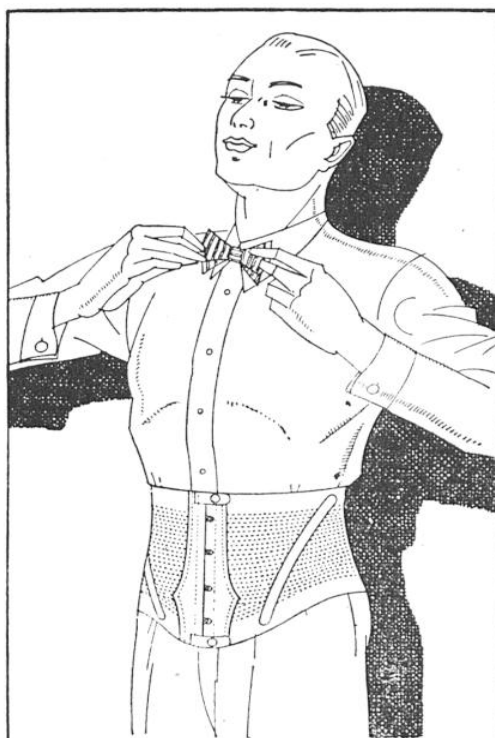
Ceux qui se servent d'un CARAN D'ACHE n'en veulent plus d'autres. Chez le papetier, soyez bien décidé à n'emporter que CARAN D'ACHE.

Demandez toujours le

Crayon

CARAN d'ACHE

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE
VICTOR SERVET
53, RUE DE SEINE — PARIS (6^e)



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui "fatiguent" dont les organes doivent être soutenus et maintenus.

OBLIGATOIRE aux "sédentaires" qui éviteront "l'empâtement abdominal" et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

N°	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut' devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable.	20 c/m	69F.	79F.
102	Réglable . . .	20 c/m	89F.	99F.
103	Non réglable	24 c/m	99F.	109F.
104	Réglable . . .	24 c/m	119F.	129F.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).
Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.
Echange : par retour si la taille ne convient pas.
Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé.
Port : France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.
Paiement : mandat ou rembour (sauf Étranger).
Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Fco.

BELLARD - V. THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9^e

UNE DATE ATTENDUE!

Celle de la vente annuelle de
SOLDES BURBERRYS



Chaque année à pareille époque, BURBERRYS, réalisant leur stock superflu, font profiter leur clientèle d'occasions remarquables en tous genres : **Imperméables, Manteaux, Costumes** pour Hommes, Dames, Enfants, à des conditions exceptionnelles.

LE BURBERRY

Hommes	Enfants (2 ans)	Dames
275. »	95. »	285. »

**DES PRIX
DE LA QUALITÉ**

Catalogue n° 8 franco sur demande

BURBERRYS
8 et 10, boul. Malesherbes, PARIS



Situations DANS L'AVIATION

Le temps presse surtout pour les jeunes. Il ne s'agit pas de s'endormir. C'est donc vers l'Aviation qu'une partie des candidats à une situation d'avenir doivent tourner les yeux, d'abord parce que l'Aviation est une arme d'élite pour y faire son service militaire, ensuite, parce qu'en quittant le service, l'aviateur est toujours certain de trouver une situation civile.

AVIATION MILITAIRE. — Les jeunes gens n'ayant qu'une instruction primaire peuvent devenir : Mécaniciens en suivant les cours sur place ou par correspondance à l'École de Navigation de Paris et à condition de faire un peu de travail manuel ; Pilotes, en préparant l'examen des bourses de Pilotage ; Radios, en suivant la préparation spéciale de l'École.

Ceux qui ont l'instruction du Brevet élémentaire peuvent entrer à l'École des Mécaniciens de Rochefort (2^e année), ou à l'École des pilotes d'Istres, ou préparer un brevet de radio, toujours avec l'École de Navigation.

Ceux qui ont l'instruction du Baccalauréat peuvent aspirer à l'École de l'Air, qui forme les Officiers Pilotes, ou à l'École des Officiers mécaniciens.

AVIATION CIVILE. — Enfin, ceux qui ont terminé leur service militaire pourront devenir Agent technique, Ingénieur adjoint, Ingénieur, Radiotélégraphiste au Ministère de l'Air.

Dans tous les cas, solde et traitements élevés — avancement — prestige — retraites.

Jeunes gens, n'hésitez pas : allez vers l'Aviation.

Renseignements gratuits auprès de l'ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME ET AÉRIENNE, 19, RUE VIÈTE, PARIS (17^e).

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

Procédé reconnu le plus simple
et le plus efficace
par des milliers de clients.

**5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs
13 francs**

Adresser les commandes avec un mandat-poste, dont le talon sert de reçu, à
M. Pierre RIVIER, fabricant des Combinés Barral, 8, villa d'Alesia, PARIS-14^e.

PROSPECTUS GRATUITS SUR DEMANDE



SANS-FILISTES avant d'acquiescer un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de **La Science et la Vie**. Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.

EXCELSIOR

GRAND
QUOTIDIEN
ILLUSTRÉ

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

TARIF DES ABONNEMENTS

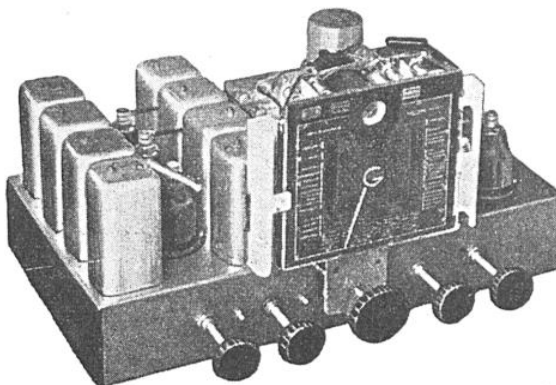
FRANCE ET COLONIES..	Trois mois.	26 fr.
	Six mois. ..	50 fr.
	Un an.	96 fr.
BELGIQUE. ...	Trois mois.	32 fr.
	Six mois. .	60 fr.
	Un an.	120 fr.
ÉTRANGER ... (tarif postal réduit)	Trois mois.	50 fr.
	Six mois. ..	100 fr.
	Un an.	200 fr.
ÉTRANGER ... (tarif postal augmenté)	Trois mois.	75 fr.
	Six mois. ..	150 fr.
	Un an.	300 fr.

LE F 1050 S

10 lampes « Dario rouges » : EF 5, EK 2, EF 5, EB 4, EBC 3, EL 2, EL 3, EL 3, EZ 4, EM 1. — **5 gammes :** son télévision 7 à 15 mèt., 15-50, 45-100, 190-550, 700-2.000. — **Bobinages à fer.** Tous les circuits comportent des noyaux de fer, accord moyenne fréquence 457 kc. — **Sélectivité variable** (7 et 14 kc). — **Antifading différé** amplifié par EB 4. — **Grand cadran** en verre gravé lettres lumineuses. — **Push-pull EL 3** monté en classe AB. — **Dynamique « Véga » 25 cm.** — **Réglage silencieux** par trèfle magique. — Et tous les perfectionnements actuellement réalisables.

RÉCEPTION FACILE DES ÉMETTEURS MONDIAUX SUR PETITE ANTENNE

présente les mêmes qualités de sensibilité que le « F 850 » (décrit dans le numéro de septembre) et bénéficie des dernières recherches concernant la vérité de reproduction.



Demandez les notices complètes et le tarif au constructeur

ÉTABLISSEMENTS GAILLARD 5, rue Charles-Lecocq, PARIS (15^e)
Tél. : LECOURBE 87-25

Votre électricien vous le confirmera
"les variations du **VOLTAGE**
coûtent **TRÈS CHER!**"

Si le réseau est **Dévolté**:

- le rendement de vos lampes diminue de 20 %
- vos petits moteurs ne démarrent plus
- la musicalité de votre T.S.F. est défectueuse

Si le réseau est **Survolté**:

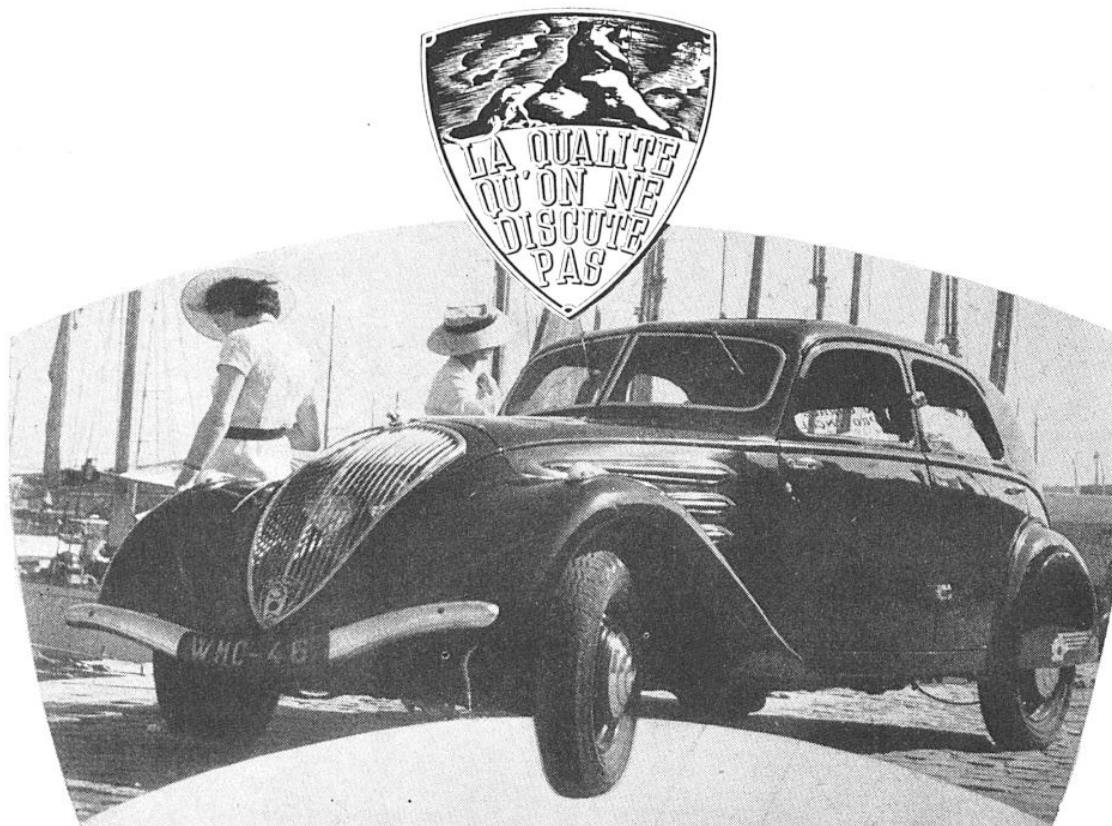
- la vie de vos lampes diminue de moitié
- vos petits moteurs chauffent ou se détériorent
- vos lampes de T. S. F. meurent rapidement



Ayez une **TENSION UNIFORME** avec un
SURVOLTEUR - DÉVOLTEUR
"FERRIX"

Brochure complète n° 54 sur demande
172, RUE LEGENDRE, PARIS (17^e)
98, AVENUE SAINT-LAMBERT, NICE

Pub. R.-L. Dupuy



Le chiffre de vente de Peugeot s'est encore accru en 1936... Si Peugeot remporte un succès grandissant, c'est que la gamme complète de ses modèles offre à l'usager, pour un budget plus réduit qu'avec toute autre voiture, un ensemble, exceptionnel de qualités qui concilie toutes les exigences de l'homme et de la femme...

Élégance, luxe et confort raffinés. Extrême agrément de conduite dû à la douceur de suspension et à la sécurité des roues avant indépendantes... Moyennes surprenantes sans "pousser", grâce à la nervosité des reprises et à la puissance du freinage. Economie proverbiale de consommation et d'entretien. Revente toujours chère !

Peugeot



16 litres aux 100 105 kms à l'heure



9 litres aux 100 95 kms à l'heure



12 litres aux 100 115 kms à l'heure

Une gamme de modèles sans concurrence

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

Chèques postaux : N° 91-07 - Paris — Téléph. : Provence 15-21

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X*

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays

Copyright by La Science et la Vie. Janvier 1937 - R. C. Seine 116.544

Tome LI

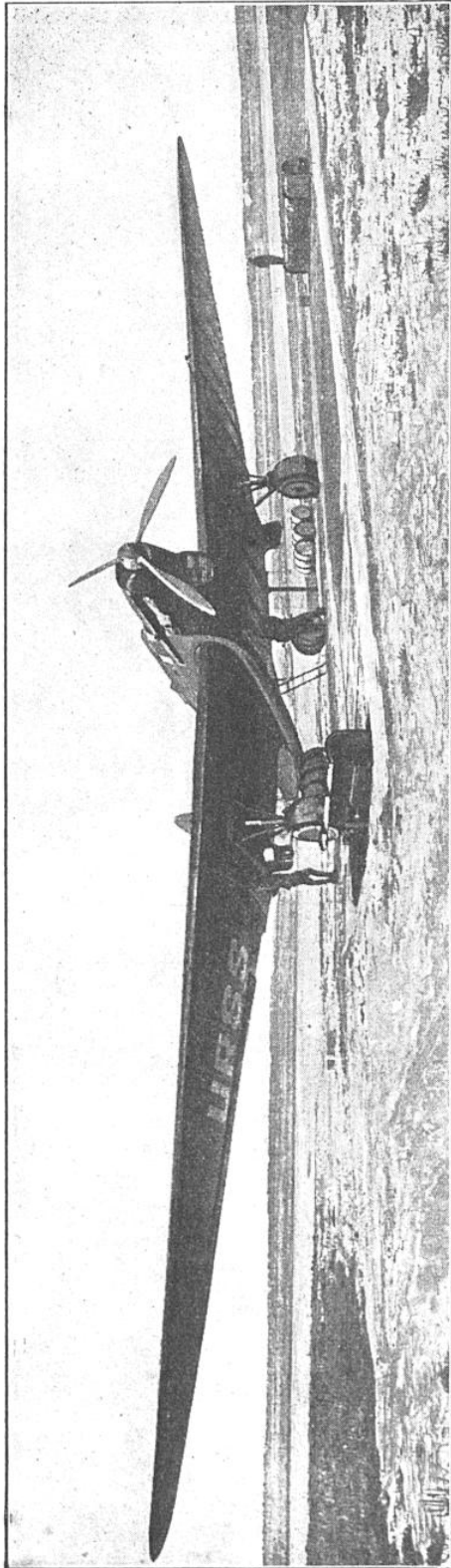
Janvier 1937

Numéro 235

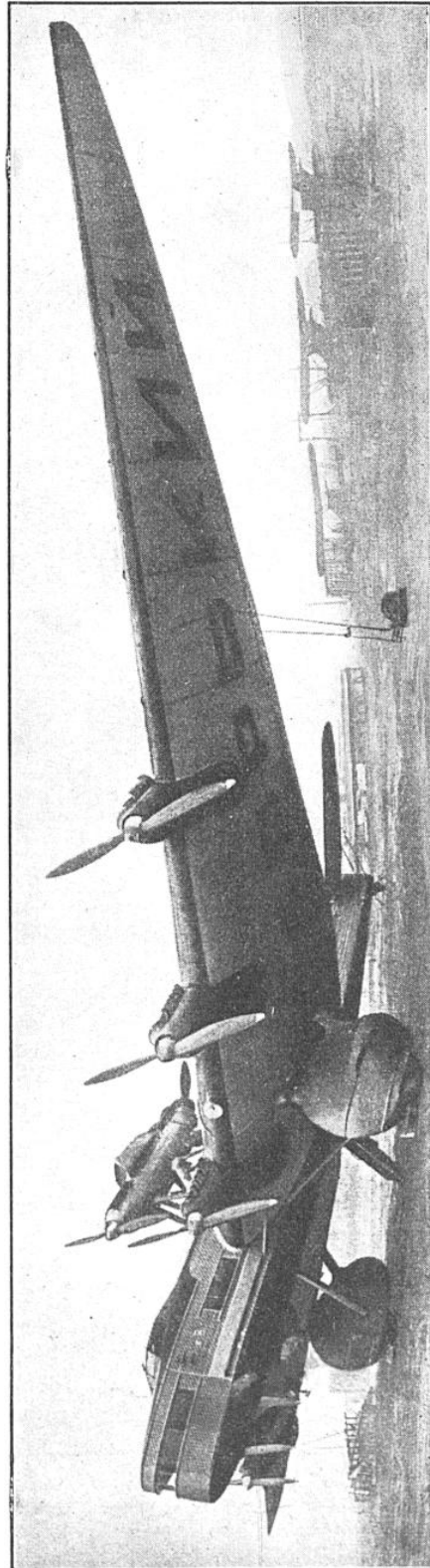
SOMMAIRE

L'aviation soviétique est-elle la plus forte d'Europe ?	André Laville	3
<i>Notre enquête en U. R. S. S. répond à cette question : voici des chiffres (quantité) ; voici notre opinion (qualité).</i>		
Un grand savant et un grand réalisateur : Henry Le Chatelier.. .. .	L. Houllevigue.. .. .	13
<i>En appliquant les principes de la thermodynamique à la chimie, il a contribué à introduire la science à l'usine ; en appliquant la méthode cartésienne au travail, il en a accru le rendement.</i>		
Comment la science du XX ^e siècle conçoit l'atome matériel et les rayonnements	Jules Lemoine	18
<i>Rayons cosmiques, phénomènes de luminescence, questions qui préoccupent tout esprit cultivé, car elles ont suscité et susciteront des applications industrielles ne s'interprétant que par nos connaissances récentes de physique atomique.</i>		
Qu'est-ce que la psychanalyse, thérapeutique des affections de l'esprit et des névroses ?	Jean Labadié.	26
<i>Le nom de Freud, dont on a célébré l'an dernier le jubilé, évoque des polémiques concernant les domaines presque inexplorés de la science et de la conscience.</i>		
La mécanique ondulatoire contribue à la recherche industrielle : voici l'analyse électronique	J.-J. Trillat	32
<i>Des méthodes toutes nouvelles, basées sur la diffraction des électrons, permettent un contrôle très précis de l'état physico-chimique des corps et des modifications qu'ils subissent au cours des opérations industrielles, telles que les traitements métallurgiques transformant leur structure superficielle et même interne.</i>		
Le radiorécepteur de 1937 sera plus musical (fidélité), plus automatique (réglage), moins parasité (neutralisation)	C. Vinogradow	40
<i>Les nouvelles lampes basse fréquence suppriment la distorsion, le réglage visuel se généralise, le réglage automatique s'impose, les parasites s'éliminent.</i>		
Notre poste d'écoute	S. et V.	48
Vers les vols stratosphériques de l'avenir : les stratoports	J. Marchand	56
<i>La locomotion aérienne sera littéralement bouleversée le jour où le moteur à réaction (fusée) aura conquis la stratosphère.</i>		
La réorganisation de l'Ecole de l'Air	S. et V.	62
L'acoustique électrique confère au studio d'enregistrement les qualités exigées d'une salle de concert parfaite	Pierre Keszler	64
Le « microcinématographe », « microscope » et « télescope » du temps ..	Victor Jouglu	67
<i>Le docteur Comandon a introduit le cinéma dans la biologie infinitésimale.</i>		
Les livres qu'il faut méditer : Nouveaux sentiers de la Science, p. 75. — A travers notre courrier, p. 78. — Conseils aux sans-filistes, p. 83. — Les « A côté » de la Science, p. XXIII. — Chez les éditeurs, p. XXIII.		

La couverture de ce numéro représente un projet de stratoport au moment du départ d'un véhicule-fusée voyageant dans la stratosphère à une vitesse de 1100 km/h. L'étude de la propulsion par réaction démontre que cette anticipation n'est pas une chimère. (Voir l'article page 56.)



AVEC CET APPAREIL ENTièrement MÉTALLIQUE « A.N.T.-25 » DE 34 M D'ENVERGURE, ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR DE 1 000 CH, ONT ÉTÉ ENTREPRIS UN CERTAIN NOMBRE DE GRANDS RAIDSSANS ESCALES, EN PARTICULIER À TRAVERS LES TERRITOIRES ARCTIQUES DONT LES SOVIETS ONT ENTREPRIS LA MISE EN VALEUR. SON RAYON D'ACTION DÉPASSERAIT 12 000 KM ET SA VITESSE ATTEINDRAIT 260 KM/H. (VOIR AUSSI PAGE 5.)



VOICI LE « MAXIME-GORKI », AUJOURD'HUI DÉTRUIT, QUI FUT UN DES PLUS GRANDS AVIONS DU MONDE (POIDS TOTAL, 42 TONNES ; ENVERGURE, 63 M). CET APPAREIL GÉANT, ÉQUIPÉ DE 8 MOTEURS D'UNE PUISSANCE TOTALE DE 8 000 CH, POUVAIT EMPORTER 79 PASSAGERS À UNE VITESSE DE CROISIÈRE DE 240 KM/H. LE GOUVERNEMENT DE L'U.R.S.S. AURAIT L'INTENTION DE CONSTRUIRE 17 APPAREILS DE CE TYPE PERFECTIONNÉ

L'AVIATION SOVIÉTIQUE EST-ELLE LA PLUS FORTE D'EUROPE ?

Par André LAVILLE

Parmi tous les domaines de la technique moderne, l'aviation est certainement l'un de ceux où les progrès de la jeune industrie soviétique (1) ont été les plus rapides et les plus caractéristiques du développement industriel de l'U. R. S. S. L'armée de l'air, qui est devenue l'un des instruments essentiels de la défense nationale, compte actuellement chez les Soviétiques plus de 5.000 appareils, dont le quart environ équipe l'armée autonome d'Extrême-Orient. Mais la plupart de ces avions (aussi bien ceux de bombardement et de coopération que ceux de chasse) sont entrés en service entre 1928 et 1932. Ils se trouvent donc en grand nombre déjà démodés par rapport aux modèles plus récents de certaines nations, et aussi par rapport aux derniers prototypes mis au point dans les bureaux d'études spécialisés de l'U. R. S. S., qui s'inspirent d'ailleurs visiblement des réalisations étrangères. Les dirigeants de l'économie soviétique poursuivent cependant un effort continu et méritoire de rénovation du matériel. L'industrie aéronautique, édifiée de toutes pièces pendant le premier plan quinquennal (2), dispose maintenant d'un système complet d'établissements de construction autonomes, où la spécialisation et la rationalisation sont poussées à l'extrême. Ils sont bien outillés pour la fabrication massive des cellules, des moteurs, des hélices, des trains d'atterrissage, etc. Travaillant actuellement au voisinage de leur capacité maximum de production, quatre grandes usines de moteurs peuvent « sortir », dès maintenant, près de 12 000 moteurs par an ; de leur côté, dix usines de cellules construisent annuellement plus de 2 000 avions divers (monoplaces, biplaces ou triplaces), sans compter les hydravions des formations aéronavales ainsi que les appareils destinés à l'aéronautique marchande. Cette dernière a été, jusqu'à présent, sacrifiée à l'aviation militaire, comme il arrive trop souvent lors des tensions politiques internationales. Sur les 50 000 km que couvre théoriquement le réseau aérien soviétique, desservi par des appareils lents et inconfortables, l'infrastructure est rudimentaire, et l'administration des lignes de transport aérien demeure encore incohérente et incompétente. En U. R. S. S., cependant, se poursuit — surtout auprès de la jeunesse — un gros effort de propagande en faveur de l'aviation. Il se traduit en particulier par la création, dans chaque usine, de « cercles » groupant les amateurs de sports aériens, qui y pratiquent non seulement le vol à voile, mais aussi le « parachutisme ». Ce développement intensif du « sens de l'air », obtenu grâce à une véritable éducation aéronautique populaire, aboutit ainsi à la création dans tout le pays d'une réserve particulièrement nombreuse et bien entraînée où pourrait puiser, en cas de besoin, l'armée de l'air telle qu'elle est actuellement constituée. Mais ce qui assure la grosse supériorité des forces aériennes soviétiques, c'est essentiellement l'énorme capacité de production de son industrie aéronautique, concentrée en de gigantesques établissements spécialisés. Le potentiel industriel de l'U. R. S. S., dans le domaine aéronautique comme dans beaucoup d'autres, tel qu'il résulte de l'immensité de ses ressources en matières premières et en hommes, domine actuellement celui de tous les autres pays d'Europe, sinon encore au point de vue de la qualité, du moins à celui de la quantité (3).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 175. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

(3) Il est juste de remarquer que la jeune industrie soviétique remporte plus de succès dans la construction en grande série que dans la conception de prototypes d'appareils spécifiquement russes. Elle dispose cependant d'instituts de recherches bien outillés, et l'U. R. S. S. a pu s'enorgueillir de posséder en Joukovski un théoricien de l'aérodynamique de renommée mondiale. Cependant, au dernier Salon de l'Aéronautique, il était aisé de constater que les appareils exposés, l'A.N.T.-25, l'A.N.T.-35 et le Z.K.B.-19, rappelaient singulièrement le *Dewoitine-33*, le *Douglas* et le *Bernard-20*. Nous ajouterons, du reste, que les techniciens de l'U. R. S. S. sont les premiers à reconnaître la valeur des avions modernes construits à l'étranger, et notamment aux Etats-Unis. La construction américaine, nous disait l'un des ingénieurs de l'Union des Républiques Soviétiques, lors de la visite de son stand, est, à leur avis, à la tête du progrès technique en ce qui concerne la mécanique aérienne. Il ajoutait que les Etats-Unis, comme la Russie, — par suite de leurs territoires respectifs les plus étendus de toutes les nations, — devaient, par voie de conséquence, développer considérablement l'aviation commerciale et militaire en suivant une politique comparable dérivée des mêmes principes directeurs. Nos lecteurs verront plus loin qu'au point de vue de l'aviation commerciale, l'U. R. S. S. ne peut encore, en aucune façon, se comparer aux Etats-Unis. (Voir *La Science et la Vie*, n° 228 page 345.)

Au lendemain de la révolution et de la guerre civile, l'aviation soviétique était à peu près inexistante. Les quelques appareils enlevés aux « blancs » par les « rouges » étaient pratiquement inutilisables. Les ouvriers des usines d'aviation ouvertes pendant la guerre dispersés sur le front des troupes révolutionnaires, mines et usines fermées, tout manquait pour les remettre en état.

En dépit de la création, en 1920, d'un comité spécialement chargé de regrouper les indispensables spécialistes et de la fondation de l'Institut central Aéro-Hydrodynamique « Z. A. G. I. » sous les auspices du génial théoricien de l'aérodynamique Joukovski, l'aviation soviétique ne connut son premier succès qu'en 1925 avec la construction par le professeur Toupolev d'un biplace de reconnaissance, le *A.N.T.-3*, très remarqué au cours du rapide circuit qu'il accomplit à l'époque autour de l'Europe.

L'installation à Fili, près de Moscou, par Junkers, d'une filiale des célèbres usines de Dessau se termina rapidement par le départ de Junkers et de ses ingénieurs.

Mal outillées, mal approvisionnées, plus mal dirigées encore par des membres du parti presque toujours totalement étrangers à la délicate technique de la cellule ou du moteur, les usines soviétiques peu nombreuses étaient encore, en 1928, à la veille du premier plan quinquennal (1), à peu près incapables de ravitailler les formations aériennes de l'armée rouge.

L'aviation civile n'était pas mieux partagée et, à l'exception des Dornier *Merkur* de la « Deruluft » et de quelques Junkers, ne disposait que d'un seul appareil, le *Kalinine K.-4* de 200 ch, reproduit à très petit nombre d'exemplaires.

Avions, moteurs, équipements, matériaux même, pour une bonne part, tout ou presque venait de l'étranger.

La réorganisation de l'industrie aéronautique soviétique

L'apparition à ce moment de plusieurs prototypes réussis et l'impulsion communiquée à l'industrie tout entière par le premier plan quinquennal modifièrent heureusement cette situation.

Le groupement de toutes les usines d'aviation sous le contrôle de l'« Aviotrust », l'adaptation de chacune d'elles à la fabrication d'un type déterminé de cellule ou de moteur mirent un peu d'ordre dans la confusion et le gâchis des premières années.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

Le remplacement de leur outillage primitif par des machines-outils perfectionnées achetées à l'étranger au prix de privations extrêmes acheva la réorganisation de l'industrie aéronautique soviétique sur une base modeste encore, mais suffisamment solide, cependant, pour lui permettre de se développer normalement.

De leur côté, constructeurs et ingénieurs, ignorants des sujétions administratives qui entravent souvent l'activité de nos bureaux d'études, purent travailler tout à leur aise.

Deux techniques nettement distinctes se firent jour. Celle de Toupolev, inspirée des procédés Junkers et fondée sur l'emploi exclusif du métal. Celle de Grigorovitch et de Polycarpov, fidèles à la construction mixte bois et toile, bien appropriée à la réalisation rapide et économique des avions de moyen tonnage — chasse et reconnaissance.

De ces deux écoles sortirent dans le courant du premier plan quinquennal plusieurs excellents prototypes. Fabriqués en séries importantes, ils constituent actuellement l'équipement standard des lignes et des forces aériennes de l'Union.

Ce sont, parmi les plus réussis, pour Toupolev, le *A.N.T.-9*, trimoteur « Wright » des lignes de l'« Aéroflot », la compagnie unique des Soviets, et le quadrimoteur de bombardement *T.B.-3*, du même type que les appareils de l'escadre soviétique qui a rendu, en 1934, aux aviateurs français, la visite de M. Pierre Cot à l'aéronautique soviétique.

Ce sont, pour Grigorovitch et Polycarpov, le *I.-5*, monoplace de chasse à moteur « Jupiter » construit en U. R. S. S. sur licence, biplan classique fort semblable au Bristol *Bulldog* de la « Royal Air Force », extrêmement maniable, et le *R.-5*, biplace de reconnaissance et d'observation à moteur « B.M.W.-VI », également construit sur licence et qui rappelle, bien qu'un peu plus grand et plus lourd, le *Potez-25* encore en service chez nous.

Du côté moteur, après plusieurs tentatives infructueuses, une seule réussite : le moteur « M.-34 » sorti en 1931, 12 cylindres en V, à refroidissement par eau, compresseur et réducteur.

Réussite relative. Certains exemplaires de ce moteur ont bien soutenu des essais d'endurance de 300 h, mais il est lourd, encombrant et difficile à refroidir.

L'aviation soviétique n'en est pas restée à ces premiers succès. Ses chefs, parfaitement conscients de l'importance de l'avia-

tion dans la guerre moderne, en ont fait l'un des instruments essentiels de la défense nationale.

Tant par le nombre des appareils que par la qualité des prototypes nouveaux et la puissance de production de l'industrie aéronautique, l'aviation soviétique est destinée à jouer un rôle décisif dans un conflit futur de quelque côté qu'il se présente.

pose d'appareils anciens, également utilisés pour l'entraînement, et sans valeur militaire actuelle.

Le gros de l'aviation de bombardement comprend entre 700 et 800 quadrimoteurs de bombardement *T.B.-3* à moteurs « *M.-17* » de 600 ch ou « *M.-34* » de 800 ch, grands monoplans métalliques à aile basse en porte à faux, capables de porter 2 tonnes de

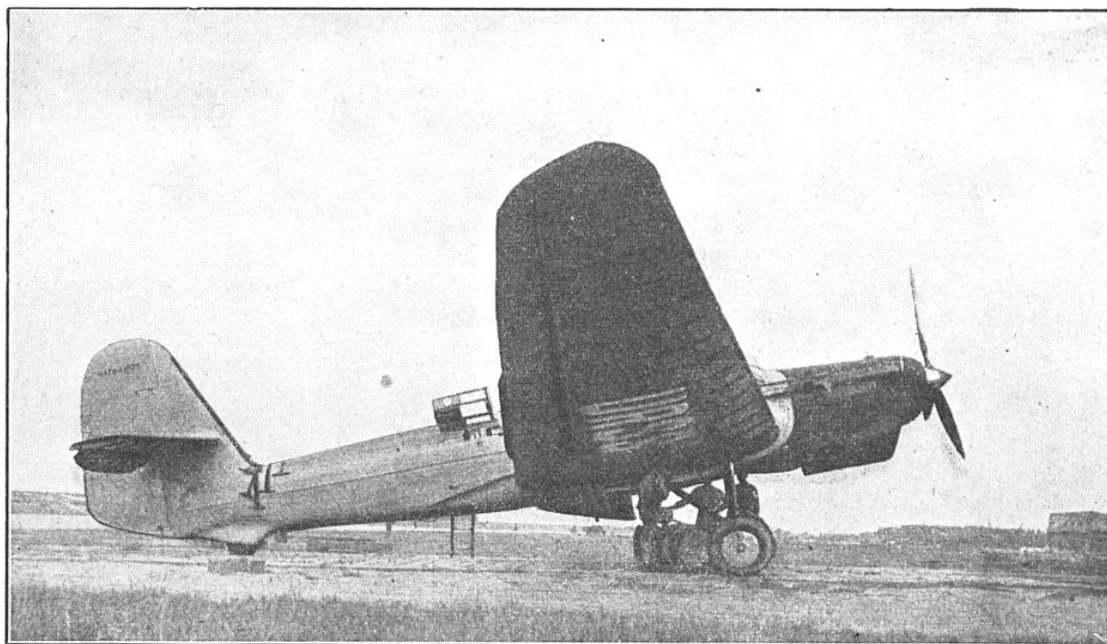


FIG. 1. — AVION MONOMOTEUR MÉTALLIQUE « A.N.T.-25 »

Ce monoplane, à aile surbaissée et à train d'atterrissage escamotable, mesure 13 m de longueur et 34 m d'envergure. La surface de l'aile est de 88 m². Son poids, en ordre de vol, atteint 11 250 kg. Son rayon d'action est de 12 000 km et sa vitesse maximum serait de 260 km/h. Il est équipé d'un moteur « *M.-34* » refroidi par liquide et d'une puissance de 1 000 ch. C'est sur cet appareil que les pilotes Tchkalov, Baïdoukov et Beliakov tentèrent — en juillet dernier — d'exécuter un raid arctique sans escale sur l'itinéraire Moscou-mer de Barentz-Terre François-Joseph-cap Tchéliousskine jusqu'à Petropavlovsk, en Kamtchatka. Ce raid fut interrompu par le mauvais temps après 56 heures de vol et 9 374 km parcourus dans les conditions les plus pénibles. En septembre 1934, cet appareil a réalisé un vol en circuit fermé de 12 411 km.

L'armée de l'air soviétique

Les unités actives de l'aviation russe comptent actuellement plus de 5 000 avions, dont un quart environ équipent les formations de l'armée autonome d'Extrême-Orient.

En dépit d'un effort continu de rénovation du matériel, tous ces appareils ne sont pas également modernes. Les deux tiers environ sont entrés en service entre 1928 et 1932. Un quart au maximum est composé d'avions sortis depuis 1934-1935. Le reste équipe les formations des fronts secondaires du Caucase et de l'Asie Centrale et se com-

bombes sur un objectif situé à 1 000 km de leur base, à une vitesse de croisière comprise entre 210 km/h pour les premiers et 220 km/h pour les plus récents.

Depuis le début de l'an dernier, une centaine de bimoteurs *S.B.* à moteurs « *Wright-Cyclone* » de 700 ch sont entrés en service. Ces appareils, désormais équipés de moteurs « *Hispano-Suiza 12 Y* », emportent, à près de 450 km/h, 800 kg de projectiles. A pleine charge et au régime économique, ils peuvent franchir 2 000 km sans escale.

L'aviation de coopération est dotée de biplaces *R.-5* à moteur « *M.-17* », biplans de

construction mixte, fort semblables au *Potez-25*, et de bimoteurs *R.-6* à moteurs « *M.-17* », monoplans métalliques à aile basse, triplaces, qui volent à près de 260 km/h.

Cette catégorie comprend encore depuis peu des biplaces *L.R.* à moteur « *M.-34* », biplans de construction mixte comme le *R.-5*, mais plus puissants, plus maniables et plus rapides.

La chasse est équipée, en majeure partie, de monoplaces *I.-5* et *I.-7* — licence « *Heinkel* » — tous deux biplans de construction mixte, munis, le premier, d'un moteur « *M.-22* », licence « *Jupiter* » 550 ch, le second, d'un moteur « *M.-17* ». Le *I.-7*, plus puissant que le *I.-5*, est également plus rapide d'une quinzaine de kilomètres et dépasse les 310 km/h ; plus lourd, il est en même temps moins maniable et grimpe moins vite.

Ils seront bientôt remplacés, les uns et les autres, par des biplans *I.-15* et des monoplaces *I.-16*, bois et métal, à moteur « *Wright-Cyclone* ». Le *I.-16*, extraordinairement maniable, approche, pleins gaz, les 480 km/h et monte à 5 000 mètres en 5 minutes.

L'aviation navale

Le faible développement relatif des côtes de l'Union, l'étroitesse des mers qui l'entourent limitent naturellement le rôle de l'aviation navale dans la défense de l'U. R. S. S. Moins bien équipée que les formations terrestres, elle ne compte que quelques types peu nombreux et déjà anciens d'appareils marins aux performances honnêtes, mais très inférieures à celles des nouveaux matériels russes ou étrangers.

Les plus employés sont un triplace de reconnaissance côtière, le *M.B.R.-5* à moteur « *M.-17* », monoplane cantilever à coque métallique et voilure en bois, qui vole à 210/220 km/h, un bimoteur à moteurs « *M.-22* » déjà ancien et un trimoteur d'exploration, le *M.D.R.-2* à moteurs « *M.-34* », plusieurs fois modifié, hydravion à coque centrale et voilure monoplane en porte à faux, entièrement métallique.

D'autres appareils sont en cours d'essais notamment un « croiseur marin » d'une trentaine de tonnes à six moteurs « *M.-34* », grand monoplane bicoque entièrement métallique, et un petit biplace de bord spécialement étudié pour être logé à bord des sous-marins de fort tonnage.

L'aviation commerciale

L'aviation civile est contrôlée par un organisme unique, la Direction principale de la

Flotte aérienne civile, actuellement présidée par M. Tkatchev, naguère adjoint au chef des Forces aériennes, Alksnis.

Le réseau aérien soviétique comptait, à la fin de 1935, 47 000 km de lignes. Ce chiffre devait atteindre 55 000 km à la fin de 1936. Presque toutes se trouvent à l'intérieur de l'Union, à l'exception de quelques liaisons internationales, Moscou-Berlin, Moscou-Prague, Tachkent-Kaboul, etc., à faible parcours et relativement peu fréquentées.

L'aviation marchande n'a pas profité des progrès rapides de l'aéronautique militaire. Ses appareils, en majorité anciens, sont lents et inconfortables. L'infrastructure est rudimentaire, le personnel souvent médiocre, l'administration manque d'unité et de compétence.

Le matériel se compose principalement de monomoteurs *K.-5* à moteur « *M.-22* » ou « *M.-17* », monoplans haubannés de construction mixte pour 6/8 passagers, de bimoteurs *A.N.T.-9* à moteurs « *M.-17* », monoplans métalliques à aile haute pour 8/10 passagers de monomoteurs *Stal.-2* à moteur « *Wright-J* » 350 ch pour 4 passagers et *Stal.-3* à moteur « *M.-22* » pour 8 passagers. La vitesse maximum de ces appareils va de 190/200 km/h pour le *K.-5* à 230/240 km/h pour le *Stal.-3*, avec un rayon d'action uniformément compris entre 600 et 800 km.

Des monomoteurs *P.-5* — version civile du *R.-5* de l'armée — sont utilisés au transport du courrier.

Les bimoteurs *A.N.T.-9* et les monomoteurs *K.-5* sont en service depuis cinq ou six ans. Le *Stal.-2* et le *Stal.-3*, plus récents, datent de 1932-1933 et sont très appréciés dans les régions désertiques de l'Arctique et de l'Asie Centrale à cause de la robustesse de leur structure en acier inoxydable assemblée par soudure électrique.

Un monoplane monomoteur à aile basse, entièrement en bois, le *K.A.I.-1* à moteur « *M.-22* », inspiré du Lockheed « *Vega* », est entré en service cette année. Plusieurs autres avions nouveaux sont en cours d'essais. Le *Z.I.G.-1*, monoplane métallique bimoteur « *M.-17* » pour 12 passagers, est actuellement construit en petite série. Une nouvelle série entrera bientôt en chantier avec des moteurs « *Hispano-Suiza 12 Y* » qui assureront à cet excellent appareil une vitesse maximum de l'ordre de 420 km/h. Un autre bimoteur, le monoplane métallique *A.N.T.-35* à moteurs « *M.-85* » de 850 ch pour 10 passagers, a réalisé récemment d'intéressantes performances. On signale enfin les premiers vols d'un nouveau monoplane monomoteur

« Hispano-Suiza 12 Y » de transport rapide, le *Stal-11* pour 4 passagers, qui volerait, paraît-il, à plus de 430 km/h.

A part quelques aéroports « modèles » comme ceux de Moscou, Kharkov, etc., les terrains de l'aviation civile sont généralement mauvais, mal entretenus, insuffisamment équipés.

Le balisage des lignes est fragmentaire. L'installation de la radio à bord des avions ne date que de l'an dernier. Les liaisons sont précaires.

chandise, quitte à retarder ou même à refuser l'expédition du fret « étranger » en transit, considéré comme manque à gagner.

On a tenté, cette année, d'améliorer cette organisation en attribuant un seul maître responsable à chaque ligne. Plusieurs lignes nouvelles ont été ouvertes, Moscou-Simféropol, Moscou-Saratov, Moscou-Kiev, Moscou-Minsk et Moscou-Sotchi. Les départs sont plus fréquents que l'an dernier, mais les horaires ne sont pas mieux observés et les arrivées restent problématiques (1).



FIG. 2. — VOICI LE MONOPLACE DE CHASSE « I-15 », A MOTEUR « WRIGHT-CYCLONE » DE 700 CH A COMPRESSEUR, QUI, CONSTRUIT EN GRANDE SÉRIE, ÉQUIPE ACTUELLEMENT LES FORMATIONS AÉRIENNES DE L'ARMÉE SOVIÉTIQUE

C'est sur un appareil de ce type que le pilote Kokkinakā est monté, en 1935, à 14 575 m, manquant de peu la marge de 200 m nécessaire pour battre le record détenu à l'époque par l'Italien Donati avec 14 434 m (1*).

Si les pilotes sont généralement bons, les mécaniciens et, en général, tout le reste du personnel non navigant sont fréquemment médiocres. L'entretien du matériel est souvent superficiel, mal surveillé par un contrôle négligent et élastique.

Mais les transports aériens soviétiques souffrent surtout du désordre d'une administration anarchique et incompétente. Jusqu'à cette année, chaque ligne se composait de secteurs indépendants correspondant aux territoires des diverses républiques fédérées traversées. Chaque secteur, animé du plus bel esprit d'entreprise au détriment du voisin, s'occupait surtout de remplir son propre « plan » et de transporter sa propre mar-

Des hydravions *M.P.-1* — version civile pour 6 passagers du *M.B.R.-5* de l'« Aéronavale » — sont entrés en service, cette année, entre Odessa et Batoum.

Les tarifs ont considérablement diminué. Le prix du billet aérien ne dépasse pas celui d'un billet de chemin de fer en première classe.

(1) Faute d'utiliser des appareils d'une vitesse et d'une autonomie de vol suffisamment élevées, les étapes des lignes commerciales sont nécessairement courtes et les escales nombreuses. L'insuffisance du balisage, le mauvais état des terrains interdisent les vols de nuit réguliers. Les transmissions défectueuses, l'irrégularité du ravitaillement des aérodromes en combustible et en lubrifiant, et aussi le mauvais temps fréquent, conduisent à ce résultat paradoxal que la vitesse commerciale moyenne des avions de ligne du réseau soviétique est souvent inférieure à celle des trains de voyageurs qui suivent le même

(1*) Le record d'altitude actuel est détenu par l'Anglais Swain (29 septembre 1936), avec 15 230 m.

L'aviation polaire

L'avion, excellent moyen de transport dans les régions désertiques de la Sibérie septentrionale, est largement employé par les Russes pour la reconnaissance et la mise en valeur de l'Arctique soviétique. Les plus puissants brise-glaces en portent chacun au moins un. Leurs pilotes volent aussi bien en été qu'en hiver au-dessus des terres glacées du pôle. Une école d'aviation polaire, établie à Nikolaïevsk-sur-Amour, en 1934, a célébré son second anniversaire le 18 juillet dernier. 9 400 vols y ont été effectués en 1936.

Trois remarquables performances, accomplies presque simultanément dans le courant de l'été, illustrent bien les progrès des Russes dans ce domaine.

Le 19 juillet, l'avion *A.N.T.-25* à moteur « M.-34 », des tentatives de l'an dernier contre le record du monde de distance, s'envolait de Moscou, à 5 heures du matin, pour tenter à nouveau de battre le record mondial de la plus grande distance sur un itinéraire jalonné par la Terre François-Joseph, la baie de Nordvik, l'embouchure de la Léna, Petropavlosk, en Kamchatka, et Tchita. L'équipage devait se poser après 8 875 km, le 22, à 16 h, sur l'îlot Oudd, à une centaine de kilomètres de Nikolaïevsk-sur-Amour, par suite d'un dépôt important de givre sur les ailes et vraisemblablement aussi par manque d'essence.

Le 22 juillet, le fameux pilote Molokov, accompagné de deux mécaniciens et d'un radio, s'envolait de Krasnoïarsk à bord d'un Dornier « Wal » (1) pour un raid arctique de 26 000 km du détroit de Behring à la mer Blanche en passant par les côtes de l'Extrême Nord. L'équipage a rempli sa dure mission en moins de deux mois, se posant à Moscou, sur la Moskova, le 20 septembre, aux applaudissements d'une foule enthousiaste.

Le 5 août, le pilote Levanevski et son mécanicien décollaient de la baie de San Diego, en Californie, à bord d'un appareil américain « Vultee » pour essayer d'atteindre Moscou en passant par le nord et le détroit de Behring. Les deux aviateurs arrivaient à Moscou le 13 septembre, au terme d'une randonnée extrêmement pénible.

La route arctique a, depuis longtemps, parcourus. Il n'est pas rare, par exemple, de mettre un jour de plus pour gagner Tiflis, en partant de Moscou, par l'avion que par le train, dont la lenteur est cependant proverbiale. C'est ce qui explique que, pour un réseau de 50 000 km, il n'y ait eu, en 1936, d'après les chiffres officiels, que 176 000 passagers. Trois passagers dans l'année en moyenne !

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 472.

séduit les milieux aéronautiques soviétiques. On croit que c'est la route de l'avenir, et l'on espère pouvoir bientôt aller de Moscou à San Francisco en moins de trois jours et demi en passant par le nord et le détroit de Behring. Des appareils spécialement étudiés pour le dur service de l'Arctique sont en cours d'essais. D'autres sont en voie de réalisation.

L'aviation populaire Planeurs et parachutes

L'aviation populaire est contrôlée par l'« Ossoaviakhim », la puissante association pour le développement de l'aviation et de la chimie, aux treize millions d'adhérents.

Dans chaque usine, dans chaque administration, dans chaque école, un « cercle » de l'« Ossoaviakhim » groupe les amateurs de sports aériens. Les cercles les plus riches, ceux des grandes usines de la capitale, par exemple, possèdent planeurs et avions. D'autres, plus modestes, se contentent d'un ou deux planeurs. Les moins fortunés s'associent entre eux pour l'achat d'un planeur.

Tous les membres, ouvriers, étudiants, ingénieurs, jeunes gens et jeunes filles, tous suivent le même entraînement, tous, pour voler, participent également aux travaux d'entretien du matériel, tous s'attellent à leur tour aux « sandows » de lancement du planeur, tous suivent les mêmes cours.

Les mieux doués ne se contentent pas toujours du brevet de pilote de vol à voile et de voler sans moteur. Des cours spéciaux, techniques et pratiques, également organisés par l'« Ossoaviakhim », les préparent à l'obtention du brevet de pilote d'avion, sans interruption de leur travail normal.

Une centaine d'avions biplaces pilotés par des ouvriers des « cercles » de l'« Ossoaviakhim » ont défilé à la fête annuelle de l'Aviation, le 24 août dernier.

L'« Ossoaviakhim » possède également ses ateliers et ses constructeurs, pour la plupart jeunes ingénieurs des bureaux d'études des grandes usines de l'industrie aéronautique soviétique.

Plusieurs ont déjà « sorti » des planeurs et des avions légers également remarquables par leurs performances, la simplicité et le bon marché de leur construction qui les met à la portée des budgets des plus modestes « cercles ».

Grâce au développement intensif de l'éducation aéronautique populaire, l'« Ossoaviakhim » est certainement à même de constituer rapidement une Armée de l'Air de seconde ligne, déjà entraînée et rapidement utilisable.

C'est également l'« Ossoaviakhim » qui a répandu parmi la jeunesse soviétique la pratique désormais courante du parachutisme, devenu sport populaire.

C'est une véritable récompense pour les jeunes citoyens de l'U. R. S. S. que d'être autorisés à effectuer une descente. Des instructeurs délégués par l'« Ossoaviakhim » enseignent aux nombreux volontaires la technique de l'emploi et de l'entretien du parachute. Une visite médicale rapide, et les plus attentifs parmi les auditeurs sont emmenés sans tarder au-dessus du terrain...

Les créateurs de l'industrie aéronautique soviétique, que ne gênait point l'existence d'une « poussière » d'entreprises anciennes et dispersées, ont pu concevoir et réaliser d'emblée un système logique et complet d'usines de cellules, de moteurs et d'accessoires, luxueusement outillées en vue de fabrications massives et judicieusement réparties à l'intérieur du territoire soviétique.

Toutes dépendent d'une direction centrale, « Gouap », actuellement présidée par M. Kaganovitch, le frère du Commissaire du Peuple aux Transports, assisté du célèbre

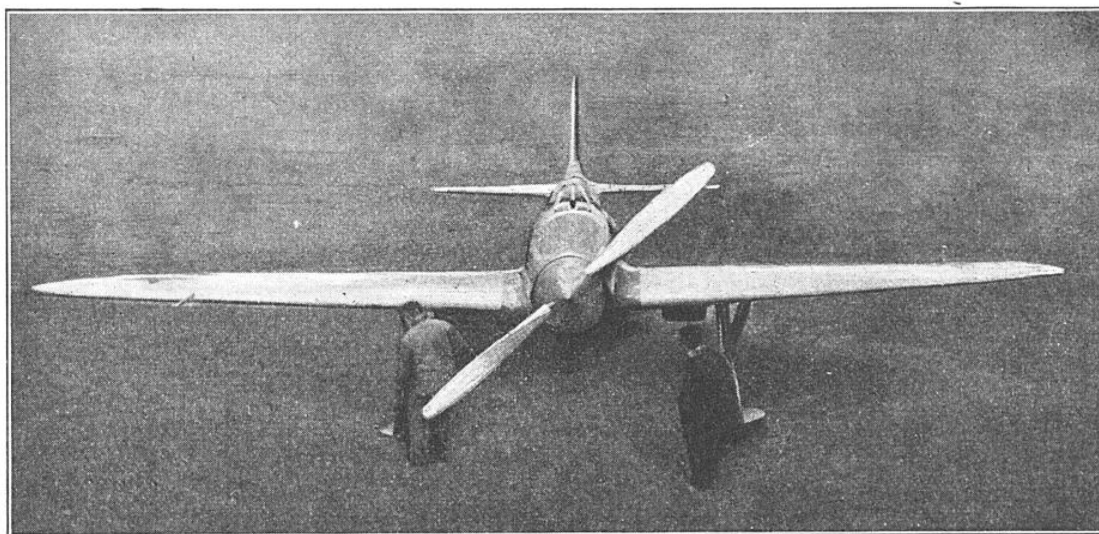


FIG. 3. — AVION DE CHASSE « Z.K.B.-19 » A AILE SURBAISSÉE, TRAIN D'ATERRISSAGE ET BÉQUILLE ESCAMOTABLES EN VOL, MOTEUR « M.-100 » A REFROIDISSEMENT PAR LIQUIDE
L'aéronautique soviétique se montre fort avare de renseignements en ce qui concerne les performances de cet appareil qui serait une des plus récentes productions des bureaux d'études de l'U. R. S. S.

On imagine facilement l'intérêt de cet enseignement pour la formation des fameux bataillons de parachutistes des « descentes aériennes » massives du genre de celles des grandes manœuvres de Minsk. Mais, en dehors de toute préoccupation d'ordre militaire, la pratique du parachutisme ne peut que développer parmi ses adeptes de précieuses qualités de sang-froid et de décision.

L'« Ossoaviakhim », enfin, est chargé, par surcroît, de l'organisation populaire de la défense aérochimique.

L'industrie aéronautique

Le développement rapide des forces aériennes rouges serait inconcevable sans l'existence d'une solide armature industrielle édifiée de toutes pièces durant la première période quinquennale et parachevée depuis.

professeur A. N. Toupolev, le constructeur heureux des avions *A. N. T.* qui équipent les formations militaires et les lignes aériennes, le maître incontesté de la technique soviétique.

« Gouap » possède actuellement une dizaine d'usines de cellules — trois en Extrême-Orient soviétique — spécialisées chacune dans la fabrication d'un ou deux types d'avions. L'usine 22 de Fili, près de Moscou, visitée par la mission aéronautique française conduite par M. Potez, a abandonné la fabrication des quadrimoteurs *T. B.-3* pour celle des bimoteurs de bombardement rapides *S. B* à moteurs « Hispano-Suiza 12 Y », qu'elle sort maintenant à la cadence d'un par jour.

L'usine numéro 1 à Moscou, également visitée par la mission Potez, fabrique quoti-

diennement 5-6 biplaces *L. R* à moteur « M.-34 ». Celle de Gorki, qui leur fut également montrée, sort en moyenne 4-5 monoplaces *I.-16* par jour, fabrication qu'elle abandonnera d'ailleurs bientôt pour celle d'un nouveau monoplace de chasse, le *I.-17*, à moteur « Hispano-Suiza 12 Y », qui dépasserait, paraît-il, le cap des 500 km/h.

Compte non tenu des trois grandes usines d'Extrême-Orient affectées au ravitaillement de l'armée rouge autonome d'Extrême-Orient, les six principales usines de cellules de « Gouap » sont à même de sortir annuellement, à la cadence actuelle, de 500 à 600 triplaces *S. B.*, de 1 000 à 1 200 biplaces *L. R* et 1 200 à 1 500 monoplaces *I.-16*, sans compter environ 300 hydravions fabriqués à Taganrog, des avions-écoles construits à Léninegrad et des avions de ligne.

Pour apprécier justement l'importance de ces chiffres, il faut tenir compte de ce fait que les usines de l'industrie militaire soviétique travaillent presque toutes au voisinage de leur capacité de production maximum, au contraire des entreprises européennes dont la production normale est très inférieure au « potentiel de guerre ».

De la même façon, la fabrication des moteurs est concentrée dans quatre grandes usines, très bien outillées et spécialisées chacune dans la construction en grande série d'un seul type de moteur : « M.-34 » à l'usine 24, de Moscou « Hispano-Suiza 12 Y », à l'usine 26, de Ribynsk ; « Gnome et Rhône K.-14 », à l'usine 29 de Zaparoje ; « Wright Cyclone » à l'usine 19, de Perm.

Leur production totale, qui est actuellement de l'ordre de 10 000 à 12 000 moteurs par an, doit atteindre près du double de ce chiffre une fois vaincues les nombreuses difficultés rencontrées par la fabrication des moteurs étrangers construits sous licence. L'utilisation rationnelle de l'outillage devrait permettre de le tripler en cas de besoin.

Les accessoires, soigneusement choisis parmi les meilleurs en service à l'étranger, sont également fabriqués dans des usines peu nombreuses mais bien outillées en vue de fabrications massives. Les hélices sont fabriquées à Moscou, les amortisseurs et les freins, le matériel radioélectrique dans sa banlieue, les carburateurs à Samara, etc.

La qualité des fabrications est généralement correcte, sans recherche. La main-d'œuvre, de valeur inégale, satisfaisante dans les établissements les plus anciens, est médiocre dans les usines les plus récemment installées.

L'extrême spécialisation des fabrications

permet de s'en contenter, mais il serait certainement difficile de passer rapidement d'une fabrication périmée à celle d'un matériel nouveau sensiblement différent.

Le niveau professionnel du personnel de maîtrise et des agents de contrôle, satisfaisant dans les usines d'avions, est nettement insuffisant dans les usines de moteurs.

Les instituts de recherches

Les recherches sont confiées à trois instituts principaux, l'Institut central aérodynamique « Tsagui », l'Institut central des moteurs d'aviation « Tsiam » et l'Institut des matériaux d'aviation « Viam », placés tous trois sous le contrôle de « Gouap ».

« Tsagui » ou « Z.A.G.L », fondé en décembre 1918 par Joukovski et dirigé par lui jusqu'en 1923, s'est acquis auprès des techniciens du monde entier une renommée égale à celle des laboratoires fameux de Prandtl en Allemagne, du « National Physical Laboratory », en Angleterre, ou du N.A.C.A, en Amérique. Il possède plusieurs souffleries et un bassin de carènes de 200 m pour l'essai des coques et des flotteurs. Ses laboratoires comptent au nombre des mieux outillés d'Europe et sont desservis par quatre équipes d'expérimentateurs se relayant de six heures en six heures.

« Tsiam » possède l'une des plus belles installations d'essais de moteurs du monde. « Viam » n'en est encore qu'à ses débuts.

L'Académie militaire de la Flotte aérienne, le centre d'essais des Forces aériennes, à Chelkovo, les écoles d'ingénieurs de Ribynsk, Moscou, Léninegrad, etc., sont également bien outillées pour l'exécution des recherches expérimentales les plus diverses.

Les études d'avions nouveaux, exécutées jusqu'ici par deux bureaux d'études principaux, celui de « Tsagui » et celui de l'usine 39, à Moscou, sont désormais réparties entre des bureaux décentralisés installés dans chaque usine de série.

Toute la technique aéronautique soviétique reste dominée, en dépit de cette décentralisation récente, par l'influence de trois ou quatre constructeurs réputés, Toupolev, l'animateur de « Tsagui », Grigorovitch, le constructeur du *I.-5*, Policarpov, le responsable du *I.-5*, et Poutilov, le protagoniste de la construction tout acier des *Stal.-3* et *Stal.-2*.

Cette prépondérance explique l'étroite parenté qui existe entre les différents appareils actuellement en service dans les forces aériennes et sur les lignes commerciales.

Tout en restant fidèles à des formules

constructives simples et éprouvées, les constructeurs russes s'appliquent patiemment à l'amélioration des tracés extérieurs. Cette combinaison de structures frustes et sans recherches superflues avec des formes soigneusement étudiées leur permet de sortir rapidement des appareils robustes aux performances comparables à celles des matériels étrangers actuellement en service. Mais ces appareils sont généralement moins coûteux et plus faciles à reproduire en grande série.

Pour remédier à la déficience des cadres, de nombreuses écoles ont été ouvertes. Trois grands instituts, à Moscou, Rybinsk et Novosibirsk, fournissent, chaque année, plus de 2 000 ingénieurs à l'industrie aéronautique. Malheureusement handicapés par une formation générale insuffisante, bourrés de connaissances superflues et incomprises, ils sont généralement médiocres et longtemps inutilisables. Seule, une longue pratique est susceptible de donner de bons résultats.



FIG. 4. — AVION BIMOTEUR RAPIDE POUR VOYAGEURS « A.N.T.-35 »

Ce monoplan « cantilever » à aile surbaissée est équipé de deux moteurs du type « M.-85 » de 850 ch chacun, refroidis par l'air. Sa construction est entièrement métallique et le train d'atterrissage est escamotable en vol. Il mesure 15 m de longueur et 21 m d'envergure ; la surface de l'aile est de 58 m² ; son poids en ordre de vol est de 6 600 kg. D'après les chiffres officiels, le plafond de cet appareil serait de 8 500 m ; sa vitesse maximum, à l'altitude de 2 000 m, atteindrait 432 km/h, et sa vitesse d'atterrissage, 90 km/h. Il pourrait transporter 2 hommes d'équipage et 10 passagers dans une cabine chauffée et insonorisée.

Côté moteur, la situation est loin d'être aussi satisfaisante. Une seule réussite, le moteur « M.-34 » sorti en 1931 par l'ingénieur Mikouline, de « Tsiam », maintenant bien au point, mais lourd, encombrant et difficile à refroidir.

Grâce à un certain nombre d'améliorations, la puissance de ce moteur aurait pu être portée à 1 250 ch.

L'industrie soviétique des moteurs restera probablement tributaire de l'étranger pendant plusieurs années encore et se trouverait certainement dans une situation difficile au cas où un conflit international interdirait l'envoi en U. R. S. S. des spécialistes étrangers capables de lancer les fabrications nouvelles qui paraissent indispensables.

Les prototypes récents

La réception des matériels nouveaux est assurée par les pilotes de l'Institut expérimental des Forces aériennes, à Chelkovo, à 40 km de Moscou.

Le centre d'essais de Chelkovo possède des laboratoires vastes et bien outillés, tant pour l'essai des moteurs et des cellules que pour toutes les recherches expérimentales habituellement exécutées par « Tsagui » et « Tsiam ».

« Tsagui », de son côté, possède une « station » d'essais en vol qui travaille en contact étroit avec le bureau d'études de l'usine « expérimentale » et les laboratoires aérodynamiques de l'institut.

Grâce à cette liaison étroite du bureau et du laboratoire avec le terrain, grâce aussi à la qualité des pilotes d'essais de « Tsagui » et de Chelkovo, qui sont presque tous en même temps ingénieurs, la mise au point des matériels nouveaux s'effectue généralement dans des délais remarquablement courts.

Plusieurs prototypes nouveaux sont actuellement en cours d'essais à Chelkovo. Les plus intéressants sont un monoplace de chasse, monoplan à aile basse à moteur « Hispano-Suiza 12 Y », le *I.-17*, censé dépasser les 500 km/h ; un monomoteur de transport rapide tout acier, également à moteur « Hispano-Suiza », le *Stal.-11*, dont la vitesse maximum calculée dépasse 430 km/h ; un bimoteur de transport rapide pour 8 passagers, l'*A.N.T.-37* à 2 moteurs Gnome et Rhône « K.-14 » et un bimoteur de bombardement à moteurs Wright « Cyclone », le *Tschabe-26*, qui servit récemment au pilote Kōkinakaï à battre les records mondiaux d'altitude avec charge de 1 et 2 tonnes.

On y attend l'arrivée prochaine d'un monoplan biplace à aile surbaissée, équipé d'un moteur Gnome et Rhône « K.-14 », spécialement étudié pour le bombardement en piqué, et celle du *T. B.-6*, quadrimoteur de 22-23 tonnes à moteurs « M.-34 » suralimentés en altitude par un compresseur unique à deux étages, entraîné par un moteur « Hispano-Suiza 12 Y » logé à l'intérieur du fuselage.

Abondamment défendue par une demi-douzaine de postes de tir judicieusement répartis, cette véritable « forteresse volante » doit pouvoir porter 2 tonnes de bombes sur un objectif situé à 2 000 km de sa base à une vitesse maximum de 500 km/h à 8 000 m.

Comme on le voit à cette simple énumération, les études de prototypes ne chôment pas. Il faudrait, toutefois, pour être complet, ajouter à cette liste un hydravion quadrimoteur « M.-34 » en cours de montage dans les ateliers de l'« usine expérimentale » de « Tsagui », un autre hydravion, l'*Ar.-R.-3*, bimoteur Wright « Cyclone » destiné aux lignes arctiques, un monoplace de chasse à moteur Gnome et Rhône « K.-14 », biplan, d'une formule nouvelle et séduisante, étudié à Gorki, un biplace de bombardement à moteur Wright « Cyclone » dérivé du *K.A.I.-1*, un moteur de chasse *Z.K.B.I.-9*, etc.

L'aviation légère s'est également enrichie récemment de plusieurs intéressants prototypes, tels le *A. I. R.-12* de l'excellent constructeur Iakovlev, et le biplace de tourisme

entièrement construit en alliage « électron » établi par un groupe de jeunes ingénieurs de l'Institut aéronautique de Moscou.

Que vaut l'aviation soviétique ?

Le développement de l'aviation soviétique profite des conditions propres à l'Etat socialiste, autoritaire et totalitaire : nationalisation intégrale des moyens de production, unité de direction, volonté mystique de vaincre, jointes aux avantages d'une situation géographique qui met la plupart des entreprises de l'industrie soviétique à l'abri des raids ennemis.

Libérés des soucis budgétaires habituels à nos législateurs, les dirigeants bolcheviks ont pu créer rapidement une industrie aéronautique moderne concentrée dans de gigantesques établissements autonomes.

Grâce à des moyens illimités, grâce également à la rapidité de conception résultant de l'unité de direction et à la ponctualité de l'exécution corollaire de la discipline bolchevique, ils auront pu constituer en quelques années une force aérienne techniquement égale à celle des autres pays d'Europe, mais avantagée par la supériorité de la capacité théorique d'une industrie bien adaptée aux besoins d'une production intensive.

L'aviation militaire, qui sera bientôt dotée d'appareils équivalents à ceux de l'étranger, mais plus nombreux que partout ailleurs, est continuellement modernisée par l'appoint de matériels nouveaux de première classe produits plus vite et en plus grand nombre que dans n'importe quel autre pays.

Sacrifiée jusqu'ici aux besoins de la défense nationale, l'aéronautique marchande est en retard sur l'aviation militaire, et l'avion ne rend pas en Russie tous les services qu'il est à même de rendre dans un pays aussi vaste et aussi dépourvu de moyens de communications.

L'exécution correcte du programme des constructions neuves des Forces aériennes a partiellement soulagé l'industrie aéronautique, qui a récemment sorti plusieurs prototypes commerciaux très intéressants.

L'aviation populaire, qui a profondément développé parmi les jeunes le « sens de l'air », a créé une mystique inconnue ailleurs et constitue une réserve nombreuse bien entraînée, rapidement utilisable.

Nul doute que si la situation intérieure s'améliore, l'aviation soviétique ne poursuive et n'amplifie ses progrès actuels.

A. LAVILLE.

UN GRAND SAVANT ET UN GRAND RÉALISATEUR : HENRY LE CHATELIER

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

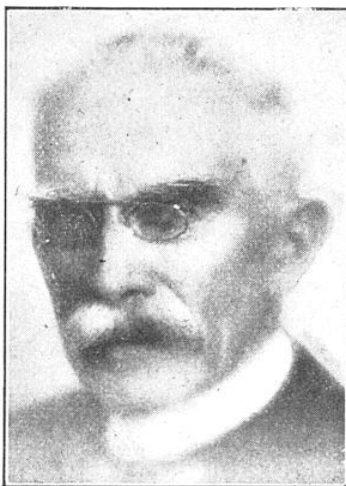
Le programme auquel La Science et la Vie s'est attachée depuis un quart de siècle est précisément celui auquel Henry Le Chatelier a consacré une longue et féconde carrière : que d'autres fassent de la Science pour la Science, comme on fait de l'Art pour l'Art, libre à eux ; mais lui voulait que la Science, après s'être développée en toute sérénité au laboratoire, se penchât vers la vie, à la fois pour l'ennoblir et pour la féconder. Sans relâche, il a appliqué sa haute intelligence à rendre plus intime la liaison entre la Science et l'Industrie. C'est ainsi que l'énoncé des lois expérimentales de rayonnement du « corps noir » (1) lui permit d'établir un pyromètre optique, encore en usage dans les industries métallurgiques et céramiques, dont la bonne marche est conditionnée par la mesure des hautes températures. De même, il révéla, d'après l'étude des équilibres chimiques, l'intérêt des pressions élevées pour la synthèse de l'ammoniaque. Mais ce qui a fait l'originalité du haut esprit de Le Chatelier, c'est l'œuvre d'organisation scientifique de la production industrielle dont il a exposé et justifié les principes, à maintes reprises, en montrant le rôle du laboratoire et du bureau d'études. A la même époque, Taylor élaborait en Amérique le système qui porte son nom, et, dès 1906, Le Chatelier, convaincu, s'efforça de le faire apprécier de nos industriels. C'est pour cela que notre revue se doit de rendre hommage à celui qui vient de disparaître, mais dont les œuvres restent, et dont l'esprit, espérons-le, demeurera agissant, assurant — plus étroitement encore — l'interpénétration du Laboratoire et de l'Usine.

LES grandes étapes de la vie de Henry Le Chatelier ont été rappelées à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 21 septembre dernier, par M. Louis Bouvier ; on nous permettra de reproduire ici quelques lignes de son discours :

« Le grand savant qui a été justement appelé le maître de la chimie industrielle s'est doucement éteint, à Miribel-les-Echelles (Isère), après une verte vieillesse qui le laissa tel que nous le voyions ici, en juillet dernier, droit, fin, souriant et amène, comme l'a représenté Lamourdedieu dans la médaille offerte en 1922 à notre confrère à l'occasion de son cinquantième scientifique. Henry Le Chatelier naquit, en 1850, dans une famille où l'on avait, des deux côtés, le culte et la pratique des choses de science ; par son

père, qui inventa le procédé Martin pour la fabrication de l'acier, il entra en contact avec Sainte-Claire-Deville ; par son grand-père, collaborateur de Vicat, il devait s'intéresser au problème des ciments. Entré le

premier à l'Ecole Polytechnique, en 1869, il passait ensuite par l'Ecole des Mines et très vite, en 1877, revenait dans cette maison pour y professer la chimie. Sa carrière fut, dès lors, particulièrement rapide ; après un séjour au Collège de France, en 1907, il remplaçait à la Sorbonne l'illustre Moissan, qu'il devait, peu après, remplacer à l'Institut... Sa carrière fut heureuse, grâce à sa haute valeur, mais non sans choes administratifs, car il avait un culte pour la loi, dès lors pour la discipline qui est, disait-il, le respect volontaire de la loi ; il était la droiture même, et sut, en-



HENRY LE CHATELIER
(1850-1936)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 135.

vers et contre tous, appliquer ces principes. »

De cette indépendance d'esprit, Le Chatelier lui-même a cité un exemple : « Au début de ma carrière, écrit-il, je fus brutalement évincé de l'enseignement de l'Ecole polytechnique, et tout mon avenir scientifique faillit être brisé pour avoir manifesté quelques doutes au sujet de l'inséparabilité de l'atome et de l'indestructibilité de ses crochets ; la foi dans ces hypothèses était alors à la base de toute science chimique ; Wurtz l'avait déclaré, et il disposait de toutes les places de professeur. »

Tel était l'homme.
Résumons l'œuvre.

Le savant

Par ses origines, par les travaux auxquels il était associé, Henry Le Chatelier était naturellement poussé vers l'étude des grands problèmes techniques qui se posent à l'industrie moderne ; mais il savait qu'avant de les résoudre à l'usine, il fallait les étudier au laboratoire ; c'est ce qui explique l'abondance et, en même temps, la diversité de sa production scientifique ; qu'il s'agit du dosage du carbone, de l'analyse des ciments, de la trempe des aciers, de la combustion des mélanges gazeux, de l'étude métallographique des métaux et des alliages, de la mesure des hautes températures, il commençait par se dégager de toute considération utilitaire pour établir les faits, en tirer les lois qu'ils comportent, et réaliser les appareils de mesure appropriés.

C'est ainsi qu'il agit pour la mesure des hautes températures ; celles-ci conditionnent la bonne marche des opérations dans l'industrie métallurgique, dans la fabrication des verres, des porcelaines et des faïences, où une différence de 20° suffit souvent pour donner d'irréremédiables mécomptes. Or, ces températures n'étaient appréciées jusqu'alors que visuellement, d'après l'éclat et la coloration des fours, par des ouvriers ou des contremaîtres ayant acquis une longue pratique de ces opérations, Henry Le Chatelier

se trouva donc amené à perfectionner ces procédés sommaires, et il le fit en établissant d'abord les lois expérimentales de rayonnement du corps noir ; ses expériences, qui sont restées classiques, furent effectuées à la fin du siècle dernier, c'est-à-dire à une époque où les lois du rayonnement étaient encore mal connues ; elles lui permirent d'établir un *pyromètre optique*, qui est encore en usage, et dont les appareils plus modernes ont respecté le principe, car ils utilisent toujours la lumière rouge filtrée par un verre absorbant, c'est-à-dire qu'ils opèrent, non

sur l'ensemble des radiations émises, mais sur un rayonnement monochromatique.

C'est encore pour préciser le sens de certaines opérations chimiques industrielles que Le Chatelier fut amené à se préoccuper des conditions générales de l'équilibre, tant physique que chimique. Gibbs avait déjà, par une intuition géniale, énoncé la fameuse « règle des phases » qui fait dépendre cet équilibre d'un certain nombre de facteurs : température, pression, nombre des constituants indé-

pendants. Mais qu'arrive-t-il lorsqu'un de ces facteurs est modifié, et dans quel sens l'équilibre se trouve-t-il déplacé ? En réfléchissant aux divers exemples qui nous sont présentés par la physique et par la chimie, et en procédant par généralisation, Le Chatelier était parvenu à l'énoncé suivant : « Toute variation dans l'un des facteurs de l'équilibre tend à modifier cet équilibre dans un sens tel qu'il en résulte une variation de sens contraire du facteur considéré. » Eclairons cet énoncé par quelques exemples. Si on comprime un mélange d'eau et de glace, en équilibre à zéro degré et sous la pression ordinaire, la glace fondra parce que cette fusion entraîne une diminution de volume et, par suite, une décompression. Si on comprimait de même de la paraffine à moitié fondue, il se produirait, au contraire, une solidification, parce que ce changement d'état s'accompagne d'une diminution de

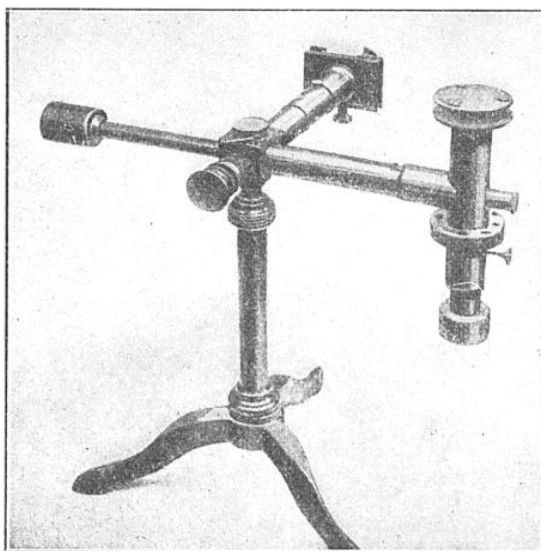
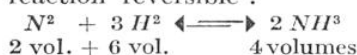


FIG. 1. — LE PYROMÈTRE OPTIQUE INVENTÉ
PAR HENRY LE CHATELIER

volume, donc d'une décompression.

Mêmes constatations pour les changements de température, à pression constante : en chauffant le mélange d'eau et de glace, ou celui de paraffine solide et liquide, il se produira, dans l'un et l'autre cas, une fusion, parce que la chaleur absorbée a pour effet d'abaisser la température.

Partant de ces prémisses, l'attention de Le Chatelier s'était portée spécialement sur les réactions chimiques qui s'effectuent, en milieu gazeux ou vaporisé, avec une notable variation de volume ; tel est le cas, particulièrement, pour la synthèse de l'ammoniaque ; on savait, en effet, depuis longtemps, que l'azote et l'hydrogène, mis en contact, s'unissent directement pour donner du gaz ammoniac, et qu'inversement ce composé se dissocie en ses deux éléments, l'équilibre final résultant de ces deux réactions antagonistes ; autrement dit, on est en présence d'une réaction réversible :



La contraction est donc de moitié (4 volumes au lieu de 8), lorsque les gaz élémentaires se combinent. Par suite, l'état d'équilibre qui s'établit, à une température donnée, entre ces deux réactions inverses, se trouvera modifié si on accroît la pression, et il se modifiera dans le sens qui correspond à une diminution de volume, c'est-à-dire que la proportion d'ammoniaque formée ira en augmentant. C'est, en effet, ce qui arrive, comme nous le montre le tableau ci-après, relatif à la température, maintenue fixe, de 530 degrés :

Pression en atm...	200	400	600	800	1 000
% en NH_3	8	17	25	34	42

Il y a donc intérêt à effectuer la synthèse de l'ammoniaque sous pression. A la suite de ces études théoriques, Le Chatelier prit un brevet qui en appliquait les principes ; mais, faute des concours nécessaires, il fut dépassé par le chimiste allemand Haber, qui établit, à Oppau, l'usine gigantesque à laquelle l'Allemagne a dû de pouvoir se procurer, pendant la guerre, les composés ammoniacaux nécessaires à la fabrication des explosifs. Et on sait aussi que, chez nous, M. Georges Claude, poussant plus loin que Haber dans les voies de la compression, est

parvenu à réaliser cette synthèse dans des conditions encore plus favorables.

A l'occasion de ces principes généraux, la catalyse posait un problème délicat, qui attira également l'attention de Le Chatelier. Nous ignorons encore le mode d'action des catalyseurs, et il en existe tant de variétés, depuis les métaux pulvérisés ou colloïdaux jusqu'aux diastases, qu'il est peu probable qu'une seule explication convienne à tous ; leur caractère commun est d'agir par faibles quantités, généralement par leur surface plus que par leur masse, et de se retrouver inaltérés à la fin de la réaction qu'ils ont favorisée. Dès lors, la question se

pose de savoir si le catalyseur est, ou non, un des facteurs de l'équilibre qui s'établit. La réponse de Le Chatelier fut négative et s'est trouvée confirmée par tout ce que nous avons appris en physico-chimie. Le catalyseur agit, soit pour rompre des équilibres instables, soit pour accélérer des réactions trop lentes ; il opère à la manière du lubrifiant dans une machine pour diminuer les frottements et, pour un même effort de la machine, accroître la vitesse, et c'est pour cela que son action dépend de sa surface plus que de sa masse ; mais, comme le graissage ne saurait modifier l'équilibre des

forces ni, moins encore, renverser le sens de la marche, de même le catalyseur est incapable d'agir sur les conditions d'équilibre physico-chimique d'un système, et ne peut renverser le sens d'une réaction.

L'organisateur

La collaboration de Le Chatelier à la science universelle mérite, assurément, notre admiration reconnaissante. Mais ce qui a fait l'originalité de ce haut esprit, c'est l'œuvre d'organisation scientifique dont il a exposé et justifié les principes dans de nombreuses publications, entre lesquelles on peut citer : *La Réforme de l'Enseignement secondaire* ; *Science et Industrie* ; *Organisation scientifique*, etc.

Le Chatelier était poussé dans cette direction par son amour de l'ordre et par son clairvoyant patriotisme ; il avait trop souvent constaté l'infériorité lamentable de notre pays, qui compte tant de génies créa-



F.-W. TAYLOR

teurs, dans l'ordre des réalisations pratiques ; alors qu'à l'étranger, en Allemagne, au Danemark, aux Etats-Unis, il avait constaté l'étroite association de la Science et de l'Industrie, il constatait qu'en France, les techniques les plus délicates étaient confiées à des praticiens peu instruits, parfois même (et c'était ce qui le choquait le plus) à des ingénieurs qui avaient perdu la foi dans la science et qui renonçaient à se tenir au courant de ses progrès ; les chefs d'industrie eux-mêmes les poussaient dans cette voie, soit par d'irréalisables exigences, soit par un dédain absolu.

C'est pour remonter la pente et corriger cette infirmité nationale que Le Chatelier a poursuivi sa croisade ; mais il reste bien entendu que les méthodes de travail qu'il préconise gardent une valeur universelle. Il avait fait sien le fameux principe énoncé par Descartes dans son *Discours de la Méthode* : « Diviser chaque difficulté en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre ; faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales, qu'on soit assuré de ne rien omettre. »

Tout travail, qu'il soit scientifique ou industriel, devra débiter par cette analyse ; il comprendra successivement :

Le choix du but à atteindre, qui doit être unique, précis, restreint et utile ;

L'étude des moyens de travail à employer pour atteindre ce but ;

La préparation de ces moyens ;

L'exécution du travail ;

Enfin, le contrôle et l'utilisation des résultats obtenus.

Mais, comme il visait à faire l'éducation des industriels plus que celle des savants, il n'hésitait pas à marquer les différences

nécessaires entre les deux ordres de recherche : « Le but de toute recherche scientifique est d'arriver à découvrir des relations entre les phénomènes, c'est-à-dire des lois. C'est bien là aussi le rôle du laboratoire dans l'industrie ; mais entre les recherches de la science pure et les recherches industrielles, il y a une différence essentielle : les premières ne se préoccupent que des lois les plus générales et les plus simples reliant deux ou trois variables au plus ; dans les laboratoires d'usine, au contraire, on s'attaque à des cas

particuliers déterminés, dépendant d'un nombre énorme de variables, parfois plus d'une douzaine. La détermination des lois demandées aux laboratoires d'usine vise en général un des quatre cas suivants : 1^o diminuer tel déchet de fabrication ; 2^o diminuer le prix de revient d'un produit donné ; 3^o améliorer la qualité d'un produit ; 4^o reproduire une marchandise déjà livrée par des concurrents... La véritable méthode

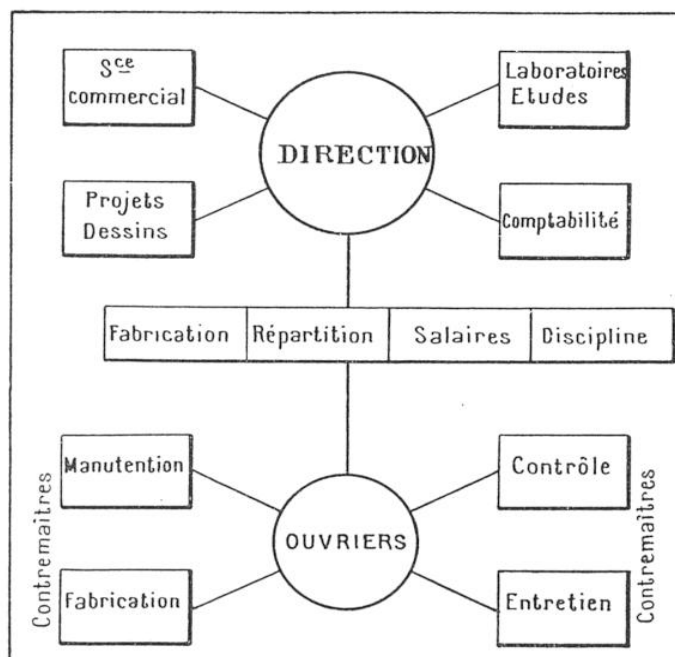


FIG. 2. — L'ORGANISATION DU TRAVAIL DANS UNE USINE TRAVAILLANT D'APRÈS LE SYSTÈME TAYLOR

expérimentale consiste à savoir tout mesurer avec le minimum de dépense, en employant un nombre restreint d'appareils ; un laboratoire d'usine ne peut être un musée universel d'instruments de physique ; on ne doit lui demander, en dehors des machines d'essais relatives à la spécialité de l'usine, que des appareils très simples, d'un usage tout à fait général. »

Cet effort, poursuivi avec une souveraine autorité pendant un quart de siècle, n'a pas été perdu pour notre pays ; si la crise actuelle en masque les effets, il n'est pas moins vrai que des progrès considérables ont été réalisés, grâce à Henry Le Chatelier, dans la pénétration des méthodes scientifiques ; la création de laboratoires d'essais, magnifiquement outillés, tel celui du bâtiment et des travaux

publics auquel cette revue a consacré récemment un article (1), permet aux industriels de faire effectuer les essais et les recherches qu'exige leur spécialité ; les grandes firmes industrielles entretiennent d'ailleurs des laboratoires pour leur usage personnel ; enfin, les principales fabrications sont aujourd'hui garanties par des épreuves sévères, de telle sorte que l'acheteur est exactement renseigné sur leur qualité.

Mais il reste encore une amélioration à réaliser, sur laquelle Le Chatelier a souvent et vainement insisté : alors qu'en Allemagne et aux Etats-Unis les grandes firmes industrielles se communiquent généreusement les résultats obtenus par chacune d'elles, en France règne encore, trop souvent, un esprit de méfiance et de cachotterie qui est grandement nuisible au progrès national.

Enfin, la pratique des méthodes scientifiques ne s'est pas encore étendue aux petits ateliers artisanaux, ni surtout à l'agriculture, et c'est dans cette direction que la croisade menée par Le Chatelier a besoin, maintenant, d'être poursuivie.

Le système Taylor

Pendant que notre compatriote indiquait avec clarté la voie à suivre, des expériences se poursuivaient aux Etats-Unis dans une direction parallèle ; leur promoteur était un grand ingénieur américain, Frederic-Winslow Taylor, esprit extraordinairement avisé, parfois même subtil, qui s'est rendu justement célèbre dans l'histoire du progrès industriel par trois œuvres capitales : la découverte des aciers à coupe rapide, l'établissement des règles pour le travail des métaux, les principes d'organisation scientifique des usines. Dans ses recherches, Taylor appliquait les idées chères à Le Chatelier, et d'abord le principe de division ; c'est ainsi que, pour déterminer les conditions les plus économiques du travail des métaux, c'est-à-dire le prix de revient du kilogramme de copeaux enlevés, il étudie séparément l'action des douze facteurs qui entrent dans la détermination de ce prix.

Taylor avait poussé très avant l'étude des problèmes relatifs à l'organisation scien-

tifique des usines, et il avait énoncé des règles applicables aux grandes usines ; allant plus loin, il avait osé aborder un problème plus délicat, qui est le travail de l'ouvrier ; par la mise en pratique régulière du chronométrage, il avait déterminé, pour chaque espèce de travail, les gestes qui, le plus rapidement et avec la moindre fatigue, conduisaient à l'accomplissement de la tâche considérée.

De ces enseignements du maître, poursuivis et développés par ses collaborateurs et ses élèves, est sorti le « système Taylor », qui s'est rapidement développé dans les usines américaines. Mais les doctrines de Taylor étaient parfaitement inconnues en France, et même en Europe, lorsque Le Chatelier en eut, vers 1906, la révélation ; aussitôt, il s'enthousiasma pour elles et s'efforça de les faire connaître à nos industriels ; non content de publier, en traduction française, les mémoires relatifs à l'organisation du travail, il les entoura de commentaires dans lesquels il s'efforçait, non seulement de les justifier, mais encore d'adapter ces règles, un peu strictes et mécaniques, au tempérament et aux habitudes de l'ouvrier français, dont la mentalité diffère de celle de l'ouvrier américain. Grâce à sa propagande, il se créa chez nous des ingénieurs spécialistes chargés de « tayloriser » les usines, c'est-à-dire d'y organiser méthodiquement la fabrication. Cette modernisation des conditions du travail ne rencontrait, en principe, aucune opposition, tant ses avantages étaient évidents ; mais on eut fort à faire pour convaincre l'ouvrier qu'il pouvait, avec moins de peine et de temps, accomplir sa tâche, et que l'application des règles strictes posées par Taylor ne servait pas seulement à accroître les bénéfices du patron, mais encore à procurer au travailleur un accroissement de loisirs et de salaires ; à vrai dire, je ne crois pas qu'on y soit parvenu.

Tel fut, au résumé, l'œuvre du grand savant, du grand ingénieur que la France vient de perdre ; comme toute sa vie fut imprégnée de bonté et de justice, aux regrets de l'esprit doit se joindre la reconnaissance du cœur.

L. HOULLEVIGUE.

Depuis que l'Angleterre a abandonné le gold-standard, en 1931, elle a démontré aisément qu'il était possible de dévaluer une monnaie de 40 % sans provoquer ni l'inflation, ni la hausse des prix. Au contraire, la France a, de son côté, prouvé, hélas ! que l'on pouvait subir l'inflation et la hausse des prix tout en conservant une monnaie convertible en or et finalement aboutir à la dévaluation de sa monnaie.

COMMENT LA SCIENCE DU XX^e SIÈCLE CONÇOIT L'ATOME MATÉRIEL ET LES RAYONNEMENTS

Par Jules LEMOINE

PROFESSEUR HONORAIRE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

L'atome n'est plus considéré aujourd'hui comme le constituant ultime de la matière, le « grain insécable » qui suffisait encore aux chimistes il y a vingt ou trente ans. Les physiciens modernes en ont fait un système mécanique, à la fois matériel par le noyau, électrique par les électrons, dynamique par le mouvement planétaire qui anime les électrons autour du noyau. L'analogie entre cette représentation et la constitution du monde solaire, avec les planètes en rotation autour du Soleil, est cependant plus apparente que réelle. Le système planétaire à l'échelle atomique a une vie plus agitée, ses planètes sont moins fidèles et son noyau subit des catastrophes que le soleil ignore. Mais cette image très simple, encore fort éloignée sans doute de la réalité, s'adapte néanmoins d'une manière remarquable aux nombreux phénomènes découverts depuis le début du XX^e siècle et qui ont ouvert, dans la physique nouvelle, un chapitre inattendu que l'on pourrait intituler : l'électricité du rayonnement. On y rencontre, en particulier, la luminescence des gaz raréfiés (1), les rayons cathodiques (2), les rayons positifs (3), les rayons X (4), l'émission photoélectrique (5), la radioactivité naturelle et artificielle (6), la désintégration de la matière (7), les rayons cosmiques (8), etc. Notre éminent collaborateur, M. J. Lemoine, présente ci-dessous une revue synthétique de ces conquêtes les plus récentes de la physique atomique, mettant ainsi en évidence l'effort considérable fourni par les laboratoires de tous les pays du monde, effort dont l'industrie a déjà su tirer des bénéfices appréciables sur le plan des réalisations d'ordre pratique, en attendant celles que l'avenir lui réserve encore.

L'image actuelle de l'atome: noyau et électrons

D'UNE manière tout à fait schématique, l'image que nous nous faisons aujourd'hui de l'atome est la suivante : au centre, le noyau O contenant toute la matière est électrisé positivement. Des électrons, grains d'électricité négative, tous identiques entre eux, décrivent des circonférences autour du noyau central comme font les planètes autour du Soleil. Le mouvement de l'électron E , par exemple, est déterminé par la condition que la force centrifuge équilibre l'attraction électrique du noyau. Ainsi, l'atome d'argon (fig. 1) possède un noyau de masse 40 (40 fois la masse

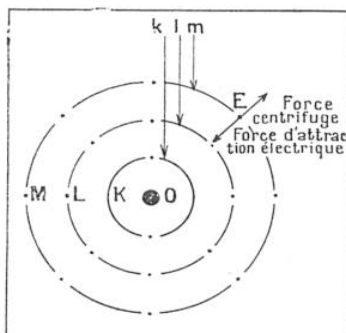


FIG. 1. — REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE D'UN ATOME D'ARGON

Les orbites K, L, M..., correspondent à des niveaux d'énergie décroissants.

atomique de l'hydrogène). Les électrons ont tous la même charge électrique — e . Deux tournent sur une circonférence K de petit rayon, 8 sur une circonférence L de plus grand rayon, 8 sur une circonférence M de rayon encore plus grand. La charge de l'ensemble des électrons, — $18e$, est égale et de signe contraire à la charge $+18e$ du noyau, de sorte que la charge totale de l'atome est algébriquement nulle. L'atome entier est neutre.

Cependant, il peut arriver qu'un atome perde un électron (ou plusieurs) et il devient un ion^+ . Si, au contraire, il arrive qu'il gagne un électron (ou plusieurs), il devient dans ce cas un ion^- .

Si le noyau gagne ou perd de la matière,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 115, page 13.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 200, page 106.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 143, page 349.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 265.

(6) Voir *La Science et la Vie*, n° 208, page 281.

(7) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 190.

(8) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 183.

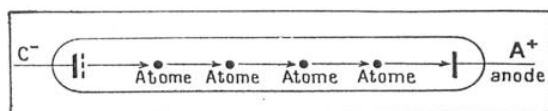


FIG. 2. — UNE AVALANCHE D'ÉLECTRONS DANS UN TUBE LUMINESCENT

l'atome devient un autre élément, de sorte que la masse du noyau caractérise l'élément. Elle est la *masse atomique*, car les électrons ont une masse négligeable.

Supposons qu'un électron vienne de l'infini, où le potentiel que produit le noyau O est nul jusqu'à la couche M , où le potentiel dû au noyau O a une certaine valeur. Le travail développé dans ce déplacement est le produit de la charge de l'électron par le potentiel atteint. On donne à ce travail, mesuré ainsi en électrons-volts, le nom de *niveau d'énergie m* sur la couche M . Les niveaux d'énergie m, l, k , sur les couches M, L, K , vont en croissant. On dit que les électrons des couches extérieures telles que M (niveau faible) sont *mous*, tandis que ceux des couches intérieures telles que K (niveau fort) sont *durs*. Il faut, réciproquement, un travail faible pour détacher de l'atome un électron mou, et un travail considérable pour détacher un électron dur. Ces travaux pourront varier, par exemple, de quelques électrons-volts à quelques millions. Les électrons des couches périphériques, attachés faiblement par l'attraction du noyau, peuvent facilement se détacher de l'atome et deviennent alors des *électrons libres*.

La luminescence des gaz raréfiés

On l'observe particulièrement dans les tubes des affiches lumineuses avec le rouge-orangé du néon, le vert de la vapeur du mercure, le jaune de la vapeur du sodium... La cathode C^- et l'anode A^+ présentant une différence de potentiel de l'ordre de 1 000 volts, chaque électron libre est chassé par

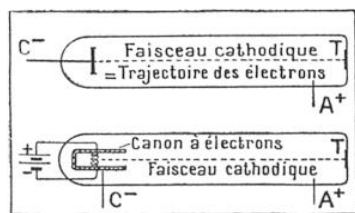


FIG. 3. — DEUX TUBES A RAYONS CATHODIQUES : EN HAUT, A CATHODE FROIDE ; EN BAS, A CATHODE PORTÉE A L'INCANDESCENCE

C^- , attiré par A^+ et prend un mouvement accéléré. Dans ce mouvement rapide, il peut rencontrer brusquement un atome qui l'arrête dans sa course. Il en expulse un autre électron

qui part, à son tour, dans le même sens et auquel le même accident arrive bientôt. D'où une avalanche d'électrons produisant le courant électronique de C^- vers A^+ . C'est une course d'obstacles avec relais.

L'énergie de la chute des électrons sur les orbites des atomes provoque à froid une émission de la lumière, et on suppose essentiellement que la fréquence du rayonnement émis est proportionnelle à l'énergie ainsi dépensée. Par exemple, les énergies m, l, k pourront donner respectivement de la lumière visible, de l'ultraviolet, des rayons X.

Cette lumière est *colorée* parce que les valeurs m, l, k , variant d'une façon discontinue, sont en nombre limité, et constituent des *quanta d'énergie* distincts auxquels correspondent des lumières simples distinctes que l'analyse spectrale nous montre sous forme de raies brillantes.

Il n'est pas indifférent, au point de vue technique, d'avoir pu percer ces secrets du mécanisme des tubes luminescents.

Les rayons cathodiques

Les rayons cathodiques sont, dans un tube à vide plus poussé, les trajectoires rectilignes des électrons négatifs projetés par la cathode C^- portée à un

potentiel élevé. Si ce potentiel, d'ailleurs négatif, est de 10 000 volts, l'énergie de l'électron est de 10 000 électrons-volts. Elle est 10 fois

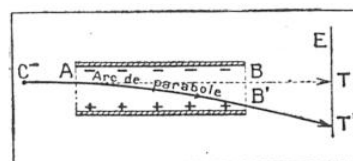


FIG. 4. — COURBURE D'UN FAISCEAU CATHODIQUE DANS UN CHAMP ÉLECTRIQUE

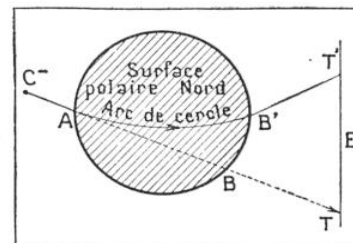


FIG. 5. — COURBURE D'UN FAISCEAU CATHODIQUE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE

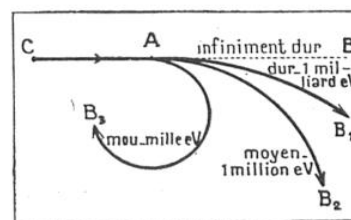


FIG. 6. — RAYONS MOU, MOYEN ET DUR COURBÉS EN ARCS DE CERCLE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE

plus grande pour 100 000 volts. Cette énergie électrique se transforme en force vive.

La charge e des électrons a pu être mesurée (1). On a même déterminé la masse m des électrons et leur vitesse v , d'où leur force vive $1/2 mv^2$. Pour cela, on a courbé les trajectoires $CABT$ des électrons par un champ électrostatique connu ou par un champ magnétique connu, en utilisant les dispositifs que représentent les figures 4 et 5. La tache T observée sur l'écran E vient de T en T' et on mesure son déplacement. Le calcul nous apprend alors que la masse de l'électron est égale à la 1 850^e partie de la masse atomique de l'hydrogène et que sa vitesse, qui dépend de la chute de potentiel, peut s'approcher de la vitesse de la lumière. On peut aussi en déduire l'énergie du corpuscule exprimée en électrons-volts.

La figure 6 est une application de la méthode des courbures à la mesure des énergies allant, pour un rayonnement, de 1 000 à 1 million, à 1 milliard... d'électrons-volts. On peut dire que l'on mesure l'énergie d'un électron en mouvement d'une façon qui rappelle la mesure de la force élastique d'une barre d'acier en la courbant par une force connue.

Les rayons positifs

Les rayons positifs sont les trajectoires des ions⁺ qui se produisent dans les tubes précédents. L'atome K du gaz raréfié restant, recevant le choc d'un électron violemment lancé par la cathode, perd un électron et devient un ion K^+ . Il se précipite vers C^- , qui, en général, l'arrête brusquement. Cependant (fig. 7), si un canal convenablement orienté se trouve creusé dans C , il peut arriver que K^+ réussisse à s'engager dans ce canal et à continuer sa course à gauche de C . D'où un faisceau matériel positif $KABT$ déterminant une tache T sur le fond du tube. En déviant ces projectiles par un champ

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 149, page 369.

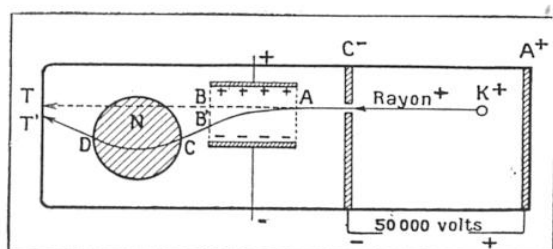


FIG. 7. — LES RAYONS POSITIFS SONT COURBÉS PAR UN CHAMP ÉLECTRIQUE ET PAR UN CHAMP MAGNÉTIQUE

électrostatique et un champ magnétique, qui amènent la tache en T' , on trouve une mesure de la masse de l'atome. C'est ainsi que l'on a obtenu $Cl = 35$, $Cl = 37$, $O = 15$, $O = 17$, $H = 1$, $H = 2$...

Les rayons X

Les rayons X sont les trajectoires des photons expulsés par le choc des électrons rapides sur les couches profondes K des atomes de l'anticathode. La figure 8, très schématisée, montre la trajectoire des électrons projetés, très rapides parce que la tension est, par exemple, de 100 000 volts.

Cette énergie de 100 000 eV par électron permet à celui-ci d'aller se fixer sur la couche profonde K des atomes de l'anticathode. L'arrêt brusque de chaque électron provoque l'émission d'un grain de lumière que l'on appelle un photon. Les trajectoires des photons ainsi émis sont les rayons X, rayons de lumière invisibles parce que leur longueur d'onde est voisine du 10 000^e de micron. L'équation fondamentale de la production des rayons X s'écrit : Énergie de l'électron arrêté = Quantum du photon émis.

Quand on passe de 100 volts à 1 million de volts, la longueur d'onde obtenue, exprimée en 10 000^e de micron, va de 100 à 0,01. Les rayons sont très mous, sans pouvoir pénétrant, quand la longueur d'onde est 100. Ils sont très durs, traversent plusieurs millimètres de plomb et plusieurs centimètres d'acier quand la longueur d'onde est 0,01.

Ionisation par les rayons X. — Quand les rayons X traversent le gaz d'une chambre d'ionisation, il arrive que l'électron d'un atome soit chassé par choc et aille se porter sur un atome voisin. D'où la production d'une paire d'ions (fig. 9). Dans la chambre d'ionisation, entre les armatures d'un condensateur, l'ion A^+ se porte sur l'armature⁻, tandis que l'ion A^- se porte sur l'armature⁺. L'électroscope E se décharge avec une vitesse qui mesure l'intensité du courant d'ionisation.

Photographie des rayons X à la chambre humide. — L'air saturé de vapeur d'eau étant enfermé dans une boîte circulaire plate (fig. 10), entre la glace G et le piston P on produit une détente soudaine en abaissant

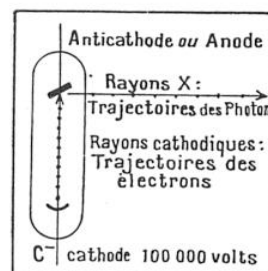


FIG. 8. — COMMENT LES ÉLECTRONS EXPULSENT DES PHOTONS (RAYONS X)

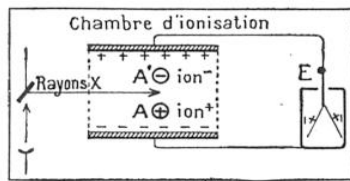


FIG. 9. — LE CHOC DES RAYONS X A PRODUIT UNE PAIRE D'IONS : L'UN POSITIF, A^+ ; L'AUTRE NÉGATIF, A^-

brusquement P , de sorte que la vapeur se trouve sursaturée. Si les rayons X traversent précisément la chambre à cet instant, les ions produits ont la propriété de provoquer la condensation de la vapeur sursaturée, et les trajectoires blanches, éclairées par une lampe, peuvent être photographiées. Cette même méthode s'appliquera aussi aux rayons électrisés (rayons du radium, rayons cosmiques...)

Rappelons encore que si l'on voit, dans les tubes à rayons X, les électrons cathodiques expulser les photons de l'anticathode, la cellule photoélectrique, au contraire, utilise le choc des photons projetés par la source lumineuse pour expulser les électrons de la surface métallique tapissant l'intérieur de la cellule (1). L'énergie de chaque photon incident devient l'énergie de l'électron expulsé. Présentée sous ce point de vue, la cellule photoélectrique, bien connue de nos lecteurs, devient l'inverse du tube à rayons X, mais elle ne réclame pas des tensions aussi élevées.

La radioactivité

Nous rappellerons de même le phénomène fondamental de la radioactivité en choisissant comme exemple le radium. Il émet spontanément, sans qu'on puisse le supprimer ou l'accélérer, un rayonnement qui rend fluorescents certains écrans, impressionne la plaque photographique, se trouve arrêté par quelques millimètres de plomb, produit des phénomènes d'ionisation, etc. Le rayonnement émis contient à la fois des rayons positifs, des rayons négatifs et des rayons neutres analogues aux précédents.

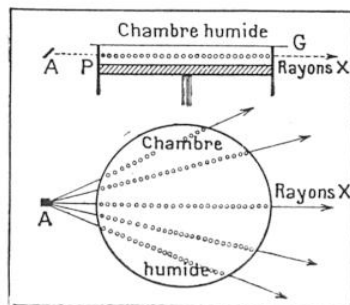


FIG. 10. — COMMENT ON PREND DES PHOTOGRAPHIES A LA CHAMBRE HUMIDE

Dans un champ électrostatique (fig. 11), le rayonnement se sé-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 265.

pare en trois faisceaux entièrement distincts :

1° Les rayons positifs α tracés par les noyaux d'hélium He^{++} projetés à la vitesse de 20 000 km/s et pouvant traverser une épaisseur d'air de 7 cm ;

2° Les rayons négatifs β tracés par les électrons e^- à la vitesse de 299 700 km/s ;

3° Les rayons neutres γ de lumière invisible, tracés par les photons de longueur d'onde égale au 10 000 000^e de micron.

L'énergie de ces rayons, déterminée par leur courbure, est de 2 500 000 électrons-volts, comme si le radium contenait une machine électrique de 2 500 000 volts.

L'atome de radium, perdant un noyau d'hélium ($He = 4$), diminue sa masse atomique de 4 unités et devient un autre élément. Cette opération peut se répéter cinq fois et aboutit finalement au plomb. L'équa-

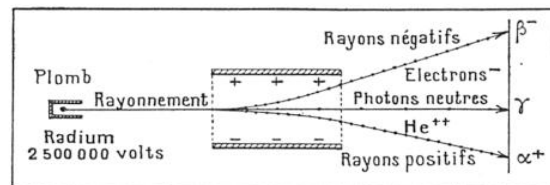
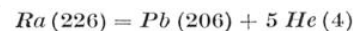


FIG. 11. — L'ANALYSE DU RAYONNEMENT DU RADIUM PAR UN CHAMP ÉLECTROSTATIQUE

tion de la désintégration définitive s'écrit donc :



L'atome n'est donc pas toujours éternel, comme les chimistes avaient cru pouvoir l'affirmer après Lavoisier. Cependant, sa modification a été spontanée, et c'est seulement dans ces dernières années qu'on a réussi à désintégrer certains autres éléments.

Désintégration artificielle de l'atome

Pour changer la nature de l'atome, enlever des électrons ne suffirait pas ; il faut faire varier la masse du noyau. On pourra bombarder l'atome avec des particules d'une grande énergie, et les plus avantageuses constituent les rayons α du radium (ou du polonium). Cette particule est l'hélium, ion He^{++} de l'hélium, dont la masse est 4 et la vitesse 20 000 km/s.

Le radium et le polonium sont les sources, inépuisables et ininterrompues, de ces particules. Le diamètre de l'atome total est celui des trajectoires périphériques, mais le diamètre du noyau est 100 000 fois plus petit, de sorte que l'atome étant une cible sur laquelle il faut faire mouche, ceci n'arrivera évidemment qu'à un très petit nombre des particules projetées.

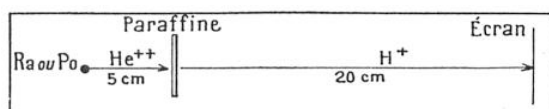


FIG. 12. — LES RAYONS α EXPULSENT LES PROTONS DE LA PARAFFINE

Bombardement d'une lame de paraffine. — Une lame mince de paraffine, carbure d'hydrogène, étant bombardée par des rayons α , des protons H^+ sont expulsés, projetés à une distance que n'atteindraient pas les rayons α , et on identifie sans difficultés ces protons.

Si on remplace la paraffine par une lame d'un métal de faible poids atomique ($Li = 7$, ou $Gl = 9$, ou $Al = 27$), on expulse encore des protons. L'unité de la matière paraît démontrée par ce fait que des protons, matière première de tous les éléments, peuvent être chassés de tous les éléments.

L'opération du bombardement peut se faire dans la chambre humide. Par exemple, la trajectoire photographiée d'une particule He^{++} à travers une atmosphère d'azote se terminera par une fourche (fig. 14). L'une des dents de la fourche, la plus longue, est reconnue comme étant celle d'un proton H^+ , et l'autre, plus courte, le noyau d'un isotope d'oxygène ayant pour masse atomique 17 :



En répétant et variant ces expériences, on a expulsé, à partir des divers noyaux, les particules désignées dans la figure 15. L'électron positif E^+ et le neutron H^0 , ou atome d'hydrogène sans électricité, sont parmi les dernières acquisitions des chercheurs. Le neutron et le proton, ainsi projetés, ont une énergie suffisante pour attaquer d'autres atomes et les désintégrer. On les a utilisés comme projectiles de bombardement à la place des rayons α .

Dans toutes ces expériences, les particules produites sont reconnues par les mesures de leur masse, de leur vitesse, de leur énergie, de la longueur de leur parcours, de leur pouvoir pénétrant, de l'épaisseur du trait de brouillard qu'ils provoquent, etc.

La figure 16 représente une désintégration dans la chambre humide provoquée par les particules chassées du glucinium. A droite, un schéma ; à gauche, la photographie réelle

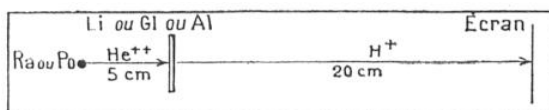


FIG. 13. — LES RAYONS α EXPULSENT LES PROTONS DES MÉTAUX LÉGERS

obtenue à la chambre humide.

Transformation de la matière en rayonnement ou du rayonnement en matière. — Un autre résultat de ces recherches a été d'assister à la disparition de la matière se transformant en énergie

rayonnante et inversement. Un gramme de matière, d'après la théorie de la Relativité, devrait disparaître en fournissant une énergie de rayonnement égale à $(3 \cdot 10^{10})^2$ ergs, $3 \cdot 10^{10}$ étant la vitesse de la lumière :

$$1 \text{ gramme} \longleftrightarrow 9 \cdot 10^{20} \text{ ergs}$$

Si l'on pouvait commander cette transformation, — mais il n'en est guère question, — le paquebot *Normandie* effectuerait un voyage Le Havre-New York aller et retour en dépensant moins de un gramme de matière. Certaines apparences des expériences s'interprètent qualitativement (fig. 16) en admettant la possibilité de ces transformations.

Radioactivité provoquée dans les éléments légers. — Une autre surprise de ces dernières années a été de constater que le rayonnement de l'atome (aluminium Al , ou glucinium Gl , ou magnésium Mg , ou bore Bo) bombardé par les rayons α du polonium ou du radium, ne cesse pas à l'instant précis où s'arrête le bombardement (M. et Mme Joliot). Ce rayonnement, formé de positrons E^+ , est mesuré à la chambre d'ionisation. Si on enlève la source S (fig. 17), on constate que l'électroscope E continue à se décharger, et cette décharge persiste pendant plusieurs heures en décroissant géométriquement en fonction du temps, comme il arrive pour le rayonnement du radium. Ainsi, pour le bore, l'inten-

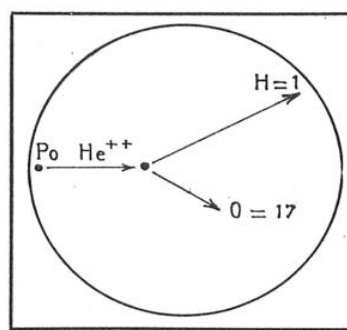


FIG. 14. — L'AZOTE N_{14} BOMBARDÉ PAR He_4 DONNE UN PROTON H_1 ET UN ATOME D'OXYGÈNE O_{17}

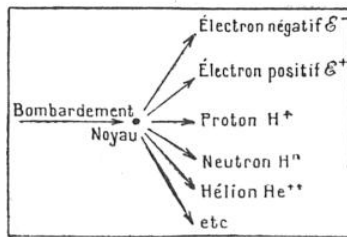


FIG. 15. — LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU NOYAU ATOMIQUE

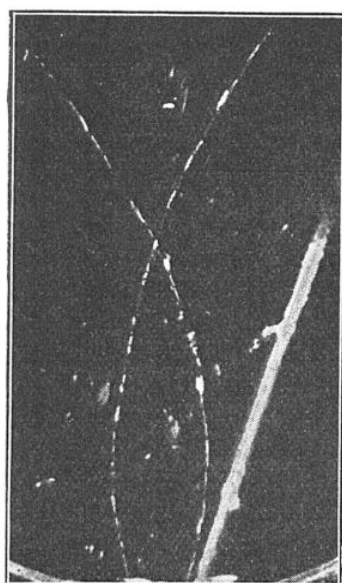
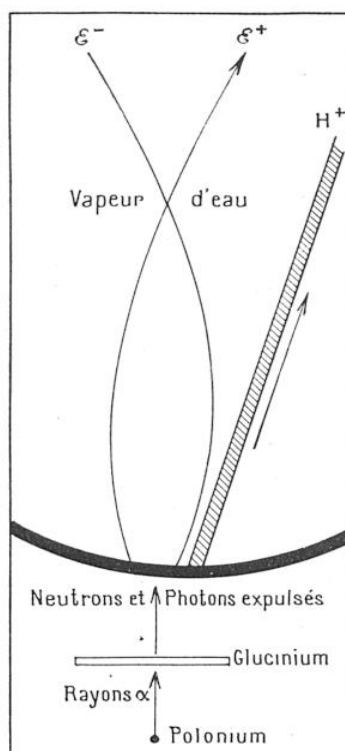


FIG. 16. — VOICI UNE PHOTOGRAPHIE DE DÉSINTÉGRATION OBTENUE DANS LA CHAMBRE HUMIDE PAR M. ET M^{me} JOLIO (A GAUCHE, PHOTOGRAPHIE RÉELLE ; A DROITE, SCHÉMA EXPLICATIF)

La grosse trajectoire blanche est celle d'un proton de la vapeur d'eau projeté par un neutron du glucinium. Les trajectoires plus fines courbées correspondent à des électrons positif et négatif de matérialisation d'un photon du glucinium.



sité du rayonnement diminue de moitié en 14 minutes, pendant que le bore se transforme en un autre élément.

On a donc réussi à créer une radiocativité durable de la matière, une instabilité particulière de l'atome bombardé devenant une sorte de radium artificiel. Ce fait nouveau est certainement très important.

Les rayons cosmiques

Les rayons cosmiques (1) sont les derniers venus dans le domaine des rayonnements, mais nous sommes préparés à les comprendre. Ils sont particulièrement à la limite du connu et de l'inconnu, à moitié expliqués, à moitié mystérieux, c'est-à-dire exactement dans la situation la plus avantageuse pour provoquer les rêves de ceux qui voudraient savoir et comprendre.

Il est incontestable qu'ils existent, incontestable aussi que leur énergie peut aller jusqu'à 10 000 fois celle des rayons X et du radium ; c'est-à-dire qu'il faut admettre, pour les expliquer, une source dont la ten-

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 183.

sion approcherait de 100 milliards de volts.

Les rayons cosmiques constituent une pluie de rayons qui tombent du ciel (?), traversent l'atmosphère, et arrivent à peu près normalement au sol sans interruption, jour et nuit, hiver et été, avec la même régularité apparente.

Les particules primitives qui constituent ces rayons sont probablement des électrons positifs E^+ et négatifs E^- , peut-être aussi des protons H^+ et des photons γ . Leur énergie, leur pouvoir pénétrant, leur pouvoir ionisant sont énormes. Ils nous arrivent transformés, au contact de la matière qu'ils rencontrent, en des rayons secondaires dans lesquels on trouvera toutes les particules étudiées précédemment, des protons, des hélium, des neutrons, des photons, des électrons...

Venus de toutes les directions de l'espace qui nous enveloppe, ils s'enroulent autour de l'axe magnétique de la Terre, du moins quand ils sont électrisés, pénètrent dans l'atmosphère qui en absorbe environ les 99/100 et arrivent à peu près normalement au sol (fig. 18). Ils sont donc centripètes et non centrifuges. On l'a établi expérimentalement, principalement par deux séries de mesures.

La première preuve est fournie par la mesure de l'ionisation aux différentes altitudes dans l'atmosphère. Le physicien Piccard, aujourd'hui connu du monde entier, s'est élevé en ballon jusqu'à une altitude voisine de 16 km, jusqu'à une pression atmos-

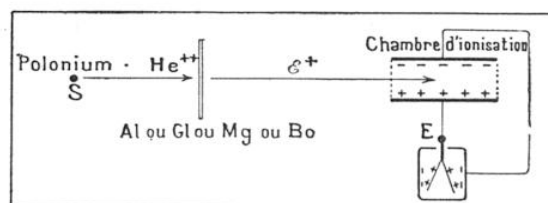


FIG. 17. — SCHÉMA DE L'EXPÉRIENCE DÉMONSTRANT LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE Si l'on éloigne la source S en polonium, l'électroscope E continue à se décharger, la lame interposée demeurant radioactive.

phérique voisine de $1/10$ de la pression normale, de sorte qu'il n'avait plus au-dessus de lui que le $1/10$ de la masse de l'atmosphère, et cette expérience, reprise plusieurs fois, a permis d'atteindre l'altitude de 22 km. On a trouvé, en mesurant le rayonnement cosmique à la chambre d'ionisation et à l'électromètre suivant la méthode classique, que le rayonnement aux hautes altitudes atteintes est 100 fois plus intense qu'au sol. Le pouvoir absorbant de l'atmosphère entière a pu ensuite être calculé. Il équivaut à celui d'une nappe d'eau de 10 m, ou d'une nappe de mercure de 76 cm, et il en résulte, d'autre part, que le rayonnement cosmique traverse certainement l'atmosphère terrestre de haut en bas.

La deuxième preuve a consisté à descendre la chambre d'ionisation dans l'eau d'un lac profond et à mesurer l'absorption subie par les rayons. L'intensité continue à décroître suivant la loi ordinaire de l'absorption, et devient inappréciable à la profondeur de 250 m. Il en résulte encore que ce rayonnement ne vient pas de l'intérieur de la Terre.

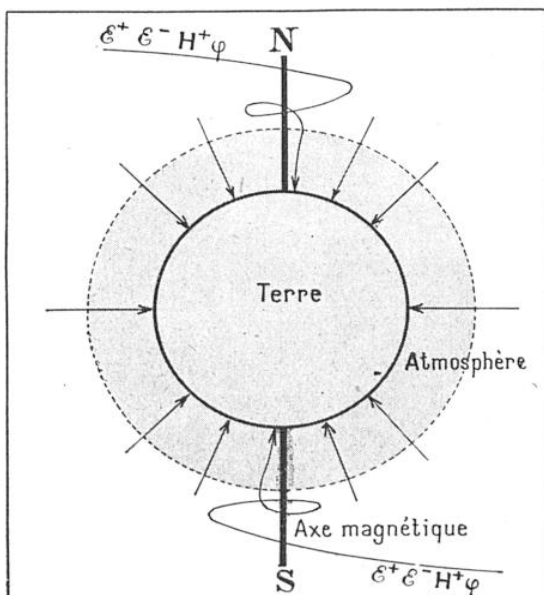


FIG. 18. — LES RAYONS COSMIQUES VIENNENT DE TOUTS CÔTÉS, S'ENROULENT AUTOUR DE L'AXE MAGNÉTIQUE DE LA TERRE, TRAVERSSENT L'ATMOSPHÈRE ET ARRIVENT PRESQUE VERTICALEMENT AU SOL

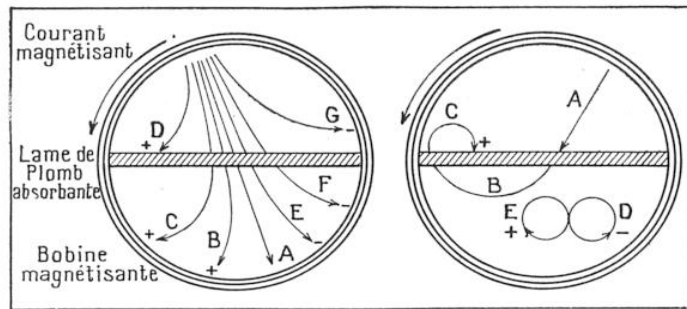


FIG. 19. - EXEMPLES DE TRAJECTOIRES D'ÉLECTRONS POSITIFS ET NÉGATIFS PHOTOGRAPHIÉES A LA CHAMBRE HUMIDE
A gauche, une gerbe d'électrons, paraissant provenir d'un point du solénoïde magnétisant, est composée d'un rayon très dur de grande énergie A, d'électrons positifs d'énergies décroissantes B, C, D, d'électrons négatifs d'énergies décroissantes, E, F, G. A droite, A, B et C sont les trajectoires, de plus en plus courbées, d'un électron positif qui a traversé deux fois une lame de plomb absorbante. D et E sont les trajectoires d'un électron positif et d'un électron négatif produits par la matérialisation d'un photon.

Il est ainsi établi que le rayonnement cosmique tombe bien du ciel, qu'il traverse l'atmosphère en se réduisant au $1/100$, qu'il traverse 250 m d'eau en s'annulant, qu'il traverse aussi quelques mètres de plomb, tandis que quelques millimètres suffisent pour nous protéger contre les rayons X les plus durs ou contre ceux du radium.

Partant de ces observations d'absorption, nous pourrions déjà calculer l'ordre de grandeur de l'énergie des rayons cosmiques et obtenir plusieurs milliards d'électrons-volts.

Comment on mesure l'énergie des rayons cosmiques

On la détermine autrement, et avec plus de précision, en courbant les trajectoires photographiées dans la chambre humide par une bobine circulaire solénoïdale enveloppant cette chambre et produisant un champ magnétique à peu près uniforme et dirigé parallèlement à l'axe de la chambre cylindrique.

Les rayons tombent dans une direction voisine de la verticale et l'axe de la chambre est horizontal. Pour affaiblir le rayonnement, on lui fait traverser une lame épaisse de carbone, ou d'aluminium, ou de plomb.

On comprend que la mesure du champ magnétique et du rayon de courbure de la trajectoire donnent facilement, en électrons-volts, les énergies de ces divers rayons. Les photographies ainsi obtenues, depuis plusieurs années, dans les divers laboratoires du monde sont innombrables et ont permis des mesures répétées et concordantes des

milliards d'électrons-volts qui sont nécessaires à la production des rayons cosmiques.

On sait, d'une part, évaluer l'énergie moyenne des rayons cosmiques, d'autre part, compter le nombre des rayons qui tombent en une seconde sur une surface donnée, et on a pu ainsi évaluer la puissance du rayonnement reçu par la Terre. Cette puissance non négligeable est comparable à celle du rayonnement qui nous vient des étoiles. Chacun de nous est traversé de part en part en une heure par 200 000 rayons. Il semble qu'ils ne troublent en rien nos tissus et qu'ils ne soient pas nocifs.

Les physiciens sont à peu près d'accord pour admettre que l'origine du rayonnement cosmique n'est ni terrestre, ni solaire, ni sidérale, mais qu'il provient de la région des nébuleuses, comme si nous étions enveloppés d'une sphère continue rayonnante.

Les milliards de volts nécessaires pour la projection des diverses particules qui nous parviennent ainsi nous surprennent et nous écrasent, est-ce de la matière qui disparaît et s'évapore en rayonnement? Ce rayonne-

ment est-il en circulation incessante dans notre univers fermé depuis la création du monde? Ou bien provient-il d'atomes très vieux qui se désintègrent comme si le monde s'écroulait? Grand mystère en face duquel les savants s'abstiennent prudemment, en continuant à accumuler les faits expérimentaux qui fourniront peut-être un jour la solution du problème.

Depuis quarante ans environ, des découvertes nombreuses — indépendantes au premier abord, étroitement liées en fait — se sont accumulées et ont provoqué, pour leur explication, l'effort d'imagination des physiciens en même temps que l'effort de calcul des mathématiciens. Une synthèse satisfaisante a pu ainsi être réalisée.

Cette grande activité scientifique continue aujourd'hui dans le monde entier. Mais la solution de chaque problème fait toujours apparaître d'autres problèmes cachés derrière lui. Autrement dit, la dernière vérité des choses est inaccessible, ce qui ne suffit pas, loin de là, à décourager les chercheurs.

JULES LEMOINE.

En Allemagne, le docteur Culemeyer (directeur des chemins de fer du Reich) a établi récemment un châssis à longerons dont l'écartement correspond à celui de la voie normale et reposant sur 10 roues. Ce châssis est destiné à faire passer notamment les wagons citernes (pour carburants) au moyen d'un plan incliné amovible de la voie ferrée sur les longerons-rails du châssis, par la manœuvre d'un simple cabestan dont il est équipé. Cette opération effectuée, un tracteur « tous terrains » à 6 roues (2 essieux moteurs), peut ainsi transporter des charges utiles de l'ordre de 20 t de liquide et cela aussi bien sur route qu'à travers champs. Des dispositifs analogues peuvent comporter 18 ou 24 roues, suivant le tonnage envisagé et les services prévus pour la traction en terrain varié. Ce système Culemeyer présente, en outre, l'avantage de permettre de tourner dans un rayon de 4 m et de se déplacer à un minimum de 20 km/h en tous terrains. Les essais entrepris en grand dès 1934, pour les besoins de l'armée, ont donné de très bons résultats. Non seulement ce mode de transport convient aux approvisionnements des armées motorisées et mécanisées, mais aussi aux déplacements du matériel d'artillerie à grande puissance, qui comporte des pièces atteignant 30 m de longueur. Ainsi, ce châssis « routier » évite bien des manœuvres et bien du temps qu'exigeaient précédemment les transbordements. En 1935, lors des manœuvres qui eurent lieu pour se rendre compte de la valeur militaire de ce système, on put ainsi transporter des canons pesant 50 t, des chars de 5 à 25 t, et cela sans difficultés insurmontables. Ainsi, un problème du ravitaillement des matériels modernes à traction mécanique sur les champs de bataille pourra être résolu dans des conditions plus aisées qu'auparavant.

QU'EST-CE QUE LA PSYCHANALYSE, THÉRAPEUTIQUE DES AFFECTIONS DE L'ESPRIT ET DES NÉVROSES ?

Par Jean LABADIÉ

Le professeur autrichien Sigmund Freud, dont on a célébré solennellement en 1936 le jubilé, est universellement connu comme le créateur de la psychanalyse. Cette méthode thérapeutique, fondée sur l'analyse systématique de l'inconscient, cherche à guérir certaines maladies de l'esprit, affections purement psychiques, atteignant une catégorie d'individus pouvant ne présenter aucun trouble organique. Mais la psychanalyse n'est qu'une partie de l'œuvre magistrale du savant viennois dans le domaine de la psychologie. Ce sont les zones les plus « profondes » de l'esprit humain, celles où la conscience claire et distincte ne peut pénétrer, que Freud s'est efforcé d'explorer jusqu'aux deux instincts primitifs qui, selon lui, constituent le fond même de notre âme : l'instinct sexuel et l'instinct de la mort. La théorie de l'« inconscient », qu'il a ainsi édifiée en s'appuyant sur l'interprétation psychique des rêves, est à la base de la méthode clinique de traitement des névroses qu'appliquent maintenant ses innombrables disciples répartis dans les différents pays (1). Devant le retentissement mondial de l'œuvre de Freud, qui a pénétré même les milieux profanes, La Science et la Vie se devait de présenter à ses lecteurs, en toute objectivité, une doctrine qui a soulevé pas mal de polémiques passionnées. Le récent jubilé du savant professeur nous a opportunément fourni cette occasion.

VIENNE a célébré cette année le jubilé d'un grand savant, Sigmund Freud. La science de Freud n'est pas de celles que nous avons coutume de traiter dans notre revue ; c'est la psychiatrie — ou médecine de l'esprit. Mais l'œuvre du professeur autrichien est tellement célèbre, florissante et d'une telle originalité ; la « science de l'esprit », que Freud a codifiée et que ses disciples plus ou moins heureux ont mis en applications dans le monde entier, ouvre de tels horizons qu'il convient de la commémorer à l'égal des grandes découvertes biologiques, — bien qu'il s'agisse de la vie la plus immatérielle qui soit, celle de l'âme.

Au demeurant, c'est la méthode expérimentale qui présida aux travaux de Sigmund Freud comme à ceux de Claude Bernard. Or, depuis Descartes, nous savons que c'est la méthode qui consacre la science.

En ce qui concerne Freud, science et méthode sont tellement incorporées l'une à

l'autre que celle-ci semble tout d'abord primer celle-là, car le grand public, même cultivé, ne voit, le plus souvent, dans Sigmund Freud que l'« inventeur de la psychanalyse ». Or, la *psychanalyse*, terme aujourd'hui vulgarisé à l'extrême, n'est que la méthode clinique par laquelle le grand psychiâtre viennois applique ses découvertes, avec une incontestable réussite, à la guérison des maladies mentales. Avant d'en arriver là, il fallut que Sigmund Freud parvînt à la science par une méthode encore plus pure, qui ne peut se communiquer, puisqu'elle caractérise proprement le génie : la « *méthode inductive* » appliquée aux faits.

Quand les faits d'observation sont d'ordre psychologique, quand la « médecine » à instaurer doit s'appliquer aux maladies de l'esprit, on avouera que c'est un tour de force que d'avoir extrait, d'une matière aussi mouvante et difficile à saisir, des théories que l'on tient généralement, aujourd'hui, pour irréfutables.

Freud découvre sa voie à Paris, près du neurologue Charcot

Freud a commencé par étudier la médecine — terrain extrêmement solide quant aux faits observés. Mais, précisément, toute son œuvre aboutit à fonder la médecine de

(1) Il existe, à Paris, un *Institut de Psychanalyse* qui a pour but de faire connaître, par des cours et des conférences, cette science dont les applications multiples touchent aux principales disciplines de l'esprit. Nous tenions à signaler cette initiative de la Section française de l'« Association Psychanalytique Internationale » pour tous ceux qui s'intéressent à cette question que *La Science et la Vie* ne saurait développer plus complètement dans ses colonnes.

l'esprit en science autonome, — ce qui ne veut pas dire que les maladies mentales soient indépendantes des maladies nerveuses. Cela signifie simplement qu'il existe des *maladies de l'esprit* — les « névroses » — chez des individus ne présentant aucun trouble organique : et c'est à ces maladies *purement psychiques* que s'appliquent intégralement la science et la méthode freudiennes.

N'ayant pas à faire ici la biographie de Siegmund Freud, nous délaierons ses premiers travaux de physiologie pure et de neurologie, dont certains demeurent classiques. Tout de même, il faillit découvrir, en 1884, l'« anesthésie locale » à la cocaïne. Ici, ce fut un autre savant, Charles Koller, qui, sur sa suggestion, découvrit le phénomène. Il semblait que la destinée veillât soigneusement sur le danger qu'aurait couru la vraie vocation de Freud, s'il avait eu le malheur de se faire un nom en physiologie.

C'est en 1885 que Freud prend contact avec son vrai domaine, la psychiatrie, lorsqu'il vient étudier, à la Salpêtrière, sous la direction de Charcot, les célèbres phénomènes d'« hypnose » et d'« hystérie » — phénomènes que l'on a quelquefois niés, afin de n'avoir pas à les discuter. Charcot, le grand clinicien de la Salpêtrière, enseignait que l'hystérie était d'origine *purement psychique*, sans qu'il soit besoin d'invoquer une lésion quelconque des tissus. « De ce temps, écrit un des meilleurs élèves de Freud, Fr. Wittels, l'on ne savait rien encore de la sécrétion interne. Aujourd'hui, l'on sait que certains troubles nerveux proviennent d'un désordre des sécrétions glandulaires. Mais même les troubles glandulaires peuvent être sous la dépendance de représentations inconscientes (1). » Et ceci ramène les troubles nerveux eux-mêmes aux troubles de l'esprit. Ainsi, même de nos jours, la neurologie

(1) Pour mieux faire saisir le sens de cette affirmation, rappelons l'exemple classique du chien qui *sécrète* sa salive devant un morceau hors de sa portée. Dans ce cas, la représentation mentale du chien est consciente et la sécrétion est « externe ». Mais on peut facilement concevoir la même relation entre les représentations inconscientes telles que les définira Freud, et les glandes endocrines. Nous avons montré, ici même, l'importance des relations qui lient les caractères des individus à leur tempérament humoral. (Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.)

ne saurait contredire un des grands principes de Freud, que *la vie de l'esprit peut influencer sur celle des tissus*.

Du temps de Charcot, la chose était loin d'être démontrée. Mais, précisément, Charcot montrait que, dans l'état d'« hypnose » provoqué chez une « hystérique », il pouvait paralyser le bras ou rendre insensible la peau du sujet par une simple suggestion mentale, — la paralysie persistant un certain temps après le réveil. *Charcot démontrait ainsi que les représentations mentales peuvent entraîner des modifications physiques*.

En présence de cette expérience capitale, Siegmund Freud sentit la nécessité de reviser toute la psychiatrie classique apprise, à Vienne, à l'école de Brucke et de Meynert, qui subordonnait entièrement les troubles mentaux à des lésions nerveuses.

Tel fut le point de départ de l'œuvre de Siegmund Freud, « médecin des âmes ».

Il fallait un grand courage, dans une époque aussi matérialiste que celle-là (1884), pour poser en fait que l'esprit joue un rôle en physiologie. Aujourd'hui, nous dirions, avec un Bergson, un Carrel, que c'est l'esprit « qui se construit un corps » — assertion qui n'enlève rien à la nécessité de disséquer minutieusement ce corps et d'analyser rationnellement les conditions

matérielles de son fonctionnement, suivant une autre science rationnelle : la « physiologie ».

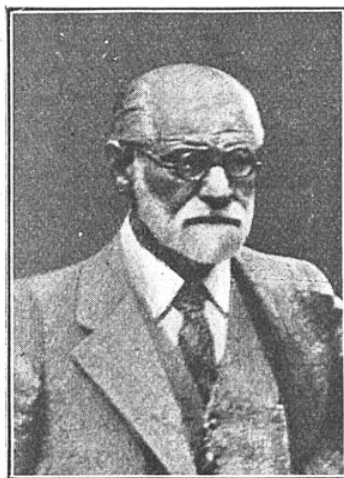
...Mais Freud n'imitait pas Charcot

En quittant la Salpêtrière, Freud emportait donc une conception toute nouvelle des névroses.

De retour à Vienne, où il était médecin en second de l'hôpital, Freud se sépare de l'école viennoise. Il répand les expériences de Charcot. Allait-il devenir « hypnotiseur » ?

La présentation de l'hypnose par Charcot, à la Salpêtrière, était le fait d'un « artiste », aux termes mêmes de Freud.

Charcot présentait ses expériences comme un phénomène scientifique pur. L'« hypnotiseur », pris au sens littéral du mot, peut *suggérer* au sujet telle ou telle attitude mentale, tel *acte* même, devant être exécutés au réveil. Il ne fait pas métier de guérir. Il ne peut, en le *persuadant* qu'il n'est pas tuber-



SIEGMUND FREUD
Né en 1856,
créateur de la psychanalyse.

culeux, guérir un malade de la tuberculose.

En va-t-il autrement s'il s'agit d'une maladie de l'esprit, une névrose?

On penche pour l'affirmative. Mais la guérison d'un névrosé, par suggestion, ne saurait consister à le *persuader* simplement « qu'il est guéri ». Ce serait trop simple. La méthode Coué a des limites. Il faut partir de ce postulat : « *si la névrose est, avant tout, d'ordre « psychique » et non physiologique, ses causes doivent être également psychiques.* »

L'hypnose permet d'ébaucher la voie pour cette recherche des causes du mal (*étiologie*) et même pour leur traitement. Une expérience capitale, à ce sujet, est celle que fit un jour Breuer, le vieux maître de Freud. Une jeune hystérique souffrait de contractions neuro-musculaires, de troubles de la parole ; elle était somnambule par-dessus le marché. Mais, dans l'état hypnotique dans lequel Breuer la mettait pour la soigner, elle manifestait une curieuse faculté : *elle se souvenait de faits lointains de sa vie, oubliés par elle habituellement, mais se trouvant précisément étroitement liés aux origines de sa maladie ainsi qu'à certains de ses troubles, tels que ses phobies, paralysies, etc.* Guidée par l'hypnotiseur, la malade *remontrait le fil de ses souvenirs* et, sitôt qu'elle parvenait à l'un de ses souvenirs oubliés, le symptôme maladif s'y rapportant disparaissait. C'est ainsi, par exemple, qu'elle fut guérie de son horreur invincible de l'eau lorsqu'elle se souvint avoir, jadis, surpris sa gouvernante anglaise, détestée par la malade, donner à boire de l'eau à son chien dans un verre dont elle devait se servir elle-même.

L'expérience de Breuer était donc comme l'inverse de celle de Charcot. Au lieu de subir des suggestions, l'hypnose, sous la conduite intelligente du médecin, lui permettait de se délivrer de ce qu'on pouvait appeler les « autosuggestions » de l'état de veille. Par l'hypnose, Charcot *agissait* sur son sujet. Par l'hypnose, Breuer provoquait la *réaction* du sujet.

Remarque essentielle : le médecin, dans l'expérience de Breuer, n'est qu'un *guide*. Son influence psychique constitue seulement un appui pour le travail psychique intérieur et autonome du sujet.

Toute la « psychanalyse » bienfaisante de Freud est le développement, mais aussi le perfectionnement génial de cette première méthode clinique rudimentaire et mise en œuvre une seule fois, fortuitement.

D'ailleurs, à Nancy, le professeur Bernheim avait déjà perfectionné, en 1886, les expériences de Charcot. Une curieuse observation

était mise en lumière par Bernheim. Il ordonnait, par exemple, à un sujet hypnotisé d'aller prendre son parapluie, dès qu'il se réveillerait. L'acte était exécuté. Mais quand on demandait au sujet : « Pourquoi êtes-vous allé prendre votre parapluie, par ce temps ensoleillé? » on aurait pu s'attendre à une réponse comme celle-ci : « Je ne sais pas ; *quelque chose* m'y poussait. » Tout au contraire, le sujet répondait en *expliquant* son acte et disant, par exemple : « Je voulais voir si c'était le mien. »

Mais cela après avoir bégayé, très embarrassé.

Conclusion scientifique (tirée, bien entendu, de mille expériences similaires) : *il nous arrive d'agir d'après des motifs différents de ce que nous croyons.* Autrement dit : les véritables motifs de nos actes ne nous sont pas connus et nous mentons sans le savoir.

Freud analyse les zones profondes de l'esprit humain

Venu en France une seconde fois, pour voir Bernheim, Siegmund Freud analysa lui-même des centaines d'expériences effectuées devant lui. Son trait de génie fut de généraliser audacieusement et de conclure que, dans l'immense majorité des cas pathologiques mentaux, les symptômes avaient leur cause *au plus profond de notre « inconscient »* (sans parler des crimes non pas même « passionnels », mais seulement *incompréhensibles*), et depuis les actes impulsifs les plus inexplicables — ceux dont nous avons honte sitôt après les avoir commis — jusqu'aux angoisses et névroses qui, parfois, nous empêchent de vivre normalement, tous ces cas vraiment « pathologiques » sont les effets d'une cause « refoulée » au plus profond de notre esprit, — dans ces zones inférieures de l'âme où la conscience *claire et distincte* ne saurait pénétrer, pas plus qu'elle ne pénètre par le souvenir les circonstances dans lesquelles le sujet subit l'hypnose. (*Aucun somnambule, non plus, ne se souvient de sa promenade*).

Ces zones profondes de l'esprit constituent l'inconscient humain, à l'étude duquel tant de philosophes se sont consacrés, depuis Hartman jusqu'à Bergson — sans parler des savants qui, tel Alexis Carrel, écrivent : *l'homme, cet inconnu*.

Ayant formulé cette conception de l'« inconscient » non à la manière des philosophes, mais *d'après les observations de la clinique mentale*, Siegmund Freud décida de l'exploiter *pratiquement* — en médecin de l'âme.

Les expériences d'hypnose de Charcot, de

Breuer, de Bernheim, avaient constitué les matériaux de la théorie scientifique. Cependant, Freud abandonna bientôt l'hypnose, qui donnait des résultats incomplets et peu sûrs..

L'interprétation psychique des rêves

Remarquez, en effet, que, sauf l'expérience fortuite de Breuer, aucune des expériences hypnotiques de la Salpêtrière ou de Nancy ne prétendait à l'effet thérapeutique. La thérapeutique doit être rationnelle. Freud se mit donc à explorer l'inconscient comme Le Verrier explora le ciel, en découvrant les planètes *invisibles* par leur réaction sur les *visibles* et les perturbations qu'elles imposent à leur orbite.

L'univers le plus peuplé de ces astres aberrants, dont les trajectoires semblent défier tout raisonnement, c'est, dans l'ordre spirituel, le monde du rêve. Aussi bien, le chef-d'œuvre de Sigmund Freud est peut-être son premier ouvrage important : *L'Interprétation des rêves*.

« Le rêve est la *via regia* (la voie royale) qui mène dans l'inconscient », a dit Nietzsche, le terrible précurseur de Freud dans cette voie. « Si les hommes sont des brutes, il faut qu'ils le sachent et qu'ils ne se trompent ni eux-mêmes ni autrui. » Pour acquérir cette *connaissance difficile de soi-même, connaissance nécessaire au progrès de la civilisation* dont toutes les lois répriment la brutalité, — sans la détruire, tout est là ! — rien n'est significatif comme le rêve.

Et voici, par exemple, une interprétation de Freud.

Une femme rêve qu'elle assassine son mari. Est-ce « par hasard » ? Souhaitons-le. Mais, alors, pourquoi la femme qui raconte ce rêve au médecin, *épouvantée qu'elle est du cauchemar*, pourquoi cette épouse est-elle justement, à l'état de veille, tellement tendre et empressée auprès de son mari que celui-ci peut à peine le supporter ? C'est à cause du sentiment inconscient de sa *culpabilité profonde* que le sujet tâche de racheter son « crime » rêvé.

Quelle est la conséquence pratique à tirer de cette observation ? Oh ! très simple : cette dame doit être soignée, « psychanalysée », et, tant qu'elle n'est pas guérie, aucun revolver ne doit traîner dans son boudoir. Un accident « impulsif » est si vite arrivé !

La liste en est longue dans les greffes des Palais de Justice. Vous souvenez-vous de cet enfant de douze ans qui, au printemps dernier, lâcha deux coups de fusil sur son père, un boulanger de Passy ? Motif donné par le

gosse : « J'avais peur d'être réprimandé pour mes mauvaises notes de l'école » (*sic*).

Et maintenant, reportez-vous à l'exemple cité plus haut du sujet hypnotisé qui va prendre son parapluie malgré le soleil. Sa conscience claire « cherche » un prétexte : « Je voulais voir si c'était le mien ». Le vrai motif est pourtant l'ordre donné par l'hypnotiseur à l'inconscient. Le sujet *ment*, par conséquent, *même s'il ne croit pas mentir*. Le jeune parricide de Passy mentait, lui aussi, et mentait *sans le savoir*, puisqu'il fondait en larmes sitôt accompli son forfait. Les crimes passionnels donnent lieu presque toujours à ce repentir immédiat et affolé.

Si Freud avait eu ce gosse comme « sujet », il aurait peut-être découvert que l'enfant rêvait de meurtres. Ayant diagnostiqué sa névrose, ses autosuggestions sommeillant au fond de son esprit malade, il l'eût guéri certainement.

Je me suis appesanti sur ce cas très simple du meurtre par « impulsion ». Mais les rêves sont parfois extrêmement compliqués.

Exemple : une malade qui avait lu Stekel (un disciple de Freud) rêvait qu'elle s'envolait en Apulie. L'Apulie est le talon de la botte de l'Italie, sur les atlas. Or, à Vienne, on appelle le talon « stekel ». C'est là une trajectoire bien compliquée d'un rêve, dans le ciel noir de « l'inconscient », compliquée mais débrouillée quand même par le psychanalyste.

Il peut, certes, y avoir dans ce cas des erreurs, — plus exactement des apports personnels de la part de l'interprète. S'il n'est très objectif, il peut lui arriver de « romancer » malgré lui l'interprétation. Mais, dans les milliers de cas analysés par Freud, le hasard de la « trouvaille » involontaire de la part de l'interprète doit être ramené à très peu de chose, *de par la seule application du calcul des probabilités*.

La théorie de l'inconscient selon Freud est, par là même, indiscutablement soutenue par l'expérience. Elle est donc « scientifique ».

La psychopathie quotidienne : les « lapsus », les « actes manqués »

L'expérience quotidienne la plus vivante confirme la théorie de l'inconscient considéré comme moteur profond de notre personne.

Avez-vous jamais réfléchi à ce que signifie un *lapsus linguae*, c'est-à-dire l'un de ces « mots de travers » qui passent *malgré vous*, à *votre insu même*, par votre bouche ?

Un savant psychanalyste, disciple d'une école *dissidente*, reconnaît que Freud, l'« ini-

tiateur », le « pionnier », est « plein de génie », mais dans sa conférence, pour marquer cela avec force, il s'écrie : « Nous ne pouvons pas assez sous-estimer les mérites de Freud ! » Toute la salle, qui est informée, éclate de rire : le conférencier a énoncé sa pensée profonde, *réelle*, tout en croyant développer celle qu'il avait « préparée » pour sa conférence officielle, académique, hypocrite.

Le conscient *pense*, l'inconscient *mène*.

Voici un autre exemple de « lapsus » que j'observai... moi-même. Dans le bureau d'un directeur de revue, un auteur apporte un article. Le directeur le félicite. Les félicitations sont les bienvenues. Réellement, l'auteur était déjà tellement satisfait de son travail que des critiques lui eussent été bien pénibles ! Là-dessus, il s'enhardit et, voulant attirer l'attention du patron sur l'« idée générale » de l'article, il lui parle de son « idée géniale ». Il se reprend aussitôt : « Oh ! pardon... » Le patron, qui portait lunettes, lève un regard ironique par dessus les écaillés et ne jette qu'un mot : « Attention à Freud ! » Nous avons éclaté de rire ensemble — car l'auteur c'était moi. Et je crois bien que c'est pour achever la « cure » psychanalytique indispensable que je viens de raconter ceci. Le rire, c'est la santé de l'esprit. Rions.

Quant à « l'acte manqué », en voici un qui concerne Freud en personne. Vous le voyez, l'expérience « freudienne » doit être faite, avant tout, sur soi-même et l'interprétation des rêves de Freud est une véritable autobiographie. Donc, Freud, en 1890, rencontre un médecin de ses disciples, Guillaume Fliess, et lui expose sa plus récente découverte. Il ajoute : « Il y a deux ans, tu ne voulais pas en entendre parler ! » Freud *oubliait* le mémoire par lequel, *deux ans auparavant*, Fliess avait précisément *devancé son maître dans la trouvaille* !...

Recherchant en lui-même la cause de cette offensive absurde, Freud la trouve bien vite. Dans sa jeunesse, on lui a « soufflé » la découverte de l'anesthésie par la cocaïne (voir plus haut). Alors, son inconscient, *qui n'a pas oublié, lui, ce « malheur », le pousse à prendre sa revanche sur Fliess qui n'en peut mais !*

Les « actes manqués » ? Tous les drames de Shakespeare, de Racine n'en sont-ils pas une extériorisation par le truchement des personnages fictifs ? Que de drames refoulés dans l'inconscient des auteurs ! C'est, du moins, la théorie développée par M. Léon Daudet dans *L'Hérédité*. Pas beau l'inconscient de Racine !... Par contre, quel homme

« policé » que Racine à la cour de Versailles !

Voyez-vous maintenant tous les enseignements *pratiques* que les théories de Freud peuvent apporter aux éducateurs de la jeunesse ? Trop de discipline provoque des refoulements malsains. Trop de liberté invite l'« inconscient » à jouer, au lieu de décrire, le rôle du Néron de *Britannicus*, dans la mesure où la discipline sociale, plus tard, le permettra. Que de tyranneaux sont nés d'une enfance « gâtée » ! Mais que de révolutionnaires, que de génies, ont pris leur « élan » dans une contrainte intolérable de leurs jeunes ans ! Lisez le livre de Carrel à ce sujet.

Ainsi l'enfance marque l'homme jusqu'à la mort... A moins qu'un habile psychanalyste ne vienne le délivrer — ou que, soi-même, il se délivre par un bel effort. Il y faut du caractère.

Les deux pôles fondamentaux de l'analyse freudienne

Jusqu'où Freud a-t-il poussé le sondage méthodique de l'inconscient ?

Jusqu'à deux instincts primitifs qu'il déclare constituer le fin fond de notre âme : *l'instinct sexuel* et *l'instinct de la mort*.

Dès le berceau, la civilisation s'élève contre l'instinct du plaisir sexuel, la *libido*, comme l'appellent les psychanalystes. Avec une précision toute scientifique, Siegmund Freud a recherché le retentissement, dans toute personne humaine, de ce fait, d'autant plus capital que l'instinct sexuel est le plus dynamique de tous, celui qui mène l'humanité et même la perpétue. Que n'est-il pas sorti de cet instinct *de vie* ? Depuis les tendres sonnets de Pétrarque à sa Laure, jusqu'aux pires débauches des Borgia et du marquis de Sade, jusqu'aux perversions les plus morbides... C'est évidemment dans cette source inépuisable que le clinicien doit rechercher les origines de la plupart des maladies mentales. Freud l'a fait avec une conscience que ses disciples directs ou indirects n'ont pas toujours conservée pour leur part. Mais Freud lui-même, emporté par sa terrible logique, a souvent dépassé les limites de la vraisemblance.

Quant à l'« instinct de la mort », qui forme, selon Freud, l'autre pôle de l'inconscient, n'allez pas croire que ce soit l'instinct du suicide. Non, le suicide n'est précisément qu'une conséquence de la *perversion* de l'« instinct de la mort ». Celui-ci, dans sa forme normale, n'est autre que le désir de renouvellement, de refonte de notre être tout entier. Il semble que, toute vie étant

toujours plus ou moins « ratée », l'esprit veuille en faire table rase, afin de la recommencer. La croyance à la survie ou aux existences successives suffirait, en tant que *fait* social, pour corroborer l'affirmation de Freud. Mais il n'est que de considérer les actes héroïques militaires ou autres, les sacrifices volontaires, depuis celui du chevalier d'Assas jusqu'à ceux de notre Bara et du Balilla italien, pour comprendre que l'« instinct du renouvellement par la mort » est un moteur de l'activité humaine du même ordre de puissance que l'instinct de reproduction, de la vie.

L'un et l'autre pôles de la personnalité humaine inconsciente doivent donc faire l'objet d'une égale attention de la part des éducateurs de l'enfance, de la part des médecins psychiatres en ce qui concerne l'âge mûr. Car l'instinct de sacrifice dévoyé est responsable de ces drames dont les journaux fourmillent : « Il la tue et se suicide »...

La « psychanalyse » et l'appel à la conscience

Pour compléter notre aperçu trop rapide, nécessairement simplifié, de l'œuvre de Sigmund Freud, il nous faut terminer par où commencent la plupart des essais de vulgarisation, *l'exposé de la méthode thérapeutique*.

La « psychanalyse » — c'est le terme dont on qualifie l'analyse systématique de l'inconscient — la psychanalyse à la lueur des découvertes de Freud n'a rien de commun avec l'hypnose automatique. De même que

la confession instituée par l'Eglise, la psychanalyse fait appel au sujet lui-même.

Le médecin psychanalyste reçoit son malade en des visites aussi longues et aussi fréquentes qu'il le juge nécessaire. En tête à tête, il le questionne après l'avoir mis en confiance totale, « à l'état ouvert », suivant l'expression même de Freud. Si elles sont habiles, les questions conduisent le sujet lui-même, sous la direction du praticien, jusqu'aux origines de sa névrose : le plus souvent, un événement néfaste, sans importance pour autrui, d'une importance capitale pour le malade questionné.

Dès l'instant où le psychanalyste a forcé son sujet à toucher ce point névralgique de son inconscient, *il peut considérer la cure comme certaine*. Comme dans l'expérience primitive d'hypnose appliquée par Breuer à la jeune fille hystérique, la « contre-réaction » du malade, une fois amorcée, s'achève d'elle-même, et d'autant mieux que le *psychanalyste parle en termes clairs à sa conscience claire*, tandis que l'hypnotiseur s'adressait en tâtonnant à sa conscience obscure.

Le prêtre, le « confesseur », psychanalyste de l'Eglise, souligne cet appel à la « conscience » d'un rite sacramentel qui agit plus que tout sur certaines âmes.

Ce n'est pas la première fois que l'on découvre un lien très évident entre le rite religieux et les sciences de la vie.

Toute l'œuvre de Freud est une sorte de biologie spirituelle.

JEAN LABADIÉ.

Nous avons signalé ici, à plusieurs reprises, les avantages de la lumière jaune au point de vue de la sécurité de la locomotion automobile. Le ministre des Travaux publics vient de rendre obligatoire (*J. O.*, 3 novembre 1936) l'emploi de lampes rayonnant une lumière jaune, conformes à un type agréé sur tous les véhicules, à partir du 1^{er} avril 1937 pour les voitures neuves, et à dater du 1^{er} janvier 1939 pour les véhicules déjà en circulation. Rappelons, en effet, que la lumière jaune (lumière blanche débarrassée des rayons bleus et violets, cause de l'éblouissement) ne provoque pas cette sorte de cécité consécutive à la perception d'une lumière blanche aussi intense que celle des phares modernes. De plus, la lumière jaune obtenue grâce à la sélection opérée notamment par le verre au cadmium des nouvelles lampes accroît l'acuité visuelle (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 163.

LA MÉCANIQUE ONDULATOIRE CONTRIBUE A LA RECHERCHE INDUSTRIELLE : VOICI L'ANALYSE ÉLECTRONIQUE

Par J.-J. TRILLAT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON — MAÎTRE DE RECHERCHES

La mécanique ondulatoire, cet audacieux chapitre de la physique atomique qui a fait décerner à Louis de Broglie le prix Nobel en 1929, nous enseigne que tout point matériel en mouvement est accompagné d'une « onde » de longueur d'autant plus faible que la vitesse et la masse de la particule sont plus grandes. Tous les phénomènes observés avec les ondes (interférences, diffraction, etc.) doivent donc se produire également, mais d'une manière en quelque sorte indirecte, avec les faisceaux de corpuscules matériels. La diffraction des électrons, en particulier, analogue en tous points à celle de la lumière par un « réseau », renseigne immédiatement sur la disposition des atomes dans les lames cristallines qui la provoquent; elle constitue donc un moyen d'investigation particulièrement puissant pour l'étude de la structure intime de la matière. Les méthodes toutes nouvelles d'analyse électronique qu'a mises au point notre éminent collaborateur M. J.-J. Trillat dans son laboratoire de l'Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Besançon, fournissent ainsi des indications très précieuses sur l'état cristallin plus ou moins accusé des corps étudiés, sur les modifications qui résultent des traitements thermiques ou mécaniques, sur l'oxydation superficielle, sur le polissage des surfaces métalliques et leur « contamination » par les corps gras, etc. Ainsi une théorie scientifique d'apparence aussi abstraite que la mécanique ondulatoire a pu donner naissance, sur le plan industriel, à une méthode ultra-moderne d'analyse et de contrôle, que plusieurs laboratoires dans le monde — tel celui du service des recherches du ministère de l'Air à Paris — appliquent déjà avec succès et profit.

DANS un précédent article (1), j'ai montré aux lecteurs de *La Science et la Vie* ce qu'étaient les bases essentielles de cette partie toute nouvelle de la physique : la Mécanique ondulatoire, dont les applications à tous les phénomènes concernant l'atome et la molécule ne se comptent plus.

L'une de ces applications consiste en la diffraction des électrons, prévue théoriquement par Louis de Broglie.

Depuis trois ans, les progrès ont marché rapidement, et maintenant la diffraction des électrons — qu'on appelle également, lorsqu'on l'utilise comme méthode d'examen de la matière, l'analyse électronique — a conquis son droit de cité dans de nombreux laboratoires et commence aussi à être utilisée dans l'industrie et certaines grandes administrations comme le ministère de l'Air. Il m'a donc paru intéressant de faire en quelque sorte le point pour montrer quelles possibilités d'investigations particulièrement intéressantes permettait cette nouvelle méthode de contrôle et de recherches.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 325.

Le principe de l'analyse électronique

Tout d'abord, nous rappellerons brièvement le principe de l'analyse électronique. Selon les idées de Louis de Broglie, — qui valurent à son auteur le Prix Nobel de physique (1) — tout point matériel en mouvement est accompagné d'une onde qui occupe tout l'espace dont il est une singularité.

Par conséquent, toute particule matérielle animée d'une certaine vitesse doit être considérée comme liée à un système d'ondes « associées », dont la longueur d'onde est donnée par une formule devenue classique (2). Elle indique que la longueur d'onde est d'autant plus petite que la vitesse de la particule et sa masse sont plus grandes.

Les particules généralement utilisées sont constituées par des électrons dont il est aisé de se procurer des sources abondantes, par exemple sous la forme d'un filament métallique porté dans le vide à l'incandescence. Pour que des électrons puissent être extraits

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 21.

(2) Cette formule est $\lambda = h/mv$ ($h = 6,55 \times 10^{-27}$ ergs/seconde; m = masse de la particule au repos; v = sa vitesse)

de ce filament, il faut, en outre, que celui-ci soit disposé dans un champ électrostatique et soit porté à un potentiel *négligé* par rapport aux parois qui l'environnent ; c'est d'ailleurs là, le principe bien connu de tous, de la lampe triode, du redresseur type « kénotron » et de l'ampoule à rayons X. Dans les appareils dont nous parlerons tout à l'heure, les différences de potentiel utilisées sont de l'ordre de 40 000 à 50 000 volts (courant continu) ; dans ces conditions, les longueurs d'onde associées aux électrons ainsi accélérés sont comprises entre 0,06 à 0,05 angström (1).

Nous rappellerons, en outre — car c'est là la base essentielle de la méthode — qu'à tout faisceau d'électrons animés d'une même vitesse (2) correspond un système d'ondes, et que, par conséquent, tous les phénomènes que les ondes ont l'habitude de produire (comme les interférences, la diffraction) doivent être ainsi produits, en quelque sorte indirectement, par ces électrons en mouvement. En particulier, si un faisceau composé d'électrons de même vitesse vient à rencontrer une lame cristalline — dont les atomes régulièrement répartis dans l'espace constituent un véritable réseau à trois dimensions — il sera diffracté par ce réseau absolument comme un faisceau de lumière monochromatique est diffracté par un réseau constitué de traits parallèles très serrés, gravés sur verre ou sur métal.

Ce terme de « diffraction des électrons » signifie que le faisceau électronique incident sera dévié dans certaines directions particulières de l'espace, définies à la fois par la longueur d'onde λ associée aux électrons et par l'espacement des atomes formant le cristal, c'est-à-dire en définitive par la structure cristalline de la substance examinée (fig. 1). L'ensemble des faisceaux ainsi déviés, venant rencontrer une plaque de verre enduite de sulfure de zinc, l'illuminera brillamment aux points d'impact, en donnant naissance à une figure de diffraction reflétant la symétrie de la substance étudiée et que l'on pourra enregistrer direc-

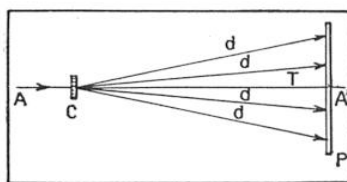


FIG. 1. — SCHÉMA DE LA DIFFRACTION DES ÉLECTRONS
Le faisceau d'électrons incidents traverse le cristal C. Une partie du faisceau passe sans être déviée : A-T-A'. Une autre est déviée en de multiples faisceaux d'électrons d. L'ensemble de ces faisceaux rencontre une plaque photographique P et l'impressionne en donnant naissance à un « diagramme électronique ».

tement sur une plaque photographique. Les clichés 3, 4, 5 montrent quelques exemples caractéristiques de ces figures de diffraction ; et l'on ne peut qu'admirer l'extraordinaire puissance de cette méthode, si l'on songe que sur l'un quelconque de ces clichés — par exemple celui de la figure 4 — une distance de 2 cm entre deux taches de diffraction opposées correspond en réalité à une distance de l'ordre de 2 dix-millionièmes de millimètre entre atomes diffractants.

Ainsi donc, le diagramme de diffraction observé sur l'écran fluorescent ou enregistré sur la plaque photographique nous donnera immédiatement des renseignements sur la disposition des atomes dans le cristal étudié, en particulier sur leur distance, permettant ainsi une identification facile de celui-ci, même à l'état de traces. Mais ce n'est pas tout : l'analyse électronique nous donnera aussi des indications précieuses sur l'état plus ou moins cristallin du corps étudié, — allant de l'état amorphe jusqu'à l'état cristallin parfait, — sur la façon dont sont orientés les cristaux élémentaires qui le constituent et sur leurs déformations, par exemple à la suite de traitements thermiques ou mécaniques, — sur les modifications de structure

pouvant résulter de l'adsorption de gaz divers, de l'oxydation superficielle, de la corrosion, etc. On voit par cette simple énumération quel champ d'exploration presque illimité s'ouvre à cette nouvelle technique ; et son intérêt est d'autant plus grand que les résultats ainsi obtenus ne se confondent pas avec ceux fournis par la diffraction des rayons X, comme je l'ai signalé dans un article précédent de *La Science et la Vie* (1). Au contraire, elle prolonge ces derniers et elle fournit des renseignements particulièrement intéressants en ce qui concerne la nature et l'état de la surface des corps, dont l'étude est, à l'heure actuelle, d'une si haute importance, tant au point de vue pratique qu'au point de vue scientifique.

L'appareillage et les méthodes de l'analyse électronique

Le principe des appareils ayant été décrit précédemment (2), je n'y reviendrai pas ici,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 325.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 327.

(1) 1 angström = 1 dix-millionième de millimètre.

(2) La vitesse v d'un électron de charge e , soumis à une différence de potentiel V , est donné par la formule simple : $1/2 m v^2 = Ve$.

sinon pour ajouter quelques précisions supplémentaires. Un nouveau type d'appareil, qui fonctionne dans mon laboratoire de la Faculté des Sciences de Besançon, a été réalisé ; il présente, par rapport au modèle ancien, un certain nombre de perfectionnements importants ; c'est ainsi qu'une pièce assez compliquée, visible à la partie supérieure de la photographie (fig. 2), permet de manipuler de l'extérieur la substance à analyser, placée naturellement dans le vide absolu ; cette pièce, grâce à un système de rodages étanches au vide, donne la possibilité de déplacer la préparation examinée et de l'incliner dans toutes les directions, ce qui, entre autres, a l'avantage de faciliter l'exploration point par point de celle-ci au moyen du fin faisceau d'électrons extrait d'un filament incandescent. Ce nouvel appareil permet, en outre, d'enregistrer six diagrammes différents sans avoir à recharger en plaques photographiques, donc sans interrompre l'expérience en cours ; de plus, un gros progrès a été réalisé en rendant la cathode et son support facilement orientables au moyen de joints métalliques flexibles étanches au vide.

La haute tension continue est fournie par un générateur à tension constante du type utilisé en radiothérapie ; enfin, deux ou trois étages de pompes à grand débit permettent d'obtenir le vide parfait absolument indispensable, et cela malgré les dégagements de gaz ou de vapeurs inévitables.

Un mot encore sur les méthodes utilisées, qui sont au nombre de deux. On peut, en effet, faire traverser la préparation par le faisceau d'électrons explorateur (méthode dite « de transmission »), soit, au contraire, envoyer le faisceau électronique à la surface de la substance à étudier (méthode « de

réflexion »). La première méthode exige que l'on réalise des préparations d'une épaisseur extrêmement faible pour pouvoir être traversée par les électrons, qui sont très absorbables par la matière ; cette épaisseur ne doit, en aucun cas, dépasser le 1/10 de micron, ce qui nécessite des techniques très spéciales et très délicates pour la réalisation des échantillons. La seconde méthode (ré-

flexion) ne demande simplement qu'un polissage approprié de la surface, mais elle présente, d'autre part, des difficultés, car la diffraction des électrons incidents ne se produit que dans un domaine angulaire très réduit, de l'ordre de 1° à 2° seulement. Mais toutes ces difficultés ont pu être surmontées maintenant par les physiciens, et l'on peut dire que les deux méthodes sont utilisées couramment suivant l'étude en vue.

Quelques exemples d'applications pratiques de l'analyse électronique

Les problèmes étudiés au moyen de l'analyse électronique sont des plus divers et touchent à une quantité de phénomènes des plus variés : la diffraction des électrons constitue un

procédé d'investigation puissant qu'il convient d'utiliser pour beaucoup de recherches restées sans résultats avec d'autres méthodes. Je vais en donner quelques exemples choisis parmi les plus caractéristiques, en laissant de côté les applications d'ordre purement scientifique (1).

La structure cristalline des métaux

L'analyse électronique a été utilisée à de nombreuses reprises en vue de recherches

(1) Les lecteurs que la question intéresserait pourront consulter les deux fascicules de la Collection des Actualités Scientifiques (Hermann édit., Paris, n° 110 et 269) intitulés : *Les Preuves expérimentales de la Mécanique ondulatoire* et *La Diffraction des électrons*, par J.-J. TRILLAT.

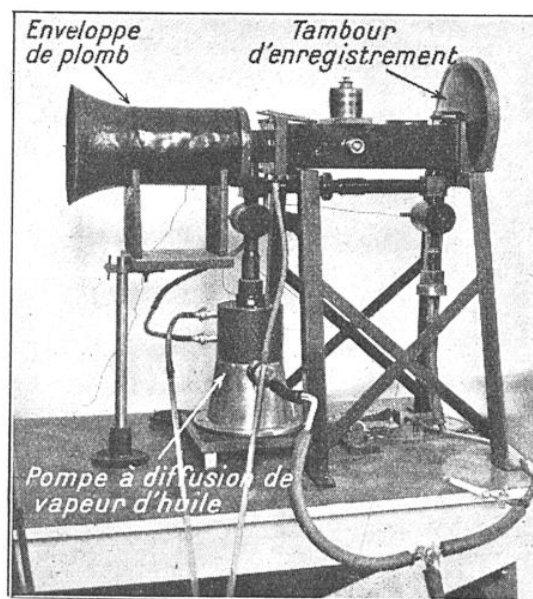


FIG. 2. — APPAREIL UTILISÉ POUR L'ÉTUDE DE LA DIFFRACTION DES ÉLECTRONS

A gauche, dans l'enveloppe de plomb, se trouve la partie productrice d'électrons, portée à un potentiel élevé (40 000 à 50 000 volts). La diffraction se produit dans le tube à section carrée et s'enregistre dans le tambour de droite. Sur le tube à section carrée, on aperçoit une pièce cylindrique servant à manipuler, de l'extérieur, les préparations étudiées. En bas, la pompe à diffusion de vapeur d'huile est destinée à assurer un vide complet.

sur la structure cristalline des métaux préparés dans diverses conditions. On conçoit aisément qu'il est facile de suivre ainsi les changements de structure provoqués soit par un mode de préparation spéciale (pulvérisation cathodique ou thermique sur des supports divers, électrolyse, laminage, étirage ou martelage, recuit, etc.), soit par des traitements superficiels divers (oxydation, attaque par des réactifs, polissage).

Prenons, par exemple, une feuille métallique quelconque obtenue par laminage. Cette opération a pour effet d'écrouir le métal, c'est-à-dire de provoquer la brisure des cristaux métalliques et leur orientation suivant une ou plusieurs directions privilégiées, et ceci d'autant plus que le traitement mécanique est plus poussé. Si l'on fait traverser une telle feuille par un fin faisceau d'électrons monochromatiques, le diagramme obtenu reflétera cette disposition orientée des petits cristaux élémentaires ; on obtiendra un cliché sur lequel figureront des arcs de cercle plus ou moins étendus, et la mesure de la longueur et de la position de ces secteurs permet de donner le degré de *fibrage* du métal laminé, ainsi que le mode d'orientation des cristallites. Renseignements précieux, car il est en relation directe avec les propriétés mécaniques du métal. La figure 3 (à gauche) est relative à une feuille d'argent fortement laminée et de structure très fibreuse.

On sait que le *recuit* a pour rôle de faire disparaître ces phénomènes d'orientation privilégiée des cristaux résultant d'une action mécanique préalable telle que le laminage, l'étirage, l'emboutissage, le martelage. A mesure que la température s'élève, les cristaux orientés se disposent au hasard, en même temps qu'ils grossissent ; et, de ce fait, la structure du métal redevient homogène, c'est-à-dire que sa résistance prend une valeur comparable dans les différentes directions, ce qui n'était pas le cas lorsqu'il présentait une structure fibreuse. Le

diagramme figure 3 (à droite) montre l'aspect de la figure de diffraction électronique pour une feuille métallique recuite ; ce cliché se rapporte à un gros grain provenant de la recristallisation et diffractant le faisceau d'électrons. Entre les deux étapes marquées par les figures 3 existe toute une série de structures intermédiaires ; l'analyse électronique permet de suivre directement cette évolution. J'ai même réussi récemment à effectuer le recuit de l'échantillon examiné dans l'appareil même qui sert à l'analyse électronique, et cela grâce à un petit four électrique fonctionnant dans le vide ; dans ces conditions on peut

suivre sur l'écran fluorescent, à chaque instant, la réorganisation des cristaux et leur évolution. Pour la première fois, on arrive ainsi à voir en quelque sorte le métal, avec ses atomes et ses cristaux, « vivre » sous ses yeux. Il est évident que cette technique est appelée à rendre de

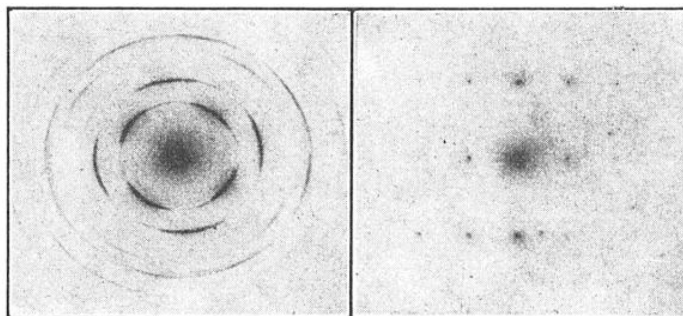


FIG. 3. — L'ANALYSE ÉLECTRONIQUE PERMET D'ÉTUDIER LA STRUCTURE CRISTALLINE DES MÉTAUX

A gauche : argent laminé (structure fibreuse et grains fins).
A droite : le même après recuit dans le vide ; les taches isolées sont l'indice de l'apparition de cristaux plus gros.

grands services au métallurgiste, qui pourra désormais étudier d'une façon extrêmement précise toutes les modifications, même les plus minimes, apportées au métal par des traitements thermiques divers.

L'oxydation superficielle et l'adsorption. L'activité catalytique

Suivant que le recuit s'effectue dans l'air ou dans un gaz inerte (azote, argon), il peut y avoir fixation de gaz, par exemple par suite d'une oxydation superficielle ou encore par adsorption.

Ici, les résultats obtenus depuis une année sont véritablement étonnants. J'ai trouvé, par exemple, qu'une feuille d'or, métal pourtant réputé inoxydable, recuite une heure à 500° à l'air donne naissance à un diagramme électronique d'un type nouveau, provenant d'une oxydation superficielle absolument indécélable par tout autre procédé (figures 4) ; de plus, un recuit à basse température, dans le vide ou bien dans un gaz inerte, amène, pour quelques

métaux, la formation d'une couche purement superficielle (épaisseur de l'ordre de quelques angströms), de structure différente de celle de la masse du métal.

Mais voici quelque chose de plus étonnant encore. Un savant anglais, le professeur Finch, a réussi à montrer que des gaz autres que l'oxygène pouvaient se fixer, s'adsorber, à la surface des métaux où ils viennent, en quelque sorte, cristalliser ; c'est-à-dire que leurs atomes se disposent d'une façon tout à fait régulière et périodique au sein du réseau du métal, en formant une sorte de combinaison instable détruite par la chaleur. Il paraît bien évident que ce phénomène nouveau, ainsi que celui qui a été signalé un peu plus haut, est en relation avec certaines propriétés catalytiques des métaux ; c'est une découverte surprenante et fort heureuse que la diffraction des électrons ait permis de se faire une idée de l'adsorption

des gaz par les métaux et soit ainsi destinée, selon toute probabilité, à jouer un rôle important dans l'élucidation du mécanisme de la catalyse hétérogène et dans l'étude de l'occlusion des gaz par certains dépôts métalliques comme ceux obtenus par électrolyse.

Du même point de vue, il convient de signaler les travaux du professeur G.-P. Thomson, qui s'est résolument attaqué à ce problème si important de la structure superficielle des métaux en relation avec leur activité catalytique. Le professeur Thomson a pu montrer, en étudiant des dépôts de platine obtenus par pulvérisation cathodique, que l'activité du métal dépendait de la méthode de préparation, et donc de la structure cristalline de celui-ci ; il paraît établi qu'une grande activité catalytique s'accompagne d'une structure cristalline imparfaite, résultat que l'auteur de ces lignes a, de son côté, également mis en évidence. De même, la moindre oxydation ou altération superficielle sera ainsi facilement détectée,

et l'on pourra même souvent définir le produit qui a ainsi pris naissance.

La structure des dépôts métalliques

Il est intéressant de connaître la structure de dépôts métalliques effectuée par les divers procédés tels qu'électrolyse, pulvérisation cathodique, pulvérisation thermique, etc. ; il est, en effet, certain que, suivant les conditions opératoires, la cristallisation s'effectue de façon différente et que l'orientation et la grosseur des grains varient. Là aussi, l'analyse électronique apparaît comme la méthode de choix, — la seule d'ailleurs lorsqu'il s'agit de l'étude de dépôts aussi minces. Supposons, par exemple, que l'on produise par vaporisation thermique une mince couche d'antimoine ou d'arsenic sur un film de nitrocellulose servant de support, et qu'on examine aux électrons la lame ainsi obtenue. Le dépôt frais est amorphe ; en observant la figure de diffraction

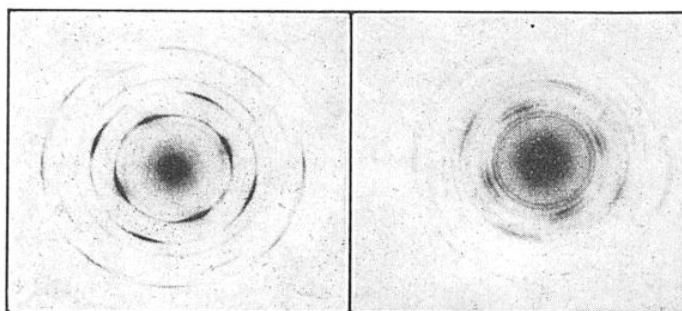


FIG. 4. — L'ANALYSE ÉLECTRONIQUE DÉCÈLE TRÈS NETTEMENT L'OXYDATION SUPERFICIELLE

A gauche, feuille d'or laminée (structure fibreuse à grains fins). A droite, la même recuite dans l'air. Il apparaît des anneaux supplémentaires dus à la formation d'un composé d'oxydation du métal, non décelable par tout autre moyen.

sur l'écran fluorescent, on constate que des plages cristallines apparaissent au bout de quelque temps, et après quelques heures, le dépôt entier est cristallisé ; les cristallites ne sont, d'ailleurs, pas orientés au hasard, mais tendent à former un seul cristal très plat dont un axe est normal au plan du film. De la même façon, on a pu étudier l'évolution de dépôts les plus divers ; c'est ainsi que les clichés 5 montrent le passage spontané en fonction du temps de l'état colloïdal à un état cristallisé et orienté qui aboutit finalement au cristal unique orienté ; ces diagrammes sont relatifs à un dépôt d'iodure de cadmium.

Le polissage des surfaces

Quelle est l'influence du polissage d'un métal sur sa structure ? On peut répondre à cette question en envoyant un pinceau d'électrons à la surface d'échantillons métalliques plus ou moins polis, et en étudiant les phénomènes de diffraction qui dépendent essentiellement de la structure cristalline.

En opérant de cette façon, on a pu établir qu'un métal décapé montre, en général, une structure polycristalline ; à mesure que le polissage augmente, les anneaux de diffraction deviennent graduellement diffus et sont remplacés finalement par deux larges anneaux indiquant la formation d'une couche amorphe, ou couche de Beilby ; la surface du métal n'est plus alors cristallisée, mais analogue à celle d'un liquide monoatomique. Ce problème important a fait l'objet d'un Congrès spécial qui s'est tenu à Londres en 1935, sous les auspices de la *Faraday Society* ; entre autres choses, il y a été montré que cette couche de polissage possédait la propriété remarquable de dissoudre les films cristallins métalliques qui y étaient disposés.

Une application pratique intéressante a été tirée de ces recherches. Le ministère de l'Air anglais a fait examiner les surfaces internes de chemises pour cylindres de moteurs d'avion ; certaines de ces chemises étaient neuves et prêtes à être mises en service, les autres avaient déjà des temps de service de 40 et de 140 heures. Après élimination de la couche d'huile protectrice, les surfaces des chemises neuves fournirent toutes des diagrammes correspondant à une structure cristalline de fer-alpha ; mais les surfaces des chemises usagées donnèrent, après dégraissage, le diagramme caractéristique de la couche amorphe de Beilby dont l'épaisseur était telle qu'il fallut plusieurs abrasions successives au papier émeri fin pour retrouver la structure cristalline normale du métal sous-jacent. Il apparaît donc ainsi que la mise en service

d'un moteur à explosion provoque la formation, à l'intérieur du cylindre, d'une couche amorphe, analogue à une surface liquide, dont la profondeur peut être considérable.

La contamination par les corps gras

Puisque nous en sommes à l'examen de surfaces métalliques soumises à des frottements, nous pouvons nous poser la question suivante : est-il possible, grâce à l'analyse électronique, de voir ce qui se passe lorsqu'une huile est déposée entre ces surfaces métalliques et joue son rôle de lubrifiant ? Des essais ont été tentés dans ce sens par l'auteur et les résultats auxquels il est parvenu sont bien curieux.

Considérons une surface métallique rigoureusement propre et, par surcroît de précautions, flambée légèrement. Une telle surface, examinée aux électrons, fournit seulement le diagramme du métal ; tou-

chons-la légèrement avec le doigt, ou encore déposons en l'un de ses points une trace infinitésimale d'un corps gras (huile, acide gras, carbure, etc.) ; on constate qu'au bout d'un temps variable, qui peut être de quelques heures ou de quelques jours, la surface métallique entière est envahie par le corps gras, même si celui-ci provient du simple contact d'un doigt. Ainsi donc, le corps gras « marche » littéralement sur le métal et le contamine peu à peu ; et, en ce faisant, il s'enracine profondément en orientant ses molécules perpendiculairement à la surface du métal (fig. 6) qui se trouve ainsi recouvert d'une véritable forêt de molécules organiques, dressées parallèlement les unes

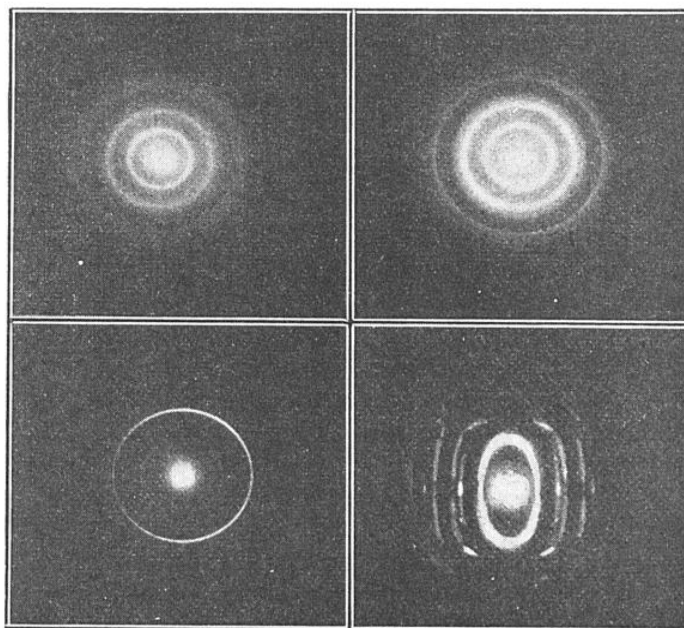


FIG. 5. — L'ÉVOLUTION D'UN PRÉCIPITÉ D'IODURE DE CADMIUM, DÉCELÉE PAR L'ANALYSE ÉLECTRONIQUE. En haut, à gauche : état colloïdal ; en haut, à droite : début de la croissance spontanée des cristaux et de l'orientation. En bas, à gauche : cristallisation et orientation complète. En bas, à droite : aspect que prend le diagramme lorsque le faisceau électronique traverse obliquement (et non plus normalement) la préparation.

aux autres, qui lui donnent un peu l'aspect d'un tapis-brosse. L'analyse électronique m'a permis de suivre dans tous ses détails ce curieux phénomène, qui se localise dans des couches d'une extrême ténuité puisque leur épaisseur ne dépasse pas une centaine d'angströms soit 1 cent-millième de millimètre ! Il a même été possible d'en tirer la distance entre les atomes de carbone qui constituent le lubrifiant. Le diagramme 7 est relatif à une surface métallique ainsi contaminée ; outre le diagramme du métal, on y aperçoit, au voisinage du centre, des points fins dus précisément à la diffraction provoquée par cette couche graisseuse invisible.

Le graissage

Il résulte de là qu'il est presque impossible de savoir ce qu'est vraiment une surface métallique, puisque, malgré tous les soins, cette surface se souille spontanément par le moindre contact accidentel en un seul de ses points. De plus, on a là un moyen nouveau et très précieux d'étudier la propagation et l'adhésion d'huile de graissage sur des métaux : en effet, l'expansion et l'orientation ne se font pas de la même façon, ni à la même vitesse, suivant la nature du lubrifiant et suivant celle du métal. Un auteur anglais, Murison, a même pu ainsi en déduire des règles auxquelles doivent satisfaire des huiles pour constituer de bons lubrifiants, adhérents et onctueux ; en particulier, il a montré que des mélanges d'hydrocarbures étaient préférables à des hydrocarbures purs, et qu'une huile de graissage était d'autant meilleure que la longueur moyenne de ses molécules était plus grande ; nous voici, comme l'on voit, en plein domaine pratique.

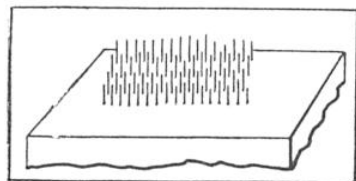


FIG. 6. — SCHÉMA DE LA DISPOSITION DES MOLÉCULES GRASSES SUR LA SURFACE D'UN MÉTAL CONTAMINÉ
Les molécules, de longueurs différentes, se dressent perpendiculairement à la surface métallique, en affectant la disposition des poils d'un tapis-brosse, dans lequel les poils ne seraient pas tous de même longueur, mais seraient plantés régulièrement (en quinconces).

Ce genre d'études, qui n'est encore qu'à ses débuts, paraît plein de promesses : tous les jours, on s'aperçoit qu'on peut en tirer de nouveaux résultats applicables à la technique. C'est ainsi que des recherches effectuées récemment dans mon

laboratoire, m'ont conduit à trouver des procédés susceptibles d'abaisser de 60 % les coefficients de frottement.

Mais ce n'est pas tout. On sait la vogue croissante du procédé qui consiste à ajouter à une huile de graissage une petite quantité de graphite colloïdal.

Le graphite, en effet, de par sa structure feuilletée, est par lui-même un excellent lubrifiant qui vient se fixer sur les surfaces métalliques et empêche tout grippage ultérieur ; malheureusement, il y a graphite colloïdal et graphite colloïdal, et si ce corps n'est pas préparé et stabilisé dans des conditions particulièrement minutieuses, il peut se produire des catastrophes, comme, par exemple, le bouchage de conduits ou de pattes d'araignées. Actuellement, cependant, il existe une qualité particulière de graphite colloïdal, préparé en Angleterre, et qui porte le nom d'« aquadag » ou d'« oildag », qui paraît à l'abri de ces reproches. Il était intéressant d'étudier par diffraction électronique ce qui se passe lorsque ce graphite en suspension colloïdale dans l'eau ou dans l'huile, est mis en contact d'une surface métallique. Eh bien ! on a pu montrer par la diffraction des électrons (et les rayons X) que ces particules se fixaient sur le métal en s'orientant de façon telle que leur plan de clivage (ou de glissement aisé) se dispose parallèlement à la surface à lubrifier ; c'est justement là la condition idéale ; au contraire, avec une suspension de graphite ordinaire, les particules sont disposées au hasard. Ces résultats expliquent immédiatement certaines différences bien connues dans les propriétés de ces films de graphite ; ainsi les films préparés à partir de solutions colloïdales sont de meilleurs lubrifiants, ils sont plus facilement mouillés par l'huile et ont un pouvoir d'adhésion plus grand que ceux obtenus à partir de suspensions ordinaires de graphite.

Enfin, le frottement prolongé fait « ressortir » à l'état de graphite le carbone con-

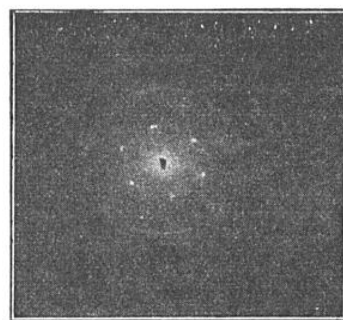


FIG. 7. — DIAGRAMME D'UN MÉTAL RECOUVERT D'UNE COUCHE EXTRÊMEMENT MINCE DE CORPS GRAS

Le corps gras est responsable des taches isolées ; le métal, des anneaux visibles sur le cliché.

tenu en solution solide dans le fer. Ainsi, prenons une surface polie d'acier moulé de la qualité employée pour les cylindres de moteur à combustion interne, et frottons-la légèrement avec du papier émeri n° 0000. L'examen aux électrons, sous incidence rasante, donne les caractéristiques d'un *diagramme de graphite*, sans la moindre trace de diagramme de fer. L'acier doux, au contraire, traité de la même façon, fournit le diagramme ordinaire de fer-alpha : donc, dans le cas de l'acier moulé, le frottement fait ressortir le graphite occlus et l'étale sur la surface, où il agit comme une couche lubrifiante protégeant le fer de l'abrasion. La fonte agit de même, et cela explique les propriétés plus « onctueuses » de ce métal ; il est ainsi possible de prévoir qu'un jour l'on arrivera à préparer des métaux dont la surface sera, en quelque sorte, « autolubrifiante », tout en conservant cependant une dureté suffisante.

Les laboratoires spécialisés dans l'analyse électronique

Les quelques exemples que nous avons cités permettent de se rendre compte des possibilités de l'analyse électronique. Actuellement, un certain nombre de laboratoires se sont outillés en vue de ces recherches et travaillent à la solution de problèmes scientifiques et techniques. Parmi les principaux, citons : le laboratoire du professeur G. - P. Thomson, à l'*Imperial College of Science and*

Technology, à Londres ; celui du professeur H. Mark, à Vienne, plus spécialisé dans les questions de structure moléculaire ; celui du Service des Recherches du ministère de l'Air, à Paris, dirigé par M. Fournier (fig. 8) et qui constitue certainement l'une des plus belles installations du monde ; enfin, le laboratoire de l'auteur de ces lignes, à l'Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Besançon, qui est doté de deux analyseurs électroniques ainsi que de plusieurs installations pour l'étude des rayons X et de leurs applications.

Pour terminer, il me reste à émettre un vœu : à savoir que les laboratoires français de recherches, déjà spécialisés et travaillant souvent d'une façon dispersée et avec des moyens insuffisants, soient autant que possible groupés en quelques grands centres ; ce vœu, je l'espère, est sur le point

d'être réalisé, puisque M^{me} Joliot-Curie et le professeur Perrin, sous-secrétaires d'Etat à la Recherche Scientifique, ont annoncé récemment la constitution de centres de recherches puissamment outillés et susceptibles de recevoir de nombreux chercheurs désirant se spécialiser dans telle ou telle technique.

Il est hors de doute qu'un pareil projet constituera un immense progrès en groupant des activités éparses et en permettant d'en tirer le maximum de rendement dans l'intérêt même du pays.

J.-J. TRILLAT.

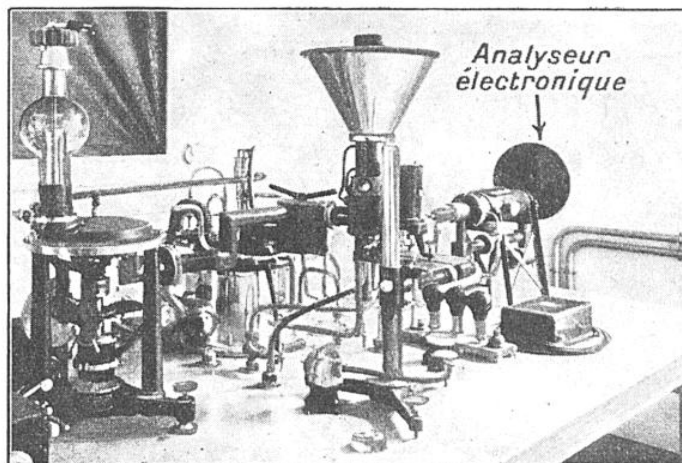


FIG. 8. — UN COIN DU LABORATOIRE DE RAYONS X DU MINISTÈRE DE L'AIR AVEC, AU FOND A DROITE, UN APPAREIL POUR L'ANALYSE ÉLECTRONIQUE

L'un des problèmes les plus difficiles à résoudre pour l'aviation réside dans la protection des appareils, alors que ceux-ci sont encore au sol. Une expérience vient d'être tentée à ce sujet en Angleterre : chaque avion est remisé dans un hangar *individuel*, camouflé, par exemple, en grange (comme celles de la campagne environnante) et le toit est en chaume. De cette façon, l'observateur aérien ne sait quelles sont les granges qui renferment des avions.

LE RADIORECEPTEUR DE 1937 SERA PLUS MUSICAL (FIDÉLITÉ), PLUS AUTOMATIQUE (RÉGLAGE), MOINS PARASITE (NEUTRALISATION)

Par C. VINOGRADOW
INGÉNIEUR RADIO E. S. E.

Depuis que le montage à changement de fréquence (superhétérodyne) a donné au radiorecepteur la sensibilité, la puissance et la sélectivité indispensables à l'audition distincte des émissions même lointaines, les techniciens ont orienté leurs recherches vers une amélioration de cette audition et une simplification de plus en plus grande des manœuvres de réglage. La Science et la Vie a exposé, au fur et à mesure de leur apparition, les nombreux et ingénieux perfectionnements qui ont abouti au poste moderne dont les qualités sont de plus en plus remarquables, même pour un prix moyen, de l'ordre de 1 000 à 1 500 f. Une des principales tendances de la construction actuelle consiste, en effet, à faire bénéficier tous les récepteurs de dispositifs réservés il y a seulement quelques années aux appareils dits « de luxe ». Ceux-ci se distinguent encore par des nouveautés techniques souvent plus coûteuses telles que le réglage automatique. Il faut signaler aussi le soin apporté à la partie « électroacoustique », grâce à l'accroissement de la puissance et de la qualité des haut-parleurs, d'une part, aux montages spéciaux des circuits basse fréquence, d'autre part. Voici, précisément, deux nouveaux types de lampes (lampe à électrode flottante et lampe à faisceau électronique) qui éliminent toute déformation (distorsion) due à la basse fréquence, tout en assurant une grande puissance. Par ailleurs, il faut noter le développement du réglage visuel (« œil cathodique » en Europe, « colorama » aux Etats-Unis), le réglage total par la commande unique et la confirmation du réglage automatique. Enfin, l'utilisateur dispose maintenant de plusieurs moyens efficaces pour lutter contre les parasites industriels (lampe de neutralisation, antenne antiparasite).

L'ÉVOLUTION continue du radiorecepteur se caractérise aujourd'hui par la tendance très nette vers une amélioration de la qualité, notamment pour les postes bon marché, où jadis tout était sacrifié à l'abaissement du prix. Nous assistons à un véritable « nivellement par le haut » pour les appareils de *bonne marque*, les récepteurs dits « de luxe » se distinguant par les perfectionnements coûteux apportés en particulier au système de réglage. Le tableau page 41 indique les caractéristiques d'un bon récepteur de série et celles d'un appareil de prix élevé.

Il faut signaler aussi l'accroissement de la puissance et de la fidélité des haut-parleurs ainsi que l'étude poussée des circuits basse fréquence, où l'on rencontre de plus en plus des circuits équilibrés du type « push pull » qui réduisent considérablement la distorsion.

Dans le domaine des lampes, comme dans celui de la construction proprement dite, voici les nouveautés qui méritent d'être examinées.

L'emploi des lampes tout métal se répand aux Etats-Unis

Nous avons signalé déjà (1) l'apparition des lampes entièrement métalliques, dont les avantages bien connus sont : la solidité mécanique, le blindage électrostatique intégral, la disposition des broches du culot évitant toute fausse manœuvre pour leur mise en place, la constance de leurs caractéristiques et le faible prix de revient. Ces lampes sont actuellement établies pour tous les types actuellement en usage et se répandent de plus en plus aux Etats-Unis, alors qu'elles rencontrent encore une certaine résistance en Europe.

Voici deux nouveaux types de lampes basse fréquence

Les lampes équipant les postes ont généralement les mêmes caractéristiques que celles de 1935. Néanmoins, il faut noter l'emploi de deux lampes amplificatrices

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 228, page 475.

	Caractéristiques communes à la majorité des récepteurs	Caractéristiques ne se rencontrant que dans les appareils « de luxe »
MONTAGE	Superhétérodyne à lampe heptode ou octode.	Superhétérodyne à oscillatrice séparée.
LONGUEUR D'ONDE	16 à 51 m; 200 à 600 m; 800 à 2 000 m.	Gamme ininterrompue de 15 à 2 000 m.
RÉGLAGES	Gammes d'onde. Accord. Mise en marche et puissance. Sélectivité variable. Tonalité variable.	Accord silencieux. Accord à distance. Accord automatique.
PERFECTIONNEMENTS DIVERS	Antifading retardé. Accord visuel. Démultiplication double. Cadran à visibilité totale. Prise pour pick-up. Bande passante de 50 à 7 000 pér/s. Détection par diode. Puissance de 2 à 4 W.	Correction automatique d'accord. Tourne-disque. Changement automatique des disques. Double haut-parleur. Compensation des notes basses. Bande passante de 30 à 10 000 pér/s. Antifading amplifié. Lampe antiparasite. Puissance de 4 à 10 W.

CARACTÉRISTIQUES D'UN BON RÉCEPTEUR « DE SÉRIE » ET D'UN APPAREIL « DE LUXE »

basse fréquence dont les caractéristiques et la conception électrique particulière sont aussi originales qu'intéressantes. Une de ces lampes, la *6 B 5*, créée au cours de la saison dernière, commence seulement à voir son emploi se généraliser. L'autre, la *6 L 6*, est d'une conception toute récente.

Qu'est-ce que la lampe à électrode flottante ?

L'emploi en amplificatrice de la lampe triode ordinaire bien connue (fig. 2) peut être une cause de déformations. En effet, si, pendant les alternances positives de la tension appliquée à la grille, cette dernière devient plus positive que la cathode de la lampe, les électrons s'échappent de cette dernière et établissent un courant entre

la cathode et la grille. Dans ces conditions, la tension positive de la grille ne peut plus atteindre sa valeur maximum, car la grille est déchargée d'avance par les électrons négatifs. On dit que les *alternances positives* seront *aplaties* par le *courant-grille*. Cet aplatissement se traduit par une déformation des oscillations reproduites par la lampe. Pour l'éviter, il faut, soit confiner les amplitudes des tensions attaquant la grille dans la partie négative de sa caractéristique (*o a* fig. 2), — ce qui limite considérablement l'emploi possible de la lampe, — soit augmenter la tension-plaque pour déplacer la caractéristique (en *o₁ - b₁* fig. 2), ce qui présente également certains inconvénients et d'ailleurs n'est pas toujours possible avec les

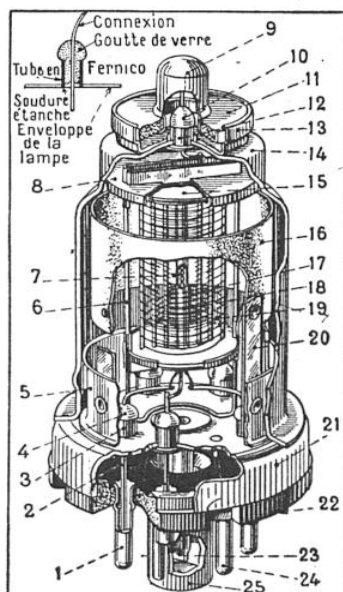


FIG. 1. — DESSIN EN COUPE MONTRANT LES ÉLÉMENTS D'UNE LAMPE « TOUT MÉTAL »
 1, broche de contact; 2, connexion entre la broche et la lampe; 3, tube en fénico; 4, gouttelette de verre; 5, support circulaire; 6, colonnette de fixation; 7, cathode chauffée indirectement; 8, écran protégeant la grille; 9, broche supérieure; 10, gouttelette de verre; 11, plaque isolant la broche supérieure; 12, tube en fénico; 13, support de la broche supérieure; 14, paroi métallique extérieure; 15, pont de montage; 16, plaque; 17, grille de commande; 18, grille écran; 19, grille de charge; 20, support isolant de plaque; 21, base métallique; 22, base en matière isolante; 23, broche de contact; 24, tube servant au pompage; 25, ergot de guidage. — En haut, à gauche, détail de l'entrée d'une connexion. L'alliage fénico se comporte comme le verre sous l'influence de la température.

postes récepteurs dont la haute tension est rarement supérieure à 250 volts.

La lampe 6 B 5 a été spécialement établie dans le but de permettre à la grille de la lampe triode de travailler dans la région des courants positifs, sans introduire un amortissement quelconque dans le circuit d'attaque. Elle constitue en réalité une association de deux lampes triodes montées en série. Supposons, en effet, que nous ayons un système de deux triodes connectées suivant le schéma de la figure 3. Le courant-plaque de la première

lampe suit le chemin : $(+HT)$

- $a - b - c - d - p_1 - c_1 - R - f$ et $(-HT)$. Ce courant produit une chute de tension le long de la résistance R , et la grille g_1 reste constamment négative par rapport à sa cathode C_1 . L'espace $g_1 - c_1$ présente donc une résistance presque infinie, et l'amortissement du circuit d'attaque est négligeable.

Si, maintenant, on applique une tension alternative à la grille g_1 , le courant-plaque de la première lampe varie. Il augmente avec les alternances positives et diminue avec les alternances négatives. Les variations de chute de tension qu'il provoque dans la résistance R (entre e et f) repré-

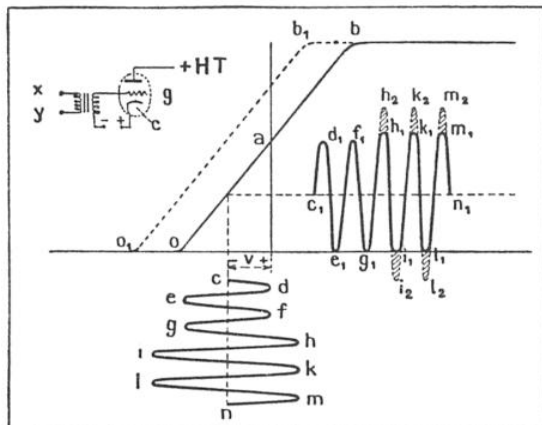


FIG. 2. — PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DE LA LAMPE TRIODE ORDINAIRE

La lampe triode ne reproduit d'une façon parfaite les oscillations appliquées à sa grille que si l'amplitude de ces dernières est suffisamment faible pour ne donner que le courant-grille ($c d e f g$). Pour les amplitudes plus grandes ($h i k l m$), le courant-plaque sera reproduit avec une certaine déformation ($h_2 i_2 k_2 l_2 m_2$).

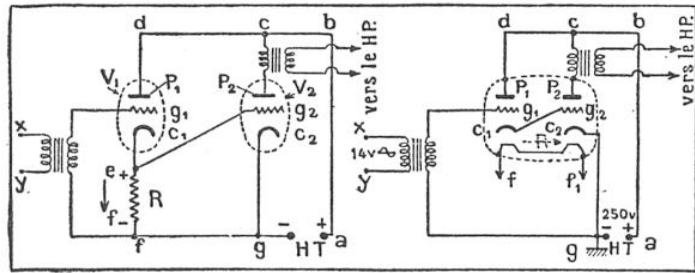


FIG. 3. — PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DE LA LAMPE A ÉLECTRODE FLOTTANTE (A GAUCHE) ET RÉALISATION DU MONTAGE DE LA LAMPE 6 B 5 (A DROITE)

A gauche : V_1 , triode d'attaque utilisée uniquement pour permettre à la deuxième triode V_2 de travailler sans distorsion. — A droite : les deux triodes sont réunies en une seule lampe pour former la 6 B 5.

sentent finalement l'image même des oscillations appliquées à la grille de la lampe (1).

Pour traduire les chutes de tension variable ainsi provoquées dans R en courants également variables amplifiés, on connecte les extrémités e et f de R à la grille g_2 et à la cathode c_2 de la deuxième lampe. Les variations du courant-plaque de celle-ci étant l'image amplifiée des variations de sa tension grille reproduisent exactement la forme de la tension alternative appliquée à la grille d'entrée g_1 de la première lampe (2).

En pratique, les deux lampes séparées du montage ci-dessus sont réunies dans une enveloppe unique (fig. 3). La résistance cathode de la première lampe est supprimée et remplacée par celle offerte par l'espace entre les cathodes des deux lampes. Le circuit-plaque de la lampe d'attaque est alors : $(+HT) - a - b - c - d - p_1 - C_1 - C_2 - g - (-HT)$, tandis que celui de la plaque de la lampe amplificatrice devient : $(+HT) - a - b - c - p_2 - c_2 - g - (-HT)$. L'espace $C_1 - C_2$ joue donc le rôle de la résistance R du schéma 3, et la jonction entre la résistance et la grille g_2 est effectuée à l'intérieur

(1) Il faut noter que, lors des alternances positives, le courant-plaque et, par conséquent, la chute le long de R augmentent. La polarisation négative de la grille g_1 déterminée par cette chute, augmente également. Cet accroissement automatique de la polarisation empêche donc la grille d'atteindre les régimes positifs de sa caractéristique et évite, par conséquent, tout amortissement dans les circuits d'attaque.

(2) Bien que la grille g_2 reste constamment positive par rapport à sa cathode, elle n'introduit aucun amortissement dans le circuit d'attaque qui est ici la résistance R . En effet, le courant-plaque parcourant cette résistance est infiniment plus fort que le courant parasite circulant entre la grille et la cathode de la deuxième lampe. En choisissant d'une façon convenable les caractéristiques de deux lampes, on peut, grâce au montage exposé, obtenir une amplification considérable pour les tensions-plaques relativement faibles.

même de la lampe. Comme on peut le voir, la cathode C_1 et la grille g_2 n'étant reliées à aucune borne extérieure restent « flottantes ».

La lampe *6 B 5* permet, comme cela vient d'être indiqué, de réaliser sans aucune déformation la puissance de 5 à 8 watts pour des tensions-plaques et des amplitudes d'entrée analogues à celles qu'on applique à des lampes de sortie ordinaire.

Toutefois, dans certains cas, — en particulier pour de grands récepteurs munis de pick-up et alimentant plusieurs haut-parleurs de tonalités différentes, — cette lampe peut être insuffisante. Une toute nouvelle lampe, la *6 L 6*, à faisceau électronique, montée en « push pull », semble convenir particulièrement, à moins qu'on ne préfère monter deux *6 B 5* en « push pull ».

La lampe à faisceau électronique

La lampe *6 L 6* appartient à la série « tout métal ». Contrairement aux autres lampes, elle ne laisse pas les électrons issus de la cathode libres de se propager dans tous les sens, mais les canalise en deux faisceaux opposés. Ne possédant qu'une grille de commande et une grille-écran, elle fonctionne néanmoins comme une lampe à trois grilles ou lampe pentode.

On sait que les pentodes se caractérisent par la présence d'une troisième grille, voisine de la plaque, appelée « grille de suppression ». Son rôle consiste à former dans le voisinage de l'anode une zone négative, destinée à renvoyer vers la plaque les électrons vagabonds arrachés à cette dernière par le bombardement cathodique venu de la cathode.

Voici comment est constituée une lampe *6 L 6* représentée en plan sur la figure 4. La grille de commande et la grille-écran

entourant la cathode ont une forme elliptique. En face de leurs extrémités se trouvent des plaques métalliques, ou « déflecteurs », connectées à la cathode et qui, par conséquent, tendent à repousser les électrons issus de celle-ci. Sous l'action des « déflecteurs », les électrons se resserrent en deux faisceaux relativement étroits dirigés vers la plaque formée par l'enveloppe métallique même de la lampe (les parties arrondies de l'enveloppe reçoivent chacune un des deux faisceaux électroniques). La grande concentra-

tion des électrons à l'intérieur des faisceaux crée une charge négative d'espace qui se superpose au champ positif de plaque, le diminue ou même l'annule.

Dans la zone de potentiel nul se forme donc un nuage d'électrons qui, sans empêcher les électrons rapides émis par la cathode d'atteindre la plaque, repousse énergiquement les lents électrons secondaires issus de la plaque. Cette zone neutre S constitue donc

une véritable grille de suppression. Par conséquent, la lampe *6 L 6*, simple lampe à écran, non seulement fonctionne comme une lampe pentode, mais offre certains avantages sur cette dernière, car elle élimine l'action déformante des fils et supports de la « grille de suppression » utilisée dans les lampes pentodes ordinaires.

Utilisée seule, elle permet de réaliser des puissances de 6 ou 7 watts ; mais en montage « push pull », avec deux lampes *6 L 6* et une tension-plaque normale de 250 volts, on peut obtenir près de 14 watts avec une fidélité remarquable. Le schéma donné par la figure 4 montre l'utilisation de deux lampes *6 L 6* soit derrière un pick-up, soit derrière un récepteur superhétérodyne pour l'amplification de la basse fréquence.

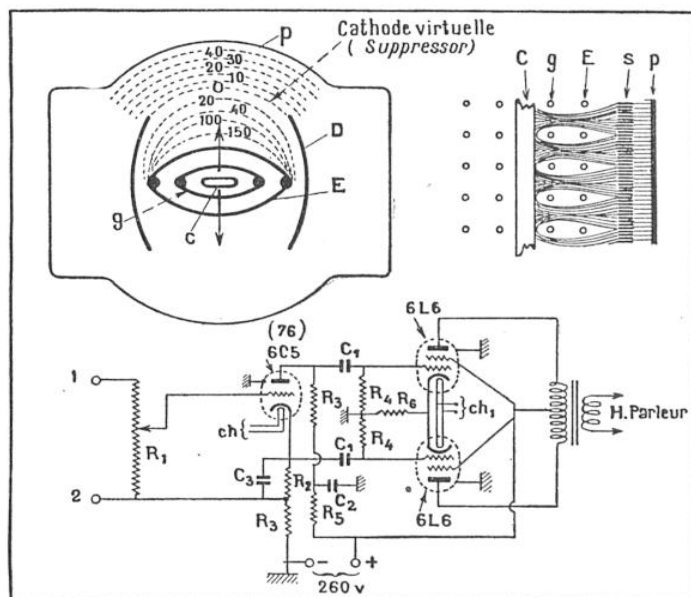


FIG. 4. — LA LAMPE A FAISCEAU ÉLECTRONIQUE

En haut, à gauche, représentation du champ électrique dans une lampe *6 L 6*, et à droite, chemin parcouru par les électrons. En bas, montage d'un amplificateur BF à deux lampes *6 L 6*.

Les plus récents procédés pour obtenir un accord précis

La sélectivité des récepteurs modernes est telle que tout désaccord avec la fréquence à recevoir se traduit immédiatement par une déformation plus ou moins prononcée. Le réglage de l'accord doit donc être très exactement réalisé. Aussi a-t-on cherché, d'une part, à le rendre aussi facile que possible et, d'autre part, à indiquer *automatiquement* à l'opérateur le point où cette condition est réalisée.

Les indicateurs visuels d'accord, tubes au néon, milliampèremètres à aiguille ou à ombre furent les plus utilisés. Voici deux nouveaux systèmes fort pratiques qui paraissent actuellement très en faveur.

Qu'est-ce que

l'« œil cathodique » ?

Un nouvel indicateur d'accord, portant généralement le nom d'« œil cathodique », se présente comme une lampe ordinaire en forme de tube cylindrique portant à son sommet un disque transparent couvert d'une matière devenant fluorescente sous l'action d'un bombardement cathodique (fig. 5). La cathode c, à chauffage indirect, est située en face de l'écran fluorescent E disposé à l'extrémité opposée de la lampe. Devant la cathode se trouvent une grille g et une plaque P, analogues à celles des triodes ordinaires. La plaque est électriquement solidaire d'une troisième électrode d appelée « déflecteur » disposée entre la cathode et le disque fluorescent. Le déflecteur se présente en forme de croix.

Le disque fluorescent et la plaque sont réunis à la source de haute tension. Le premier, directement ; la seconde, à travers une résistance élevée R. Les électrons issus de la cathode passent à travers l'électrode de déflection et bombardent le disque, le rendant fluorescent sur toute sa surface, sauf sur la zone d'ombre projetée par le déflecteur.

Quand la tension de grille est voisine de

zéro, le courant qui parcourt le circuit-plaque détermine une chute de tension dans la résistance R et diminue ainsi fortement la tension réelle appliquée à la plaque. La tension de l'électrode de contrôle solidaire de la plaque est alors voisine de celle de la cathode. Cette électrode empêche les électrons d'atteindre le disque et son « ombre électrique » couvre presque toute la surface de ce dernier.

Quand, au contraire, la grille devient négative, le courant-plaque diminue ; les tensions de la plaque et de l'électrode de déflection restent sensiblement égales à celle de l'écran. L'ombre due au déflecteur se rétrécit et laisse la fluorescence envahir la plus grande partie du disque-écran. L'accord est alors réalisé.

Une variation de 4 volts environ suffit pour faire varier de son minimum à son maximum la luminosité du disque. C'est le circuit antifading qui, réuni à la grille, fournit

à cette dernière la tension variable nécessaire pour le fonctionnement de l'« œil électrique ».

En Amérique, voici le « Colorama »

Un autre indicateur d'accord, non encore introduit en Europe, mais employé déjà sur les

récepteurs américains, est connu sous le nom de *Colorama*. Voici son principe :

Des lampes ordinaires à incandescence rouges et vertes sont placées derrière le cadran semi-transparent portant les noms des stations. Loin de l'accord, les lampes rouges prédominent, tandis que les lampes vertes sont presque éteintes. Au moment de l'accord exact, au contraire, les lampes vertes éclairent au maximum et les lampes rouges sont presque éteintes. Par conséquent, lors de la manœuvre d'accord, l'éclairage varie du rouge au vert en passant par le blanc, dans le voisinage de l'accord, au moment de l'équilibre des deux lumières rouge et verte.

Les lampes sont alimentées par le courant alternatif sous faible voltage et sont réunies (fig. 6) en deux groupes séparés. Les lampes rouges sont branchées en deux

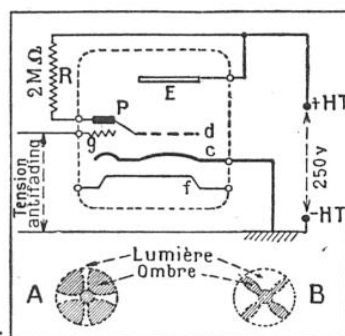


FIG. 5. — SCHÉMA DE L'ŒIL CATHODIQUE
A, aspect de l'écran E en l'absence d'émission ;
B, aspect de l'écran au moment de l'accord ;
E, écran fluorescent ; P, plaque de la partie triode ; g, grille de la partie triode ; c, cathode ;
d, électrode de contrôle ; f, élément chauffant. —
C'est la variation de tension entre g et la terre qui
produit la variation d'éclairement de l'écran
fluorescent E. Une tension négative de - 4 volts
suffit pour l'éclairement maximum.

circuits parallèles, tandis que les lampes vertes sont connectées en série. Une self à fer placée en parallèle avec le groupe de lampes vertes comporte un deuxième enroulement intercalé dans le circuit-plaque d'une lampe pentode. En faisant varier ce courant-plaque, on modifie la saturation du noyau de fer et, par conséquent, l'impédance qu'il présente au passage du courant alternatif.

Le courant-plaque de la lampe de commande est évidemment fonction de sa tension grille, qui, elle-même, comme le montre le schéma, est fournie par le circuit antifading du récepteur. Quand celui-ci est désaccordé, son circuit antifading se trouve au même potentiel que la masse de l'appareil. La grille g de la lampe de commande V se trouve, par conséquent, au même potentiel que sa cathode c . Il en résulte un courant-plaque relativement intense, saturant le noyau de la self et réduisant notablement son impédance. Le courant alternatif ayant traversé les lampes rouges ne rencontre à ce moment qu'un bien faible obstacle présenté par la self. Il déserte le chemin

relativement résistant fourni par le groupe des lampes vertes, et passe par les lampes rouges qui brillent avec leur éclat maximum. Au moment de l'accord exact, au contraire, le circuit antifading polarise négativement la grille de la lampe de commande et entraîne ainsi une diminution de son courant-plaque parcourant l'enroulement de la self. Par conséquent, il accroît l'impédance de cette dernière. Presque tout le courant passe dans le groupe des trois lampes vertes qui à leur tour brillent avec leur éclat maximum.

Voici le réglage total par bouton unique

Parmi les innovations dans le domaine du réglage, il y a lieu également de mentionner le bouton à réglage conjugué équipant les appareils d'une marque hollandaise. Ce bouton s'apparente par son mécanisme au « manche à balai » des avions. Il permet de régler non seulement la position du cadran, mais en même temps la puissance et la tonalité du récepteur.

Le bouton de réglage transmet son mouvement de rotation au dispositif de démultiplication par l'intermédiaire d'un cardan (fig. 7). Par conséquent, il peut être à la fois manœuvré comme un bouton ordinaire et incliné dans tous les sens. Une demi-sphère, ou cloche, solidaire du bouton appuie sur deux leviers de commande liés aux câbles souples de transmission manœuvrant chacun un organe de réglage. Le levier supérieur fait varier la puissance de la réception et le levier latéral modifie sa tonalité. On règle donc tout d'abord le récepteur en tournant le bouton comme dans un appareil ordinaire, puis on modifie l'audition en inclinant le bouton.

Où en est le réglage automatique ?

Les deux solutions suivantes paraissent se confirmer en vue de la réalisation du réglage automatique. La première consiste à munir chaque circuit accordé d'un certain

nombre de petites capacités ajustables réglées d'avance, chacune à une valeur déterminée. Dans chaque circuit, un sélecteur mécanique ou électrique, commandé de pré-

férence à distance, choisit celles de ces capacités qui donnent l'accord correspondant à la station désirée (fig. 8).

La deuxième solution a recours à de petits moteurs électriques qui actionnent le rotor du condensateur variable et l'arrêtent à la position déterminée correspondant à l'accord de la station cherchée (fig. 9).

La précision de l'étalonnage des cadrans s'accroît

Que les cadrans soient ronds, comme en Amérique, ou rectangulaires, comme en Europe, en verre ou en matière transparente, ils portent toujours imprimés ou gravés les noms des stations que le poste est capable de recevoir. L'exactitude de leur étalonnage est aujourd'hui satisfaisante : le réglage s'obtient exactement sur les repères correspondant aux divers émetteurs.

Ce résultat est obtenu en grande partie grâce aux progrès réalisés dans l'établissement des circuits accordés, en général, et des bobines de self-induction, en particulier.

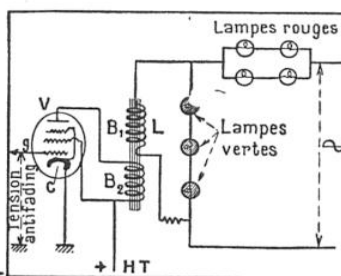


FIG. 6. — SCHÉMA DU « COLORAMA »

Quand le récepteur est désaccordé, ce sont les lampes rouges qui s'allument, car, sous l'influence de la tension antifading, la self L se trouve diminuée. Au moment de l'accord, ce sont les lampes vertes qui s'allument au maximum et les lampes rouges s'éteignent presque.

L'emploi du fer pulvérisé, de plus en plus répandu dans la construction des bobinages, améliore les qualités électriques des bobines. Les noyaux en matière magnétique grâce à l'emploi de l'entrefer réglable permettent de faire varier aisément la self-induction, ce qui facilite grandement l'« alignement » des divers circuits du récepteur dans certains modèles. La bobine est complètement enfermée dans un noyau magnétique ayant la forme d'un pot. Le rayonnement et le couplage parasite sont éliminés, ce qui rend inutile l'emploi des blindages.

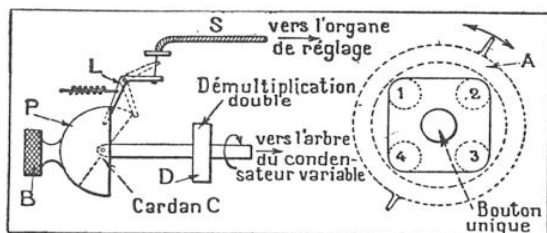


FIG. 7. — SYSTÈME DE COMMANDE UNIQUE
En tournant le bouton B, on actionne le dispositif de démultiplication D qui tourne le condensateur variable. Le bouton B peut être incliné dans toutes les positions, le cardan double C lui permettant de commander le condensateur dans toutes les positions. En inclinant le bouton, on déplace la cloche demi-sphérique P, dont le rebord appuie sur le levier L. Ce dernier, par l'intermédiaire de la commande souple S, règle les organes de réglage appropriés. — A droite, résultats donnés par la position du bouton B : 1, reproduction forte, tonalité grave ; 2, reproduction faible, tonalité aiguë ; 3, reproduction faible, tonalité grave. Le déplacement du collier A permet de changer les gammes, de passer sur la reproduction du pick-up ou d'arrêter le poste.

Certains constructeurs utilisent des selfs ordinaires bobinées sur des supports isolants normaux, mais les munissent de petits noyaux magnétiques ajustables. En enfonçant plus ou moins le noyau dans la bobine, on obtient aisément une variation progressive de sa self-induction.

Où en est la lutte contre les parasites ?

Si l'élimination des parasites atmosphériques ne semble pas encore être résolue, par contre celles des parasites industriels a fait des progrès considérables.

L'utilisateur dispose aujourd'hui de plusieurs moyens. Il peut recourir à un montage « antiparasite » incorporé au récepteur, adopter une antenne à descente blindée, enfin brancher son récepteur sur une antenne commune spécialement étudiée et employée de plus en plus dans des im-

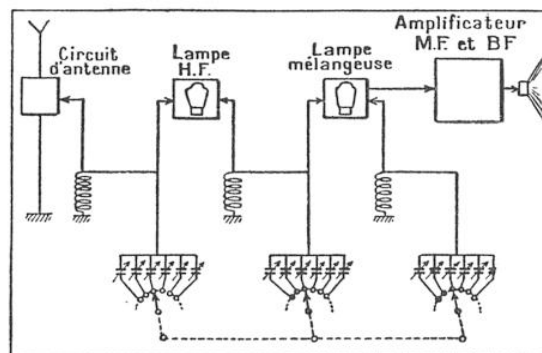


FIG. 8. — SCHÉMA DE RÉGLAGE AUTOMATIQUE PAR EMPLOI DE SÉLECTEURS

meubles à grand nombre d'appartements.

Neutralisation des « parasites ». — Parmi les divers schémas préconisés pour neutraliser l'action des parasites sur les circuits d'entrée du poste, le plus efficace semble être celui qui utilise une lampe spéciale de neutralisation montée entre le récepteur et l'antenne.

Cette lampe est une triode à montage apériodique (fig. 10), dont le courant-plaque traverse le primaire du transformateur d'entrée du récepteur. Les variations de ce courant-plaque peuvent être provoquées par les variations de différence de potentiel entre la grille *g* et la cathode *c* de cette lampe. On peut modifier la tension « grille-cathode » en agissant soit sur la tension « grille-terre », soit sur la tension « cathode-terre ». Ces deux actions influent en sens inverse sur le courant de la plaque : quand la grille devient, par exemple, plus positive par rapport à la

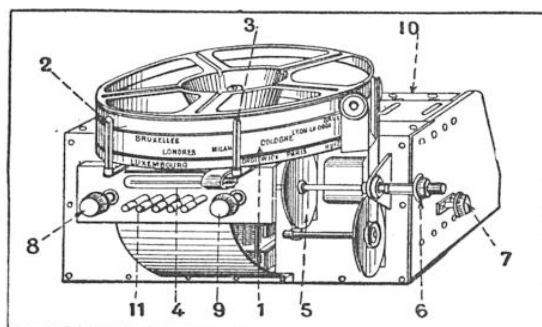


FIG. 9. — RÉGLAGE AUTOMATIQUE AVEC L'AIDE D'UN PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE

1, cadran ; 2, 3, colonnes lumineuses pour le réglage de la puissance et de la tonalité ; 4, réglage visuel ; 5, moteurs ; 6, mise en marche du moteur ; 7, combinatoire ; 8, 9, sonorité et tonalité ; 10, capot des lampes ; 11, boutons-poussoirs pour le réglage automatique

terre, le courant-plaque s'accroît, tandis qu'il diminue quand c'est la cathode qui devient plus positive par rapport à la terre. Donc, si nous pouvons augmenter ou diminuer simultanément de la même valeur la tension de grille et de cathode, le courant-plaque restera inchangé.

Pour cela, la grille est connectée à l'antenne principale, aussi bien dégagée que possible, tandis que la cathode est reliée à une petite antenne auxiliaire. Les courants haute fréquence induits dans l'antenne principale A font varier la tension-grille, grâce à une résistance R . De même, les courants haute fréquence induits dans l'antenne auxiliaire A_1 font varier la tension de la cathode, grâce à une résistance R_1 .

Les deux antennes recueillent évidemment le signal et les parasites. La petite antenne recevra très bien les parasites et beaucoup moins bien les signaux. La grande antenne recevra au moins aussi bien les parasites, mais elle recevra beaucoup mieux les signaux. On peut, à l'aide de la résistance R , équilibrer l'action des parasites sur la grille et sur la cathode; leur action se neutralise et le courant-plaque reste exempt de perturbations parasites. L'action du signal étant prépondérante sur l'antenne A , ce dernier ne sera pas équilibré en même temps que les parasites, et nous le retrouverons dans le circuit-plaque qui est relié au récepteur.

L'antenne individuelle antiparasite. — La plus simple (fig. 11) est constituée par un fil tendu aussi haut et aussi loin que possible de toutes les sources de perturbations. Les oscillations recueillies par l'antenne traversent le primaire d'un transformateur T_1 chargé d'abaisser la tension. Les oscillations

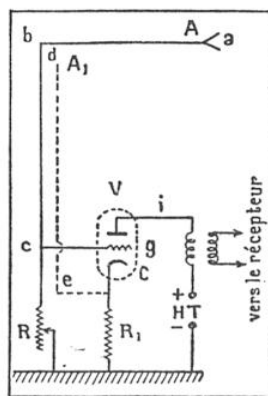


FIG. 10. — NEUTRALISATION DES PARASITES AU MOYEN D'UNE TRIODE V

haute fréquence à basse tension sont recueillies aux bornes de l'enroulement secondaire par une ligne double, et sont transmises à un autre transformateur T_2 placé dans le voisinage immédiat du poste récepteur. Celui-ci élève la tension des oscillations au niveau demandé par le

Les perturbations parasites agissent évidemment sur les

fils réunissant les deux transformateurs et déterminent, dans chacun des deux fils, des courants égaux et de même sens. Ces courants s'annulent dans le primaire du transformateur T_2 . Pour éviter la

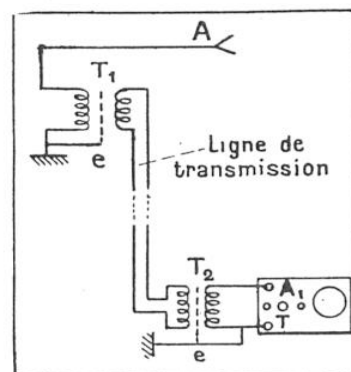


FIG. 11. — SCHÉMA D'UNE ANTENNE ANTIPARASITE

transmission des charges statiques entre le primaire et le secondaire, on place entre les deux enroulements un blindage métallique, et souvent, on enferme dans un tube blindé soit les deux connexions ensemble, soit seulement une des deux, en connectant l'autre à l'enveloppe métallique mise à la terre.

L'antenne commune. — Dans les villes, il est difficile d'établir pour chaque récepteur une bonne antenne antiparasite. Il est préférable d'utiliser des antennes communes desservant chacune un grand nombre de postes. Le prix de l'installation pouvant être réparti entre les usagers, on peut, dans ce cas, apporter tout le soin désirable au montage.

La solution la plus moderne consiste à utiliser un amplificateur apériodique réunissant l'antenne commune à chaque récepteur par une lampe amplificatrice. Dans certains modèles, une lampe spéciale à montage « antiparasite » élimine les perturbations avant de transmettre le signal aux lampes amplificatrices. L'appareil est mis en marche automatiquement dès qu'un poste est mis en service et s'éteint de lui-même à l'arrêt du dernier récepteur. Une petite lampe témoin indique à chaque opérateur que sa lampe particulière est en bon état. Dans ces conditions, les réceptions peuvent être assurées convenablement, sans parasites.

Ainsi, l'évolution du radiorécepteur suit une marche continue et rationnelle. Après la recherche de la sensibilité et de la puissance, qui avait entraîné des montages compliqués, les constructeurs ont orienté leurs efforts vers une amélioration incessante de l'audition et la simplification des manœuvres pour l'usager. Au double point de vue, la technique du poste de 1937 enregistre un nouveau et notable progrès.

C. VINOGRADOW.

PRENONS L'ÉCOUTE

47 000 TONNES POUR LA TRANCHE NAVALE DE 1937 (51 UNITÉS)... UN SEUL CUIRASSÉ EUT MIEUX FAIT NOTRE AFFAIRE... (1)

La loi de finances comprend, pour 1937, une nouvelle tranche de constructions neuves, dont le tonnage s'élève à 47 000 tonnes. Elle comporte presque exclusivement de petits bâtiments dont le nombre s'élève à 50 et un seul croiseur amélioré (2) de 8 000 tonnes (type *Gallissonnière*). Ces 50 bâtiments légers comprennent deux grands torpilleurs (1 850 t), 4 torpilleurs beaucoup plus légers (1 000 t), 7 sous-marins, des avisos-dragueurs (10 unités), des chasseurs de sous-marins (20 unités), des ravitailleurs d'aviation (4 unités), etc., tous navires d'un déplacement s'échelonnant entre 500 et 2 000 t. Sans méconnaître l'utilité de ces constructions neuves en vue de tenir compte de l'entrée en service des nouveaux sous-marins allemands (30, dit-on), sans nier l'efficacité des navires « grenadiers » ou l'utilité des « dragueurs » (3), il ne faut pas se dissimuler que la mise en chantier d'un cuirassé pour notre « corps de bataille » — déjà si peu fourni — eût été plus opportune. Nous n'avons en effet, actuellement, en cuirassés neufs, que 4 unités à flot, en construction ou commandées : 2 de 26 500 t (*Dunkerque* et *Strasbourg*), 2 de 35 000 t (*Jean-Bart* et *Richelieu*). Le *Dunkerque*, mis en chantier à Brest le 26 décembre 1932, est en achèvement à flot ; le *Strasbourg*, mis en chantier à Penhoët le 25 novembre 1934, vient d'être lancé ; le *Richelieu* a été mis en chantier à Brest en décembre 1935 ; le *Jean-Bart* doit l'être, au début de 1937, à Saint-Nazaire, où il remplacera peut-être sur cale le *Strasbourg* (qui ne sera pas en service avant deux ans).

Jusqu'à nouvel ordre, et sans tenir compte suffisamment des bouleversements que l'aviation apporte — et surtout apportera — dans le combat et la construction navals, la thèse officielle actuelle est cependant que le « navire de ligne » demeure le roi du champ de bataille, parce que ces cuirassés « lourds » peuvent seuls opposer une artillerie puissante et réaliser une protection sérieuse, c'est-à-dire frapper fort, encaisser les coups sans défaillir. L'Allemagne pousse activement la mise en service de ses cuirassés (trois équipes d'ouvriers se succèdent par 24 heures pour que le travail soit ininterrompu) ; l'Italie fait de même (*Littorio*, de 35 000 t, et *Veneto*, de 35 000 t également). Nos travaux sont, en effet, en retard sur les prévisions, par suite des événements survenus en 1936 dans les industries privées

(1) Cet article était sous presse lorsque le ministre de la Marine a annoncé, le 3 décembre, que le Conseil supérieur de la Marine examinait un programme complémentaire réparti sur six ans pour la construction de 5 cuirassés en plus des 4 qui figurent déjà aux programmes antérieurs. Cette déclaration ne fait que confirmer notre manière de voir sur les bâtiments de ligne (corps de bataille) dont le nombre sera de 9 aux environs de 1943.

(2) On entend notamment par « améliorations » les progrès réalisés dans la protection (emploi des nouveaux aciers plus résistants pour les blindages), lignes d'eau permettant une vitesse plus grande, meilleure disposition et puissance supérieure de l'artillerie antiaérienne, etc.

(3) Les bâtiments légers destinés à déblayer les champs de mines ont été, évidemment, prévus pour remédier à la guerre navale par mouillage de mines, qui paraît devoir jouer un rôle prépondérant dans le combat de demain sur mer et qui a déjà fait ses preuves dans ceux d'hier. L'amiral anglais S.-Roger Keyes, qui était chef d'état-major de la flotte britannique devant les Dardanelles (1915), n'a-t-il pas proclamé que cette expédition avait échoué par suite de la présence des mines disposées par l'adversaire et qui firent, parmi les gros navires, quatre victimes, le 18 avril 1915 : cuirassés *Bouvet*, *Jean*, *Irrépressible* ; croiseur *Invincible* (celui-ci seul ne coula pas).

qui fournissent la marine nationale. Aussi, il importe de construire *vite* (comparer la rapidité du Reich à cet égard) pour ne pas s'exposer à posséder des unités démodées quand les autres flottes en auront de plus perfectionnées encore. Pour toutes ces raisons, il semblait indiqué de porter notre effort dès maintenant sur la reconstitution de notre corps de bataille, non seulement pour pousser activement la construction des quatre cuirassés, mais *aussi* pour entreprendre, en 1937, les travaux nous permettant d'avoir — le plus tôt possible — d'autres bâtiments de ligne afin de compléter à deux divisions (1) l'escadre de nos 35 000 t.

Sans entrer ici dans une polémique stérile — et hors de notre cadre habituel — n'est-il pas logique de confronter la politique navale de l'Italie qui, non seulement, renforce son corps de bataille (nos deux bâtiments de 35 000 t en chantier seront *mis en service* trente mois au moins après les deux cuirassés italiens), mais encore développe intensément son aviation maritime déjà hors de pair (matériel de qualité, personnel entraîné, nombre d'appareils presque doublé d'après le programme en cours). L'Italie montre ainsi qu'elle vise à la parité — sinon plus — avec n'importe quelle puissance navale en Méditerranée (2).

LE NOUVEAU PROGRAMME NAVAL DE L'ANGLETERRE

Le nouveau programme de constructions navales britanniques vient d'être adopté après de laborieuses discussions. Il s'agissait surtout de savoir si on devait inclure des cuirassés dans le programme de ces constructions neuves dont le prix est très élevé (3). De plus, ils risquent — plus que les autres navires — d'être tout particulièrement choisis comme cibles pour la torpille (4).

Enfin, le développement prodigieux de l'aviation, au cours de ces trois dernières années, constitue un danger redoutable pour les bâtiments de ligne, à cause de leur vulnérabilité.

A la suite d'une enquête entreprise à ce sujet, le rapport anglais qui vient de paraître conclut que, si certaines circonstances favorisent l'avion, l'absence d'expériences réelles au cours d'une guerre, comme les précautions prises dans la construction, justifient encore la mise en chantier de navires de ligne.

Ceux-ci seront donc très fortement protégés contre les bombes d'avion (chaufferies mises à l'abri d'un coup direct), ce qui implique non seulement le cuirassement des ponts, mais un plan nouveau pour l'établissement des cheminées. Le pont blindé doit être, en effet, obligatoirement percé pour l'échappement des gaz chauds et, dans les cuirassés actuels, une section importante de la surface du navire (au centre même) met le bâtiment à la merci d'une bombe ordinaire. Dans le nouveau type de cuirassé britannique, les cheminées seront, au contraire, protégées par un cuirassement horizontal qui, sans être jointif avec le reste du pont blindé (pour permettre aux gaz de s'échapper en le contournant), interdit toutefois l'accès direct des ponts du navire à une bombe aérienne, même bien dirigée.

Cependant, la défense du navire de ligne est assurée non pas seulement par l'épaisseur des cuirasses, mais aussi par le tir antiaérien. Or, depuis environ deux ans, ce tir a été perfectionné dans ses méthodes (5) comme dans son débit. En outre, le

(1) Une division comprend 2 ou 3 navires de même type. Une escadre comprend 2 divisions.

(2) Dans la tranche 1937 du programme naval français actuel, il n'est pas question de navires porte-avions. Notre état-major paraît hésiter devant la doctrine à adopter. Moins privilégié que l'Italie qui n'a cure de ces bâtiments dans une mer intérieure, il demeure en expectative devant les solutions variées que lui offrent notamment le Japon, les Etats-Unis, l'Allemagne. Ce problème n'est pas aisé à résoudre : ces bâtiments sont particulièrement vulnérables ; de plus, ils doivent loger un grand nombre d'appareils, filer à la même allure que les escadres, se défendre, être protégés, etc. Le croiseur porte-avions suédois (voir *La Science et la Vie*, n° 183, page 220) offre peut-être une solution intéressante à méditer.

(3) A ce propos, on peut faire remarquer cependant que ce sont les bâtiments qui reviennent le moins cher à la tonne et qui durent le plus longtemps.

(4) On doit souligner ici qu'il faut plus d'un coup heureux de torpille pour en avoir raison et que l'accroissement des vitesses joue en faveur du grand navire.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 389.

bâtiment de ligne est accompagné d'autres navires participant à sa défense, et dont les canons antiaériens viennent s'ajouter (numériquement) à ceux du grand navire, pour exécuter des tirs de barrage. D'autre part, les considérations stratégiques ont tenu une grande place lors de la décision prise. En effet, la défense de l'Empire Britannique comporte la protection des routes maritimes sur tous les océans. La majeure partie de ces lignes sont hors de portée d'efficacité de l'aviation d'un ennemi possible, mais non pas de ses croiseurs de surface. Il faut donc réduire sa marine à l'impuissance, ce qui exige de la part de l'adversaire la présence de navires de ligne supérieurs en nombre et de réelle valeur militaire.

La surveillance elle-même de la mer ne peut se faire par avions seulement à cause des circonstances météorologiques, de l'obscurité, des difficultés du point à la mer, etc. Voici, par catégorie, les navires du programme britannique de 1936 :

Deux cuirassés : *King George V* et *Prince of Wales*, d'une classe nouvelle dite classe *King George V*. Ces deux cuirassés sont déjà commandés.

En outre, deux porte-avions (*Illustrious* et *Victorious*) seront commandés incessamment (tonnage conforme au traité de Londres 1936).

Voici deux types de croiseurs : le premier du type *Southampton* amélioré de (9 000 à 10 000 tonnes), deux de ces bâtiments sont déjà commandés.

Ceux du second type sont de petits croiseurs de la classe *Dido* (5 000 tonnes). Il y en aura cinq en tout. — Signalons encore les conducteurs d'escadrilles et destroyers (dix-neuf au total).

Quant aux nouveaux sous-marins, ils sont de trois types : un sous-marin mouilleur de mines de la classe *Porpoise* ; quatre sous-marins de la classe *Triton* ; quatre sous-marins d'une classe nouvelle, dite classe *Unity*.

Enfin, trois sloops dragueurs de mines de la classe *Haleyon* ; deux escorteurs de la classe *Bittorn* ; dix navires de types divers.

C'est un total de 180 000 tonnes qui seront mises en chantier à partir du 1^{er} janvier 1937 ; mais toutes les commandes sont déjà faites ou préparées de telle sorte que les matériaux soient tenus prêts à être apportés sur les cales et que chaque navire ne reste en chantier qu'un temps minimum. Ce sont en effet les Anglais et les Allemands qui construisent le plus rapidement leurs navires.

LE NOUVEAU PROGRAMME NAVAL ALLEMAND COMPREND NOTAMMENT UN CUIRASSÉ DE 35 000 TONNES

A la suite de l'accord naval anglo-allemand du 18 juin 1935, les Allemands ont mis en chantier, en juillet de cette même année, deux croiseurs de bataille de 26 000 t, le *Scharnorst* et le *Gneisenau* (le premier a été lancé le 3 octobre 1936, le second est encore sur cale). Ces constructions neuves sont complétées par celle d'un grand navire de ligne de 35 000 t, qui se trouve déjà en chantier. Le programme 1935 atteignait 107 500 t, celui de 1936 comporte 76 066 t.

Les Allemands ont également décidé d'entreprendre la construction de porte-avions. Ceci tendrait à démontrer que la nouvelle marine de l'Allemagne n'est pas seulement destinée à défendre ses côtes, mais aussi à des opérations plus lointaines. Le tonnage du premier de ces bâtiments spéciaux sera de 19 250 t ; il a été également mis en chantier. Un second va l'être incessamment (tonnage ne dépassant pas celui prévu par la convention de Londres).

Un troisième croiseur de 10 000 t est aussi commencé, ce qui porte à trois le nombre de ce type de navires déjà en chantier. Leur artillerie comporte des canons de 200 mm. Quant aux destroyers (16 de 1 625 t, armés de 5 pièces de 127 mm et de 8 tubes lance-torpilles), prévus au programme de 1935, ils ont tous été lancés avant le 1^{er} janvier 1937. Le nouveau programme prévoit, en outre, 8 destroyers de 1 811 t, qui sont également en chantier.

Pour les petits sous-marins de 250 t lancés à la date du 5 novembre 1936, ils

sont au nombre de 24 (20 du programme 1935 et 4 du programme 1936). Leur armement comporte 1 mitrailleuse, 3 tubes lance-torpilles. Les sous-marins de 500 t (y compris 4 additionnels du programme de 1935) sont au nombre de 10, déjà construits ou en construction ; leur armement comporte 1 canon de 88 mm et 5 tubes lance-torpilles.

Il existe enfin des sous-marins de 712 t (dont 2 ont été lancés); leur armement comporte 1 canon de 100 mm, 6 tubes lance-torpilles.

Ajoutons comme bâtiments secondaires des vedettes lance-torpilles à moteurs « S 14 » à « S 17 » (armement 1 mitrailleuse et 2 tubes lance-torpilles); 12 dragueurs de mines de 600 t, 10 convoyeurs ont été terminés.

La doctrine qui inspire aussi bien le programme naval de 1935 que celui de 1936 vise tout d'abord à atteindre comme tonnage, *dans chaque catégorie de navires*, les 35 % de celui de la marine britannique. Elle veut aussi conserver une juste proportion entre les navires des différentes catégories ; qu'à la flotte de ligne, qu'au corps de bataille corresponde le nombre nécessaire des navires légers, croiseurs, torpilleurs, etc.

Il y a lieu de remarquer que pour la défense contre avions de la nouvelle flotte allemande, nous ne sommes pas très fixés ni sur l'armement adopté, ni sur les méthodes de tir à employer. Mais c'est là, sans doute, une lacune volontaire...

LE PREMIER PLAN D'ARMEMENT DU REICH S'ACHÈVE ; UN SECOND PLAN QUADRIENNAL COMMENCE

On sait que le fûhrer-chancelier a proclamé — *urbi et orbi* — qu'au printemps de cette année (1937), l'armée allemande aurait acquis son potentiel militaire d'après le programme élaboré en janvier 1933. Déjà son organisation a permis — au point de vue des effectifs — de prévoir la constitution de 50 divisions environ. D'ores et déjà, il existe 36 divisions réparties en 12 régions (Wehrkreise), chacune étant le siège d'un corps d'armée à 3 divisions (loi du 16 mars 1936). En mai 1937, ce chiffre sera sans doute porté à 16, soit au total 48 divisions. Actuellement, les 12 corps d'armée doivent être au complet et comporter 32 divisions (1), plus les 4 *panzer-divisionen* (divisions cuirassées) (2). Le nombre de ces grandes unités mécanisées sera augmenté au cours de cette année même. De grands progrès ont été réalisés dans le domaine des armements. Les mitrailleuses, notamment, ont été perfectionnées au point de vue de la légèreté (8 kg au lieu de 12 kg) et leur refroidissement par air permet d'atteindre maintenant la cadence de 600 coups par minute, alors que précédemment elles ne dépassaient pas 450-500. Le nombre de mitrailleuses légères a été encore accru dans le régiment (12 compagnies de fantassins, dont 3 de mitrailleurs). On vient d'y adjoindre une compagnie supplémentaire d'artillerie de tranchée et une compagnie de pièces antichars, soit 14 compagnies au total pour le régiment d'infanterie normal. Les unités d'assaut sont pourvues du pistolet mitrailleur de 9 mm, dont le dernier modèle permet de tirer quelque 500 coups à la minute. Il existe un second modèle de plus faible calibre (6 mm), de moindre poids et qui débite plus de 1 000 coups-mn. La vitesse en est réglable à volonté. L'effort du Reich a porté également sur l'amélioration des mitrailleuses de plus gros calibres et à grande portée pouvant exécuter le tir courbe (portée utile, 3 000 m environ). Ces armes automatiques à grand rendement ont été distribuées aux formations à raison de 36 mitrailleuses lourdes par régiment. Pour l'artillerie de campagne, le canon de

(1) La division allemande comprend 3 régiments d'infanterie de 3 bataillons de 3 compagnies, et 2 régiments d'artillerie, sans oublier les sections récemment créées pour la défense contre les chars d'assaut, pour l'observation et la reconnaissance. Le corps d'armée comprend 3 divisions, plus un régiment d'artillerie lourde, un bataillon de génie (motorisé) avec pontonniers, des troupes de transmissions (radio), un bataillon (motorisé) de mitrailleuses. Celles-ci sont de trois types : deux mitrailleuses légères de 13 et 18 kg ; une lourde de 65 kg.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204.

77 (de 1918), tire actuellement à 12 000 m au lieu de 10 000 (1). Les pièces à tir courbe (mortiers), tel que le modèle de 15 cm, d'une portée de 10 000 m à peine, dépasse 12 000 m. Quant à l'artillerie lourde à grande puissance (calibres compris entre 280 à 420), les pièces qui atteignaient 45 km en 1918 approchent aujourd'hui de 70 km. Ces quelques aperçus suffisent pour apprécier le potentiel militaire du III^e Reich au début de l'année 1937. Il existe encore de nombreux perfectionnements concernant les chars de combat (2), les gaz de combat, et autres engins sur lesquels le secret est bien gardé. Quant à l'aviation, la place qui lui est réservée dans le nouveau plan quadriennal (qui sera achevé en 1940), révèle suffisamment les intentions de l'Etat-Major ; nous y reviendrons. Mais, dans une armée, il n'y a pas que les effectifs et le matériel qui comptent, il y a aussi la formation des cadres, celle des spécialistes et surtout la valeur du Haut Commandement. Tout cela exige du temps.

LA DÉCADENCE DE LA MARINE MARCHANDE EN FRANCE

Le *Journal Officiel* de la République Française a publié, dès 1935, l'affirmation suivante : c'est un fait que l'opinion publique s'intéresse davantage aux prouesses fastueuses du paquebot *Normandie* qu'à l'état alarmant où se trouve notre flotte de charge... En effet, notre flotte de cargos est laissée à l'abandon, sans secours comme sans appui, de sorte que nous ne trouvons plus sur les mers de navires battant pavillon français, sauf sur nos lignes impériales ou celles que couvre le monopole. Pendant ce temps, nos paquebots subventionnés et contractuels absorbent la quasi-totalité du budget de la marine marchande : le cargo est délibérément sacrifié au paquebot. Or, le président Roosevelt n'a-t-il pas lui-même fait publier au *Shipping Board* (en réponse à une tapageuse propagande française à l'occasion de la mise en service de l'un de nos « palaces flottants ») des statistiques indiscutables, qui démontrent que notre flotte de cargos occupe dans le monde un rang humiliant pour une nation comme la France... Nos bâtiments de commerce sont les plus vieux — par suite les plus démodés et les plus lents qui soient sur les océans. Quant aux motorships français, nous avons montré ici (3) le tonnage qu'ils représentent par rapport aux autres nations maritimes qui ont particulièrement développé ce mode de propulsion moderne en raison des avantages certains pour le trafic maritime.

COMMENT A ÉTÉ ORGANISÉ LE CORPS AUTOMOBILE DU REICH

Au fur et à mesure que les armées modernes développent l'emploi des troupes et du matériel mécanisés et motorisés, il importe — avons-nous dit — de développer également l'instruction technique des spécialistes destinés soit à ces unités de combat, soit aux formations de transport sur route et en terrains variés. C'est dans ce but que le Reich a créé le N. S. K. K., qui n'est autre chose que le corps automobile national-socialiste, dont la vaste organisation vient d'atteindre, en 1936, un degré de perfection qu'il est bon de signaler. Cette organisation vise à former la réserve des troupes spécialisées de l'armée motorisée et mécanisée. Leur instruction militaire et professionnelle est obligatoire, pour ces « réservistes », pendant un certain nombre de mois (exercices périodiques, cours hebdomadaires, etc.). Le N.S.K.K. englobe la totalité des adhérents (en âge de service), appartenant à l'*unique* Automobile Club de l'Allemagne qui, depuis 1933, a absorbé tous les autres groupements automobilistes. Il groupe aussi, sous l'autorité militaire, environ 500 000 volontaires en temps de paix et près de 150 000 véhicules automobiles. Il a comme devise : plus complète sera la motorisation, plus forte sera l'Allemagne. Dans l'état actuel, le N. S. K. K. doit comprendre 150 régiments, dont l'effectif est de l'ordre de

(1) Le 77 paraît être peu à peu abandonné en faveur du 105.

(2) Chars légers de 5 t, demi-lourds de 12 t, lourds de 35 t armés de canons. Un char d'« écrasement » de 100 t serait également en construction.

3 000 adhérents. Chaque régiment comporte des sections spécialisées : protection contre les gaz, reconnaissance, génie, etc.

Pour l'instruction, le N. S. K. K. dispose de 3 écoles nationales et de 24 centres locaux (écoles de sport mécanique). Ces centres d'instruction forment non seulement les *conducteurs* (voitures, camions, tracteurs, tanks), mais encore des *spécialistes* capables d'entretenir et de réparer ces matériels. Des moniteurs y sont formés et entraînés en vue du recrutement et de l'éducation des adhérents répartis sur l'ensemble du territoire où chaque groupement automobile possède à son tour des écoles constituées à travers le pays. Le principal centre d'entraînement est à Dübenitz (à 30 km environ de Berlin). Il en existe un second à Zeesen (également dans la région berlinoise). L'école créée pour la formation technique des conducteurs est à Munich. Il existe, en outre, 22 écoles de brigades motorisées, qui préparent les futures recrues au service militaire, dans les armes dites « cuirassées » (chars de combat). Lors des grandes réunions de « nazi », ou des grandes manifestations sportives, ce sont les éléments du N. S. K. K. qui assurent les transports, parfois sur des distances dépassant 150 km du point de concentration. C'est là un exercice éminemment pratique de mobilisation. Cette puissante organisation est, bien entendu, subventionnée par l'armée, mais aussi par l'industrie de l'automobile (qui y trouve son compte), sans oublier le ministère des Transports et les services des postes, qui sont, eux aussi, intéressés au recrutement et au bon fonctionnement du N. S. K. K. La France pourrait s'inspirer de cet exemple pour développer son industrie.

A PROPOS DE L'EXPLOITATION GAZIÈRE DANS LES CITÉS MODERNES

Les problèmes de tarification de l'énergie (électricité, gaz) préoccupent actuellement les collectivités qui doivent, au meilleur prix, alimenter les usagers du commerce, de l'industrie et des habitations privées. La première commission du Conseil Municipal de Paris, lors d'un voyage d'études, a constaté les différences de prix — parfois considérables — qui existent d'une ville à l'autre. Ainsi, à Strasbourg, le m³ de gaz est vendu 0 f 75, alors qu'à Paris il coûte 0 f 98 (1). Cette différence, si appréciable pour le consommateur, provient non seulement de ce fait que le gaz fourni est un sous-produit des cokeries, mais aussi des meilleures conditions d'exploitation, notamment en ce qui concerne les charges sociales, l'effectif de personnel, etc. La délégation du Conseil Municipal de Paris a constaté que ces charges sociales représentent, en général (par rapport aux recettes pour la distribution du gaz), de 16 à 17 % des recettes de l'exploitation gazière, alors qu'à Paris elles atteignent 50 %. Les exemples cités lors des débats récents à l'Hôtel de Ville de Paris ont porté non seulement sur les villes françaises (Strasbourg), mais aussi sur de grandes cités à l'étranger (Munich, Vienne, Zurich) (2).

Même en tenant compte de la différence qui apparaît pour certains facteurs de l'exploitation (prix du charbon, vente des sous-produits, etc.), et en reconnaissant que les conditions économiques sont souvent plus avantageuses qu'à Paris, il faut souligner que dans notre capitale les charges sociales sont néanmoins beaucoup plus lourdes, et le personnel plus nombreux. D'autre part, il apparaît que le sens commercial des dirigeants de la régie de Strasbourg est beaucoup plus développé que celui de la régie intéressée de Paris (3).

(1) Il faut noter, à ce propos, que l'abrogation des décrets-lois a porté récemment ce prix de 0 f 80 à 0 f 98.

(2) Dans la fabrication du gaz, comme dans toutes les industries, les rapides et récents progrès de la mécanique, de la physique et de la chimie ont apporté des améliorations considérables dans les moyens de production (nous les exposerons ultérieurement) qui ont certainement exercé une incidence favorable sur les prix de revient.

(3) Nous invitons nos lecteurs que ces problèmes intéressent — et ils sont nombreux — à consulter le Bulletin Municipal de la Ville de Paris (28-10-36), qui renferme des renseignements comparatifs sur les avantages de la régie directe et de la régie intéressée dans différentes villes d'Europe. Ces questions, que n'analysent pas suffisamment, à notre avis, les quotidiens, ont cependant une portée générale indéniable pour les consommateurs, pour les urbanistes et les édiles.

POUR UNE POLITIQUE PLUS RATIONNELLE DE LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

Le Conseil Municipal de Paris, lors de la discussion, en octobre dernier, relative à l'exploitation du gaz, a examiné diverses communications fort intéressantes touchant le prix de revient des produits de l'industrie gazière, notamment en ce qui concerne l'utilisation, par les villes, des gaz provenant des cokeries et distribués sous pression, notamment dans le nord de la France.

Les groupements qui alimentent une douzaine de villes plus ou moins importantes, telles que Lille, Douai, Roubaix, Arras, Cambrai, etc., payaient, en 1934, le gaz de fours à coke (4 300 à 4 440 calories) moins de 0 f 15 le m³. Or, pour le prix à payer, on considère que 1 m³ de gaz de cokerie vaut 1 kg de charbon. En tenant compte de la hausse du charbon, on peut envisager qu'un m³ de ce gaz fourni par la région du Nord vaut 0 f 20. Si on admet 50 % de charges, nous arrivons à 0 f 30. Or, dans la région parisienne, la Société des Cokeries de la Seine (dont les usines sont situées à proximité immédiate du réseau de distribution) n'écoule pas directement sa production de gaz (1). Elle le cède à la Société Eclairage, Chauffage, Force motrice qui, elle, le vend au même tarif que le gaz provenant des usines à gaz d'éclairage proprement dites, après, bien entendu, lui avoir fait subir les améliorations nécessaires. On voit ainsi quel profit en résulte pour le concessionnaire. C'est une opération, du reste, comparable à celle qui s'effectue pour la fourniture de l'électricité. Ainsi, le courant hydro-électrique livré à la région parisienne est revendu deux ou trois fois avant d'être distribué aux abonnés. Alors que ce courant revient à la production à 0 f 03 le kw/h, il est revendu successivement par le « cycle » suivant : Union Electrique Hydraulique d'Auvergne, Société de Transport d'Énergie, Union d'Electricité, S. G. T. L. E. C. (Société Générale Technique de Distribution de Gaz et d'Electricité), puis, enfin C. P. D. E. (Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité). C'est pour ces raisons — entre autres — que l'énergie, de par ses « transmissions » successives, est vendue plus chère aux usagers. En supprimant des intermédiaires échelonnés, comme l'ont fait certains pays, tels que la Suède (pour ne citer que cet exemple typique), on parviendrait évidemment à exploiter les services publics des grandes cités et même des agglomérations rurales, dans des conditions beaucoup plus avantageuses pour ces collectivités.

POUR REMÉDIER AU BOMBARDEMENT DES USINES URBAINES DISTRIBUTRICES D'EAU POTABLE

La suractivité qui se manifeste actuellement dans la construction aéronautique des grandes nations démontre suffisamment que dans ce domaine chacun cherche à s'assurer un potentiel militaire, au moins égal à celui des adversaires éventuels. Aussi, en 1936, la totalité des nations possédant une aviation militaire auront consacré près de 50 milliards de francs pour les fabrications aéronautiques. Sur ce budget gigantesque, il y a à peine 20 % pour les appareils destinés à l'aviation civile. Cela doit représenter au total une douzaine de milliers d'avions, depuis les appareils qui coûtent quelques centaines de mille francs, jusqu'à ceux qui atteignent près de 5 millions de francs (de 1936). Aussi, de plus en plus, les collectivités se préoccupent-elles de remédier, dans la mesure du possible, aux conséquences des bombardements aériens. Parmi celles-ci, il faut prévoir la destruction des usines qui assurent la distribution d'eau aux populations. Ce sont des cibles particulièrement vulnérables quand les bassins et les réservoirs sont à ciel ouverts ; ils constituent en effet des plans d'eau aisément repérables. Non seulement les avions peuvent les détruire rapidement, mais aussi empoisonner ces réserves d'eau potable par des cultures

(1) A ce propos, il est juste de rappeler que la Société du Gaz de Paris avait, un moment, envisagé la possibilité d'amener à Paris les gaz sous-produits des cokeries du Nord (soit 1 million de m³ à titre d'indication). Il lui fut répondu que de telles quantités n'étaient pas disponibles pour cet usage.

microbiennes. L'Allemagne et la Russie, notamment, poursuivent de patientes recherches pour organiser cette guerre bactérienne. Les municipalités averties examinent déjà la possibilité d'établir sur les cours d'eau et les canaux des péniches automotrices aménagées spécialement pour la filtration et la stérilisation. Ce sont, en quelque sorte des usines flottantes pour le traitement des eaux. Leur mobilité en fait des cibles difficiles à atteindre, parce que l'ennemi peut difficilement les repérer, surtout quand on les dissimule sous les ponts (en cas d'alerte). Un plan d'installation exécuté dès le temps de paix permettrait d'établir un réseau de raccordement (en certains points) aux canalisations urbaines de distribution. Certaines de ces péniches — de différentes capacités — pourraient comprendre, outre leur appareillage d'épuration, des réservoirs d'eau potable susceptibles d'être acheminés rapidement, par les voies navigables, sur les points où l'eau d'alimentation viendrait à faire défaut lors d'un bombardement efficace.

L'EXPLOITATION COMMERCIALE DES LIGNES TRANSATLANTIQUES AÉRIENNES EST PROCHE

La « Lufthansa » prépare déjà, pour le printemps prochain, l'exploitation de la ligne aérienne transocéanique (Nord-Atlantique), en plein accord avec la compagnie américaine « Pan American Airways » à laquelle revient la gloire d'avoir établi la ligne transpacifique exploitée maintenant par ses prodigieux *China Clipper* (du constructeur Sikorsky ou du constructeur Martin). Ainsi le Reich et les Etats-Unis sont sur le point de réaliser *commerciallement* la liaison Europe-Amérique. A l'automne dernier, on se souvient qu'un navire allemand abordant aux Açores (à 1 300 km du Portugal), portait à son bord deux avions Dornier propulsés par moteur Diesel (« Junkers ») et pouvant être catapultés. C'étaient le *Zephyr* et l'*Aeolus*. Le premier fut lancé par catapulte en plein océan, à 200 km de Horta (Açores au Portugal) et s'en alla tout simplement — et discrètement — atterrir à New-York (soit quelque 4 000 km). Il avait à bord quatre hommes d'équipage et ce voyage s'accomplit normalement. Quant à l'*Aeolus*, il gagna d'abord les îles Bermudes (Angleterre) (à 3 300 km des Açores) avant de gagner New York en deux étapes (soit une durée totale de 24 heures environ). Comme l'a fait très opportunément remarquer un journaliste américain : avec le dirigeable *Hindenburg*, une lettre de New York en France mettait 72 heures à peine ; avec l'avion *Zephyr*, au cours de cette année même, elle mettra sans doute quelque 30 heures.

L'OPINION DE L'ÉTAT-MAJOR ALLEMAND SUR LA « MÉCANISATION » DE LA GUERRE

En tête d'un ouvrage récent, le colonel Guderian, ancien chef d'Etat-Major des divisions motorisées et mécanisées (Panzertruppen) de l'armée allemande, récemment nommé général de brigade à Würzburg (août 1936), a rappelé les faits suivants : En 1917, quatre semaines de bombardement incessant, quatre mois d'assaut, le sacrifice de 400 000 hommes n'ont donné aux Anglais qu'un faible gain de terrain de 9 km en profondeur, sur 14 km de front. En 1918, devant Cambrai, l'assaillant obtint des résultats comparables par quatre attaques (de trois heures), au moyen de 400 chars de combat : ses pertes n'atteignirent même pas 500 hommes ! Et le char de combat n'était alors qu'à ses débuts, aux points de vue technique et tactique. Or, les Américains (pour ne citer que ceux-là) possèdent maintenant des chars d'assaut de 5 t (type 1932 Christie, récemment amélioré), de plus de 700 ch, qui se déplacent sur chenilles à environ 95 km à l'heure, et plus de 150 km/h sur route ! Avec de tels moyens de « rupture », il devient possible de rompre une ligne défensive, même puissamment organisée, surtout si les voies stratégiques modernes (autostrades et ponts à grand débit) permettent de porter *rapidement* sur un point donné les masses de choc nécessaires.

VERS LES VOYAGES STRATOSPHERIQUES DE L'AVENIR : LES STRATOPORTS

La technique du vol cosmique révolutionnera-t-elle la locomotion aérienne et les méthodes de bombardement ?

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G. — LICENCIÉ ÈS SCIENCES

Les recherches poursuivies pour l'étude des vols cosmiques (1) ont eu, notamment, pour effet, la mise au point de la technique de la fusée. Cet engin est seul capable d'atteindre — sans pour cela exiger des vitesses initiales dangereuses — les espaces interplanétaires où l'attraction terrestre ne se fait plus sentir et où l'atmosphère n'existe plus. Mais, en attendant la réalisation de projets aussi audacieux, le principe de la propulsion à réaction ne pourrait-il engendrer des applications plus aisées, tels que les vols stratosphériques dont La Science et la Vie (2) a exposé les possibilités pour les vols à grande vitesse et à grande distance? Le rendement de la fusée devient, en effet, supérieur à celui du groupe moteur-hélice des avions actuels à partir de 1 000 km/h. Il s'agit donc de lui imprimer, à cette fusée, dans le moins de temps possible, une vitesse élevée, sans pour cela faire appel à de trop fortes accélérations, causes de troubles profonds pour l'organisme humain. Le projet de « stratoport » — qui sera peut-être le successeur de l'aéroport — représenté sur la couverture de ce numéro prévoit à cet effet une sorte de catapultage de la fusée le long d'arcs de départ de 600 m environ. D'autres applications peuvent être également envisagées. L'hélice à réaction, par exemple, sans liaison mécanique avec le moteur, n'améliorerait-elle pas encore le rendement d'appareils tels que le gyroplane (3)? Dans le domaine militaire, les bombes-fusées, lâchées d'un avion bombardier, n'acquerraient-elles pas ainsi un pouvoir de pénétration jusqu'ici inconnu? Une fois de plus, les recherches purement théoriques au laboratoire, s'avèrent créatrices de nouvelles techniques dont les applications sont multiples.

Seule, la fusée peut vaincre la pesanteur et l'atmosphère, deux obstacles à l'astronautique

LA SCIENCE ET LA VIE a montré l'intérêt des hautes altitudes pour les vols rapides et à grande distance (4).

Seule la propulsion par réaction — dont la fusée de feu d'artifice nous offre l'exemple le plus élémentaire — permet de vaincre les deux obstacles qui s'opposent à la réalisation des vols cosmiques : la pesanteur et l'atmosphère. La pesanteur, parce que, pour nous libérer de l'attraction terrestre, il faut atteindre la vitesse de 11 180 m/s (5) ; l'atmosphère, parce que, sous peine d'échauffement exagéré dû au frottement dans l'air, nous ne devons atteindre la vitesse de libération que progressivement, ce qui (en plus d'autres objections rédhibitoires) condamne

tous les systèmes fondés sur une énorme vitesse initiale du projectile (canon, force centrifuge, etc.). A l'objection que, dans le vide interplanétaire, n'existe aucune « résistance » sur laquelle les gaz éjectés par la fusée puissent prendre appui, la réponse est aisée. C'est sur la *répulsion des produits de la combustion eux-mêmes* que le principe réactif est fondé. C'est, en somme, un mouvement de recul, ou réaction, qui provoque l'avancement de l'engin pendant la combustion de la matière propulsive.

Comment on peut concevoir le voyage cosmique

Il nous faut donc avoir recours à la fusée. Cette méthode présente l'inconvénient d'accroître le poids du véhicule, puisqu'il faut emporter le combustible et le comburant, mais elle paraît, par contre, être la seule capable d'assurer la possibilité de vivre et d'éviter tout risque d'échauffement exagéré, échauffement qui peut atteindre l'incandescence pendant la traversée de l'atmosphère.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 369.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 435.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 277.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 435.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 199.

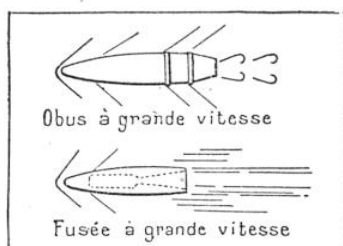


FIG. 1. - L'OBUS ET LA FUSÉE
Pour la résistance de l'air à l'avant, on peut admettre une certaine analogie entre l'obus et la fusée. Mais celle-ci se montre bien supérieure à celui-là au point de vue aérodynamique, l'éjection des gaz évitant tout remous à l'arrière.

jusqu'à la planète visée. A la première hypothèse correspondent une économie de combustible et une vitesse finale limitée. Par contre, l'accélération du projectile étant nulle, tout effet de pesanteur y serait supprimé. Jules Verne a plaisamment montré les inconvénients qui en résulteraient pour les voyageurs. En outre, la durée de ces voyages pourrait être fort longue et dépasser même celle d'une vie humaine !

C'est pour ces raisons que le maintien d'une accélération constante envisagé par M. Esnault-Pelterie nous paraît, au contraire, une solution préférable. En effet, d'une part, une pesanteur artificielle serait ainsi créée et, d'autre part, la durée des voyages serait considérablement réduite.

Que ce soit en chute libre ou avec accélération constante, la vitesse maximum serait trop élevée pour autoriser une arrivée sans catastrophe. Il faut alors ralentir le mouvement de la fusée. Ici encore, M. Esnault-Pelterie a imaginé une solution valable dans tous les cas (que l'astre visé possède ou non une atmosphère), c'est le retournement de la fusée, le système propulseur à réaction

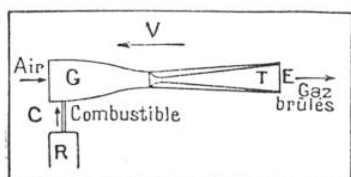


FIG. 2. — SCHÉMA D'UNE FUSÉE A COMBUSTIBLE LIQUIDE
Le combustible du réservoir R est amené par C à la chambre de combustion G. Les gaz brûlés E sont éjectés par la tuyère T.

Supposons donc la vitesse cosmique atteinte. Les astronautes ont alors à choisir entre deux moyens : soit arrêter la propulsion et accomplir la fin du parcours en chute libre, soit imprimer à la fusée une accélération constante

servant alors à retarder le mouvement.

Telles sont, actuellement, les idées directrices admises pour la réalisation des futurs voyages interplanétaires. Si l'on veut se faire

une opinion rationnelle à leur sujet, il est indispensable d'examiner ce que l'on peut réellement espérer de la propulsion par réaction.

La propulsion par réaction s'accommode des grandes vitesses

M. Maurice Roy, ingénieur en chef des Mines, a étudié en détail la théorie du fonctionnement des fusées, et voici les principales conclusions auxquelles il a abouti. Dans une fusée, nous nous trouvons en présence de deux phénomènes : transformation de l'énergie chimique du combustible en énergie cinétique des gaz de la combustion ; transformation de cette énergie cinétique en effort de propulsion. Chacun de ces phénomènes présente un rendement propre : le rendement thermique et le rendement de propulsion. Quant au rendement global (rapport entre le travail utile de propulsion et l'énergie

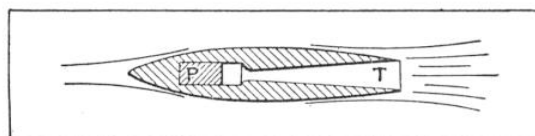


FIG. 3. — LA FUSÉE A EXPLOSIF

Les gaz résultant de la combustion de la poudre P sont éjectés par la tuyère T.

chimique du combustible), il est obtenu par le produit des deux précédents. C'est lui qui, en définitive, est le plus intéressant. Mais l'étude des deux premiers est indispensable pour bien juger du fonctionnement de la fusée. De même dans le système moteur-hélice de nos avions il est nécessaire de connaître le rendement du moteur lui-même (rendement thermique) et celui de l'hélice (rendement de propulsion).

Or, les calculs théoriques de M. Roy montrent que, dans le cas d'une fusée à poudre, le rendement thermique n'est fonction que du rapport de la pression de combustion de la poudre dans la fusée à la pression ambiante. Pour une combustion et une détente adiabatiques (sans échange de chaleur avec l'extérieur), ce rendement thermique passe de 0,41 à 0,80 lorsque le rapport ci-dessus croît de 10 à 500. En admettant une perte importante de chaleur par les parois en régime prolongé (perte indispensable, ne serait-ce que pour limiter la température de la chambre de combustion) le rendement thermique qui était de 0,68 pour une pression de combustion de 100 kg/cm² s'abaisse à 0,50. Si l'on tient compte, enfin, du rendement de la tuyère de détente et d'éjection,

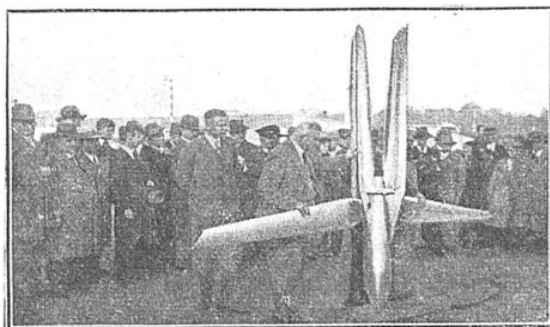
(qui peut être supposé de 92 %) le rendement tombe ainsi à 0,46 !

On peut donc admettre que *le rendement thermique d'une fusée ne peut pratiquement dépasser 45 à 50 %*.

M. Roy a démontré également l'existence d'un régime stable du fonctionnement que l'on peut d'ailleurs concevoir sans calcul : en effet, si la pression augmente, le débit de la tuyère l'emporte sur celui de la combustion de la poudre et tend à faire baisser la pression ; l'effet inverse se produit si la pression diminue. Il faut, cependant, remarquer ici que l'échauffement de la fusée peut porter la poudre non brûlée à une température élevée d'où un risque d'allumage spontané. Les explosions survenues au cours d'essais d'auto-fusée ou de planeur-fusée ne seraient-elles pas dues, précisément, à cet échauffement de la poudre ?

Quant au *rendement de propulsion*, la théorie montre qu'il ne dépend que du rapport de la vitesse de la fusée à celle d'échappement des gaz. Il est donc fonction de la vitesse de la fusée et du rendement thermique, puisque celui-ci influe sur la vitesse d'échappement. Si nous admettons un rendement thermique de 50 %, le rendement de propulsion passe, dans ces conditions, de 0,044 à 0,44 lorsque la vitesse de la fusée passe elle-même de 50 m/s à 500 m/s. Il en résulte qu'aux vitesses d'avion actuelles (50 à 150 m/s), ce rendement est très faible, la propulsion par fusée est alors désavantageuse par rapport au système moteur-hélice.

L'étude du *rendement global* corrobore cette conclusion. En effet, ce rendement passe de 0,022 à 0,22 quand la vitesse de la fusée croît de 50 à 500 m/s (le rendement thermique étant supposé égal à 50 %). Le calcul permet d'ailleurs d'établir à partir



(Photo Press, Berlin.)

FIG. 4. — VOICI UN DES PLANEURS-FUSÉE QUI ONT ÉTÉ ESSAYÉS EN ALLEMAGNE ET DONT CERTAINS ONT PRIS FEU, PAR SUITE DE L'ÉCHAUFFEMENT DE LA POUDRE

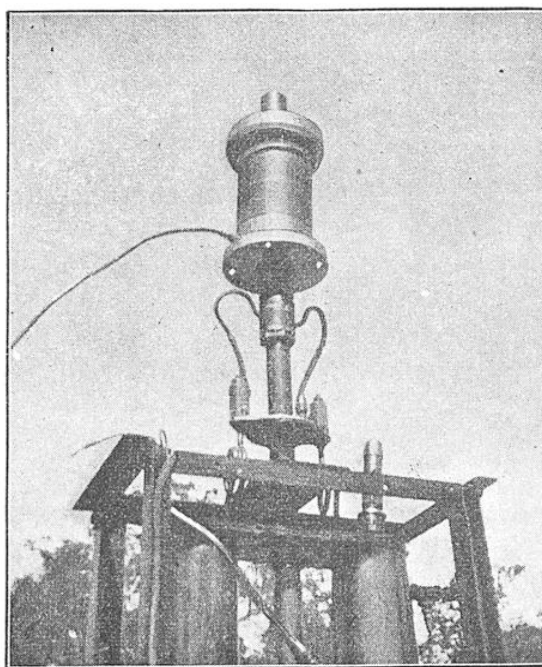


FIG. 5. — VOICI UN DES TYPES DE FUSÉES DE L'« AMERICAN ROCKET SOCIETY », A NEW YORK, SUR SA BASE DE DÉPART

On voit en haut le fil électrique pour l'allumage à distance du mélange combustible-comburant.

de quelle vitesse le rendement de la fusée est égal à celui du moteur-hélice. Pour la poudre *B* sans fumée (pouvoir calorifique 1 200 calories par kg soit 5 000 000 kg.m par unité de masse) — et en admettant que le moteur-hélice ait un rendement de 21 % — on trouve que la vitesse d'équivalence des rendements est de 470 m/s, soit 1 690 km/h. Comme à ces vitesses l'hélice ne constitue pas elle-même un excellent propulseur, on peut admettre qu'au-dessus de 1 000 km/h l'emploi de la fusée est plus avantageux.

La fusée à combustible liquide sera-t-elle plus souple ? Elle comporte — comme chacun sait — un générateur de gaz brûlés alimentant une tuyère d'échappement. Tout d'abord, il faut remarquer que, pour que la tuyère détende effectivement les gaz brûlés avec accroissement de vitesse (à partir d'un état initial au repos), il est indispensable que la combustion s'effectue dans le générateur à une pression supérieure à la pression ambiante, c'est-à-dire qu'il faut que le combustible et le comburant subissent une compression préalable. Ici encore, l'examen théorique du problème démontre que, pour un rendement ther-

mique donné, le rendement de propulsion ne peut atteindre des valeurs comparables au rendement normal des hélices que si la vitesse de la fusée est très grande ou si la consommation relative d'air est également très élevée.

Quant au rendement global, sa valeur croît également avec la vitesse et met ainsi en évidence l'inaptitude de la fusée à remplacer, aux vitesses actuellement usitées en aviation, le système moteur-hélice.

De ces considérations, il nous est maintenant possible de conclure que le problème le plus difficile à résoudre est celui de la mise en vitesse de la fusée. D'une part, en effet, nous avons vu que celle-ci devait être progressive et, d'autre part, que le rendement ne serait acceptable qu'à partir de très grandes vitesses.

Les applications de la fusée

La Science et la Vie a déjà exposé (1) les tentatives effectuées notamment aux Etats-Unis en vue d'utiliser la fusée, non pour le transport de voyageurs, mais pour le courrier postal. D'autre part, on se souvient que la nature du combustible présente une importance capitale (2) ; pour les vols cosmiques on envisage, comme Oberth (3), la fusée oxydrique (hydrogène et oxygène). M. Ananoff a étudié en détail les conditions de l'emploi des combustibles : régularité du débit et mélange intime du combustible et du comburant dans la chambre de combustion ; moyens d'inflammation ; préservation de la fusée contre une température trop élevée ; choix du combustible et du comburant.

En attendant que les études en cours aient abouti à des réalisations précises et probantes, ne peut-on — en limitant nos ambitions — utiliser le propulseur à réaction pour atteindre les grandes vitesses où son rendement l'emporte sur celui du moteur-hélice ? Ainsi les hélices à réaction, — c'est-à-dire mises en mouvement par des jets de

gaz brûlés s'échappant de tuyères situées aux extrémités des pales — pourraient trouver une application pour l'entraînement des voilures tournantes d'un gyroplane (1). La suppression de toute liaison mécanique entre la voilure tournante et le moteur thermique permettrait, dès lors, vraisemblablement d'améliorer encore le rendement global de cet appareil si séduisant.

Il y a lieu encore d'ajouter que, pour profiter du bon rendement de la fusée aux grandes vitesses, M. Roy estime qu'à moins de la lancer par des moyens balistiques ou par chute libre à partir des hautes altitudes par l'intervention, par exemple, d'aéronefs-ascenseurs, il faut recourir à l'hélice comme

propulseur économique pour atteindre l'altitude de mise en vitesse par « piqué » accéléré ou pour franchir la zone des vitesses subsoniques (2). Et ceci nous amène à envisager une autre application de la fusée, dans le domaine militaire.

Les bombes-fusées

La propulsion des bombes par réaction constitue, estime M. l'ingénieur en chef Rougeron, un des plus

puissants moyens dont nous disposons pour améliorer la portée, la précision et les qualités de perforation de la bombe. Le problème de la fusée se simplifie d'ailleurs, dans ce cas. En effet, pour imprimer à une bombe lâchée à la vitesse d'un avion un supplément de vitesse de quelques centaines de mètres par seconde, il suffit d'un fonctionnement très bref en fusée (de l'ordre de la seconde). On peut ainsi obtenir des rendements thermiques de 75 %.

De même, on sait aussi que l'imprécision du tir, défaut des fusées habituelles, provient notamment de l'irrégularité de la combustion qui s'étend sur une fraction élevée du parcours. Il y a tout lieu de croire que la durée de combustion des fusées — à combustion rapide — sera plus régulière, aussi régulière que dans le tir au canon. La dispersion résultant d'une irrégularité serait d'ailleurs assez faible, puisque l'effet de propulsion n'est appliqué que sur un court trajet. Reste la

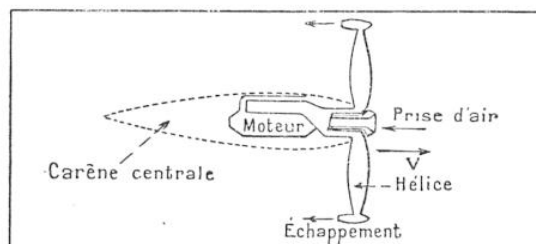


FIG. 6. — TYPE D'HÉLICE A RÉACTION

L'air pénètre par une prise avant. Air et combustible subissent dans la machine une transformation dont les trois phases essentielles sont : compression, combustion, détente. Cette évolution s'accomplit en partie dans le moteur, en partie dans le système tournant (hélice), qui comporte le dispositif d'échappement à l'extrémité des pales.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 289.

(2) C'est elle qui, en effet, détermine le rapport de masse, c'est-à-dire la quantité de combustible nécessaire pour emporter un véhicule d'un poids déterminé.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 199.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 277.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 213.

dispersion due aux autres causes qui influent sur le projectile d'artillerie. Elle ne serait pas supprimée, mais resterait cependant plus faible que celle des bombes lâchées en chute libre. Il existe encore d'autres avantages à l'actif de la bombe-fusée. La portée du bombardement pourrait être, par exemple, accrue grâce à l'augmentation de vitesse, au bénéfice de la sécurité de l'avion. Enfin, la puissance de pénétration serait également très améliorée, notamment pour l'attaque des ponts blindés des navires (1).

L'aviation acquerrait ainsi un engin qui lui permettrait soit de bombarder à grande distance (20 ou 30 km), soit de lancer les bombes en piqué de 3 000 m (donc en toute sécurité), avec la même précision que donne la bombe ordinaire lâchée à 1 500 m seulement. Un simple avion de chasse, projetant, dans ces conditions, une bombe-fusée de 30 kg arrivant au sol à 500 m/s, serait capable de perforer le pont blindé cuirassé

d'un *Nelson* qui, on le sait, peut parfaitement résister à un obus de 340 de marine.

Et voici maintenant le stratoport

Si la mise en vitesse d'une fusée nous est apparue comme un problème difficile à résoudre — du moins lorsqu'il s'agit de se libérer de l'attraction terrestre pour entreprendre les voyages *interplanétaires*, — ne pourrait-on pas, en nous bornant — pour commencer — à la réalisation de liaisons entre les divers points de notre globe à travers la *stratosphère*, imaginer une forme possible du « stratoport » futur assurant l'envol et l'arrivée des véhicules-fusées ? C'est ce qu'a tenté un architecte plein d'imagina-

tion, M. Jack Néel. C'est précisément le sujet que représente la couverture du présent numéro, au moment où l'engin quitte un des dix « tremplins » de départ prévus pour dix directions différentes. Chacun d'eux, en ciment armé, présente la forme d'un arc de parabole dont la partie supérieure, creusée, comporte les rails de guidage de la fusée. Sagement, l'auteur du projet a limité la vitesse envisagée pour le véhicule à 1 100 km/h, ce qui permettrait — déjà — de relier en quelque quatre heures l'ancien et le nouveau continent. Tout d'abord, à cette vitesse

aucun échauffement exagéré ne serait à craindre par suite du frottement dans l'air. De plus, ainsi que nous l'a montré précédemment l'étude théorique de la propulsion par réaction, nous nous trouvons précisément dans le cas où la fusée l'emporte — comme rendement — sur le système moteur-hélice. Mais nous

avons vu aussi que, pour atteindre cette vitesse de bon

fonctionnement, il paraissait désirable de mettre en œuvre un dispositif spécial. C'est une sorte de catapultage que M. Jack Néel imagine, mais un catapultage en quelque sorte inversé. Le véhicule serait tiré vers le haut de l'arc de départ par un câble fixé, d'autre part, à un piston à air comprimé. Restait à calculer la longueur de l'arc de départ nécessaire. C'est ici qu'intervient le choix de l'accélération pour le lancement de la fusée. On sait que l'accélération due à la pesanteur correspond à un accroissement de vitesse par seconde de 9,81 m/s. On la représente par la lettre *g*. D'autre part, souvenons-nous également que notre organisme ne peut supporter sans troubles physiologiques graves des accélérations trop considérables. On n'ignore pas que dans les vols à grande vitesse ce phénomène est particu-

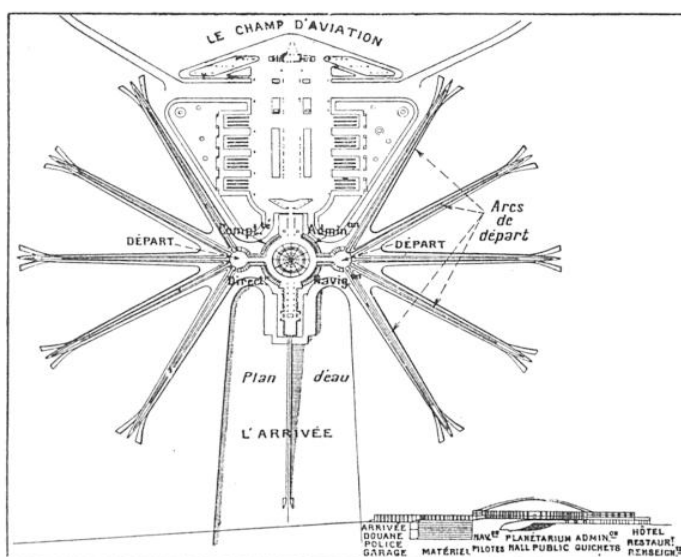


FIG. 7. — PLAN DU STRATOPORT DE M. JACK NÉEL
On remarque les dix arcs de départ (voir la couverture de ce numéro) et le plan d'eau destiné à l'arrivée de la fusée. En bas, coupe du stratoport.

(1) De grosses bombes qui, lâchées de 1 000 m, ne dépasseraient pas 350 m/s peuvent atteindre ainsi 600 m/s.

lièrement à redouter (1). Ainsi, si la mouche supporte 2 200 g, la grenouille 48 g, on a constaté que des accélérations de l'ordre de 4,5 g n'occasionnaient aucun malaise à l'homme, du moins pendant un temps assez court. Pour les vols interplanétaires, M. Esnault-Pelterie ne compte pas dépasser 2 g. Cependant, étant donné le peu de temps consacré au parcours de l'arc de départ, M. J. Néel a admis, pour ses calculs, que l'accélération de lancement serait égale à 8 g. Dans ces conditions, un calcul simple montre que pour atteindre la vitesse de 1 100 km/h il suffit de 4 secondes ! L'espace parcouru pendant ce temps est donné par une formule aussi simple, et l'on trouve ainsi que la longueur de l'arc doit être de 627 m. Il semble donc qu'une telle entreprise ne soit pas au-dessus des possibilités humaines dans l'état actuel de nos connaissances.

Quant à l'arrivée, il paraît beaucoup plus délicat de l'assurer convenablement. Certes, il faut admettre que la fusée comportera des dispositifs retardateurs, basés également sur la réaction, mais cependant elle atteindra le sol à une vitesse encore considérable. M. Néel envisage l'utilisation d'un vaste plan d'eau, annexe du stratoport, dans lequel plongerait le véhicule. Afin que ce freinage ne soit pas trop brusque, la propulsion ne serait pas totalement annulée de sorte que, grâce à des nageoires prévues à cet effet, la fusée parcourrait un assez long trajet sous l'eau avant de remonter à la surface, d'où un plan incliné permettrait de la ramener sur la terre ferme. Le

souci de la vérité nous oblige à dire que cet épisode du vol stratosphérique nous paraît beaucoup moins bien réglé que le départ. Aussi bien l'auteur n'a-t-il voulu suggérer qu'une idée dont des techniciens qualifiés devraient étudier la possibilité de réalisation.

En ce qui concerne l'organisation du stratoport, notre imagination peut se donner

libre cours. Le plan figure 7 en reproduit le schéma général. Au centre, un vaste édifice circulaire recevrait les voyageurs, où un planétarium leur permettrait de songer aux voyages de l'avenir dans l'espace interplanétaire, à moins qu'ils ne préfèrent se rendre à l'hôtel-restaurant du stratoport ; des locaux pour la direction, l'administration, le personnel, le matériel sont également prévus, de même que des ateliers.

La « portée » des fusées serait de l'ordre de 4 000 km. Ainsi un réseau de 14 stratoports (fig. 9) suffirait pour

que la Terre soit divisée en secteurs circulaires recouvrant tout le globe. Bien entendu, les voyageurs seraient amenés au stratoport le plus proche par un avion ordinaire à marche rapide.

Les recherches les plus désintéressées, qui semblent devoir demeurer pour longtemps du domaine du laboratoire, sont donc susceptibles de recevoir — plus tôt qu'on ne l'espérait — des applications pratiques. N'est-ce pas à l'étude de la constitution de la matière et de l'électron que nous devons, aujourd'hui, les admirables réalisations du cinéma sonore, de la radiodiffusion, de la télévision ? De même la thermodynamique pure et la mécanique des fluides constituent les bases de l'aviation moderne. Ainsi les théories émises pour la propulsion par réaction, si elles ne nous conduisent pas encore au vol cosmique, peuvent donner lieu, même dès maintenant, dans des branches différentes de la technique, à des solutions nouvelles pour des problèmes relevant de la locomotion et de la balistique aériennes. C'est ainsi que le gyroplane peut être amélioré, grâce à l'emploi des hélices à réaction ; déjà les services de l'armement de notre flotte aérienne envisagent l'utilisation des bombes-fusées à grand pouvoir de pénétration. Le stratoport n'est pas plus une chimère aujourd'hui que ne l'était la radiophonie lors des expériences de M. Branly.

JEAN MARCHAND.

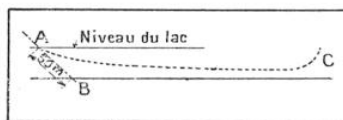


FIG. 8. — L'ARRIVÉE

La fusée plonge dans le lac du stratoport et décrit la course A C avant de remonter à la surface.

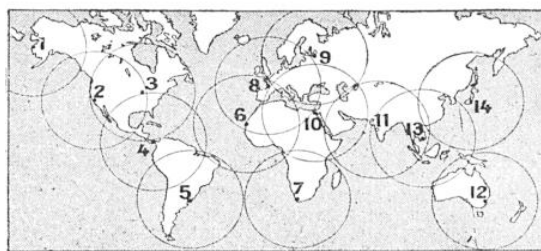
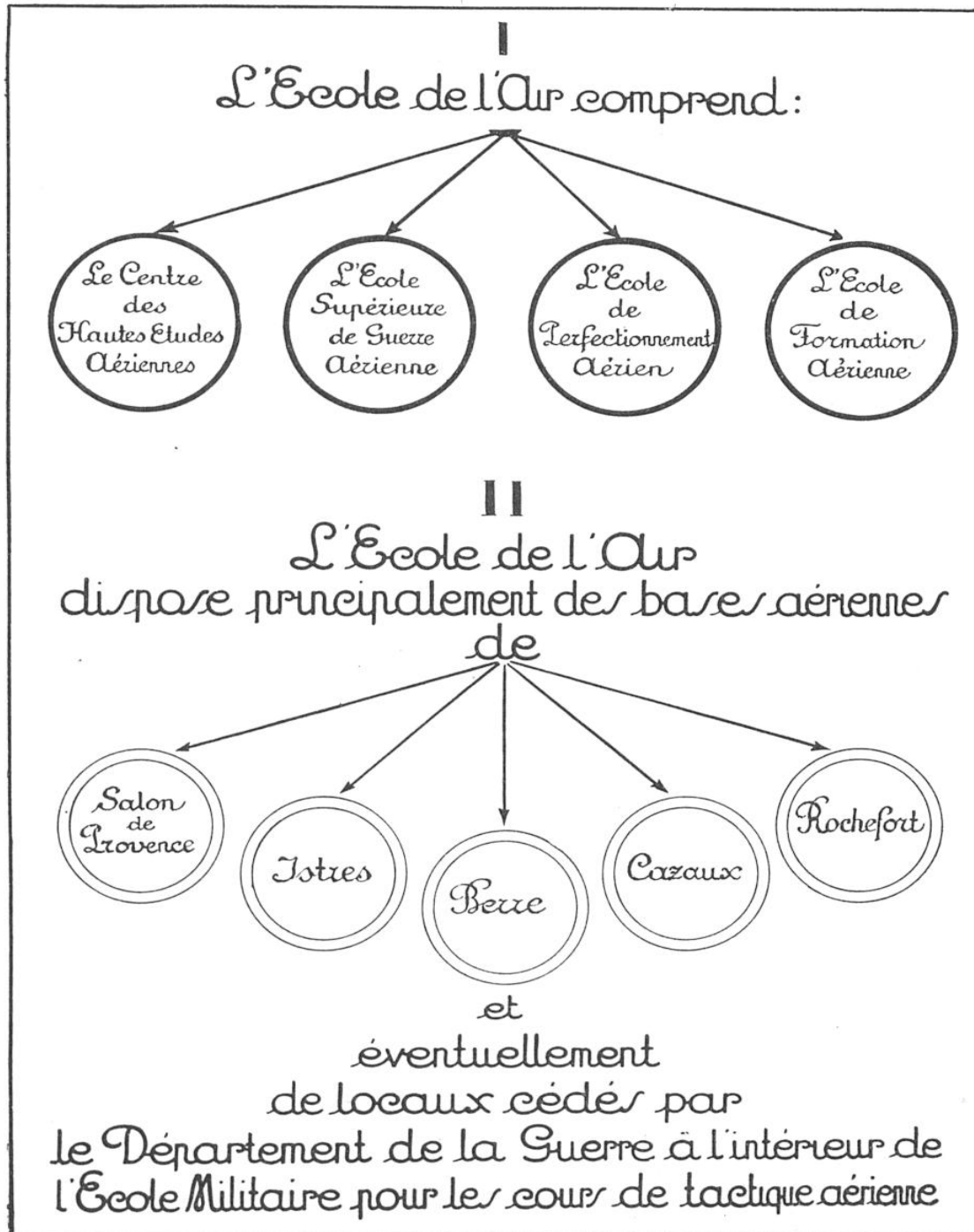


FIG. 9. — QUATORZE STRATOPORTS SUFFIRAIENT A COUVRIR LA TERRE D'UN RÉSEAU DE CERCLES DE 4 000 KM DE RAYON, RAYON D'ACTION PRÉVU POUR LES FUSÉES

1, Saint-Michel ; 2, San Francisco ; 3, Chicago ; 4, Panama ; 5, Rio-de-Janeiro ; 6, Dakar ; 7, Le Cap ; 8, Arcachon ; 9, Leningrad ; 10, Le Caire ; 11, Bombay ; 12, Sydney ; 13, Saïgon ; 14, Tokio.

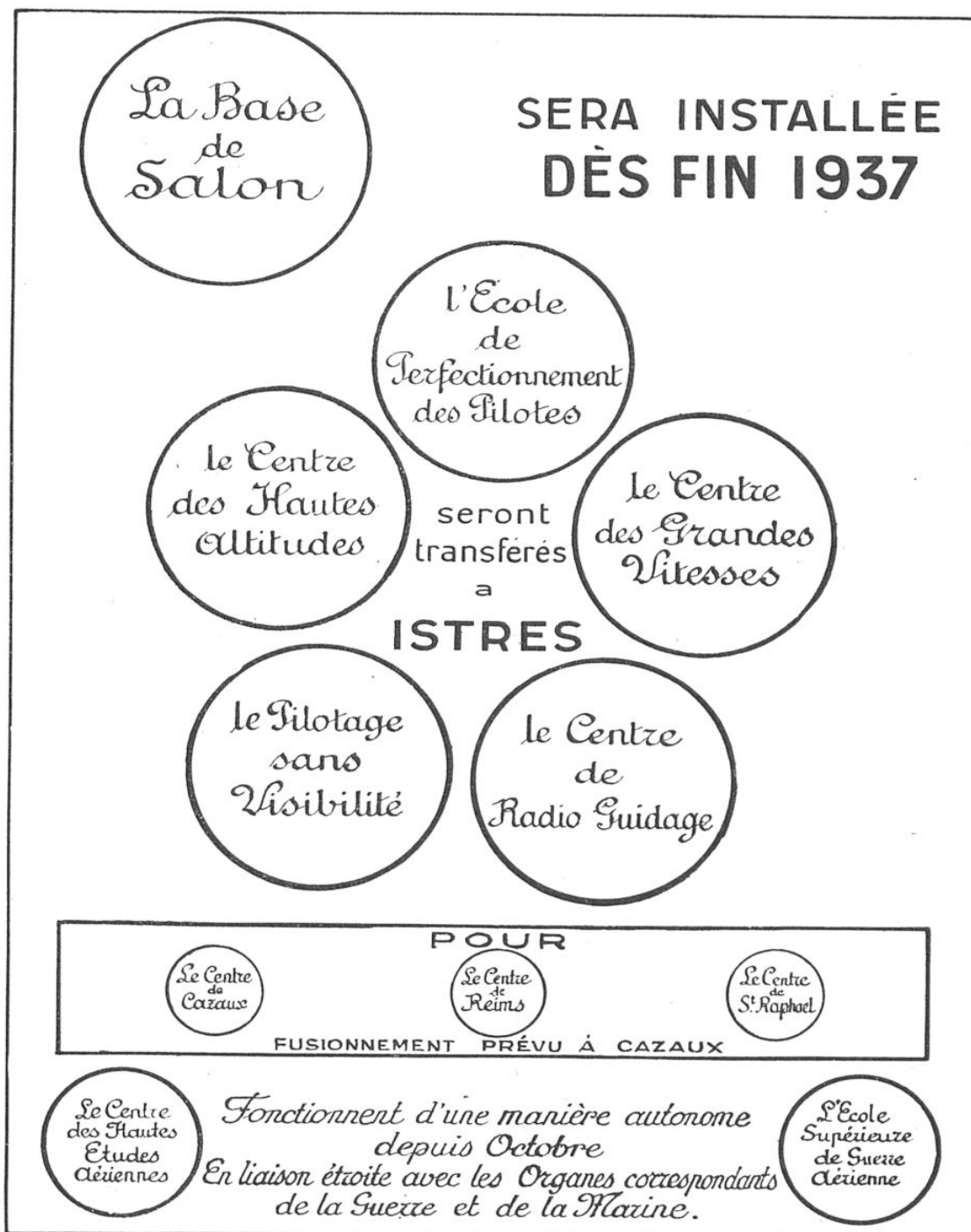
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 76.

LA FUTURE ORGANISATION DE L'ÉCOLE DE L'AIR



L'an dernier, le Ministère de l'Air a décidé de procéder à un nouveau regroupement des Ecoles en vue de donner plus de cohésion à la structure organique de l'Ecole de l'Air. Jusqu'ici de nombreux établissements d'instruction et de perfectionnement étaient éparés un peu au hasard sur l'ensemble de notre territoire. Cela avait notamment pour inconvénient de ne pas donner à l'enseignement la coordination

LE REGROUPEMENT DES ÉCOLES



qui est indispensable à la formation professionnelle : sans coordination, pas d'enseignement. Voici deux schémas démonstratifs mettant en évidence la doctrine qui a présidé à cette synthèse en vue de la préparation et de la spécialisation indispensable du personnel navigant. Cet aménagement rationnel de l'Ecole de l'Air se poursuivra en 1937, pour être achevé en 1938.

L'ACOUSTIQUE « ÉLECTRIQUE »

CONFÈRE AU STUDIO D'ENREGISTREMENT LES QUALITÉS EXIGÉES D'UNE SALLE DE CONCERT PARFAITE

Par Pierre KESZLER

La qualité artistique de l'exécution d'une œuvre musicale dépend essentiellement des caractéristiques acoustiques de la salle de concert elle-même (1). De même, la durée de réverbération d'un studio joue un rôle capital pour les « prises de son ». Cette durée doit, en effet, varier dans de larges limites d'après le but poursuivi (enregistrement phonographique ou cinématographique, ou bien radiodiffusion directe) et aussi d'après le caractère de l'œuvre exécutée. Au lieu de multiplier dans ce but le nombre des studios (la B. B. C. (2) en a fait construire trente-deux) ou d'utiliser un auditorium à parois mobiles comme à Hambourg, il est plus simple et surtout plus efficace de faire appel à un procédé électrique de création toute récente. Il permet, avec un seul studio de dimensions moyennes, de reproduire artificiellement la « couleur » d'une salle quelconque. Déjà appliquée en France par le « Poste Parisien », cette méthode nouvelle de prise de son doit améliorer sensiblement la qualité des enregistrements et des auditions radiophoniques tout en permettant de réaliser, par une véritable amplification sélective, des effets sonores entièrement nouveaux, qui donneraient pleine satisfaction aux mélomanes les plus exigeants.

QU'IL s'agisse de radiodiffusion, d'enregistrement phonographique ou cinématographique, il est toujours délicat de traiter convenablement la musique. En effet, mille raisons tendent à dénaturer la « couleur », c'est-à-dire le timbre des instruments, ce qui se traduit par une impression de déséquilibre entre les divers groupes de l'orchestre, ou même, parfois, par un véritable évanouissement de toute une catégorie d'instruments.

Pour limiter les chances d'altération, la plupart des studios de prise de son dérivent de la conception *salle amortie*, tendue de matériaux absorbants. De la sorte, seules sont à redouter les altérations dues aux circuits électriques. Mais ces derniers ont fait d'immenses progrès, et

il est possible, maintenant, d'obtenir des amplificateurs ayant une courbe de réponse rectiligne et horizontale (1).

Avec des appareils électriques de cette qualité, la musique exécutée dans une salle amortie perd une grande partie de son éclat. Pour obvier à cet inconvénient, on a commencé à démasquer les parois du studio dans l'espoir de rendre à la musique cette vie que constitue la persistance du son. Chacun a remarqué que, dans une salle quelconque, on entend une note se prolonger un certain temps avant de s'éteindre, bien après le moment où l'instrument l'ayant émise a cessé de vibrer.

Cette persistance du son dans une salle donnée a reçu le nom de *réverbération*. Il ne faut pas la confondre avec l'écho. En effet, ce dernier se mani-

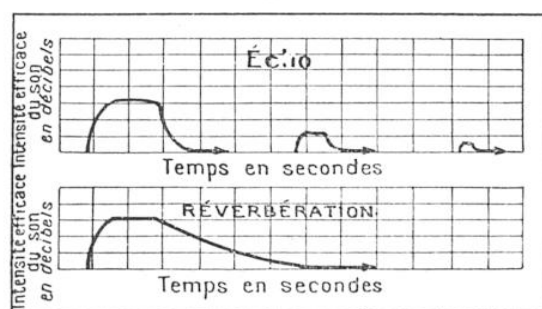


FIG. 1. — LA DIFFÉRENCE ENTRE L'ÉCHO ET LA RÉVERBÉRATION D'UNE SALLE D'AUDITION
L'écho se présente comme une série de sons successifs, pouvant se superposer inopportunistement à un autre son créé après le son original. La réverbération est une prolongation décroissante du son.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 461.

(2) *British Broadcasting Company*.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 250.

feste par une répétition exacte du son original, mais avec un certain retard. La réverbération est constituée par une multitude de tout petits échos, très affaiblis. Dans le premier cas, le son, bien que moins intense, reste net; dans le second, il est diffus.

Or, toutes les salles de concert possèdent une réverbération. Si l'on veut que la musique reproduite électriquement soit comparable à celle qu'on entendrait dans le cas d'audition directe, il faut donc que les studios possèdent une réverbération.

La chose, en elle-même, semble simple. Malheureusement, dans la réalité, on a constaté que la réverbération d'une salle déterminée variait avec la hauteur du son émis. Autrement dit, pour chaque note, la salle a une durée de réverbération différente. Comme les sons produits par les instruments de musique ne sont jamais constitués d'une seule onde sonore fondamentale, mais, en outre, d'un certain

nombre d'harmoniques, chaque salle donne un timbre particulier aux divers instruments. C'est pourquoi les mélomanes attribuent, sans en approfondir les raisons physiques, une « couleur » particulière à chaque salle de concert. C'est aussi pourquoi une même salle ne saurait vraiment convenir à toutes les exécutions, les caractères d'orchestration de chaque œuvre pouvant aussi bien concorder avec la « couleur » de la salle, que la contrarier.

C'est pourquoi la plupart des organismes de radiodiffusion, les firmes phonographiques et les studios cinématographiques ont cherché à réaliser des studios de prise de son auxquels, par des moyens forcément empiriques, on s'est efforcé de donner une courbe de réverbération agréable. D'ailleurs, selon la destination, émission radiophonique, cire ou film, la « couleur » varie assez sensiblement. Pour la radio, où il peut être utile de couvrir les parasites en partie, on s'est orienté vers les durées de réverbération assez longues. Les stations allemandes, notam-

ment, se distinguent dans ce domaine. Pour le phono, on cherche, au contraire, à obtenir des sons aussi précis que possible, donc peu de réverbération, afin que la gravure soit nette. Pour le film, ou, théoriquement, la salle de projection ajoutera de la réverbération, on se contente de moins encore. L'inconvénient de la grande réverbération, c'est que la musique s'empâte, les notes se chevauchant. L'inconvénient de la courte réverbération, c'est que la musique semble étouffée.

Or, la réverbération paraîtra, dans une même salle, courte ou longue selon l'écriture de la musique interprétée. De longues phrases harmoniques demandent un prolongement sonore, alors que les traits, ou bien les passages contrapunctiques, exigent une grande netteté.

L'idéal serait de pouvoir modifier la réverbération au fur et à mesure des exécutions. La station de Hambourg possède, à cet effet, un vaste auditorium cloisonné par des

parois mobiles, qu'une machinerie déplace en silence. Malgré cet important déploiement de technique, les résultats ne sont pas magnifiques.

Comment on fait varier artificiellement la « couleur » d'un studio

Nous avons déjà exposé dans cette revue ce qu'était la salle d'écho artificiel (1). Partant de ce principe déjà ancien (la B. B. C. l'utilisait en 1926), mais qui, employé tel quel, n'apportait aucune amélioration sensible, MM. Gamzon, Sollima et Sarnette ont conçu une méthode de prise de son qui permet de donner au studio la réverbération que l'on veut, à chaque instant, ainsi que la couleur de telle ou telle salle prise pour modèle.

Ainsi, tandis que la B. B. C. construisait 32 studios différents, à Londres, pour obtenir une gamme de couleurs qui, toutes, ne donnaient pas satisfaction, le procédé nouveau permet de reproduire synthétiquement toutes

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 489.

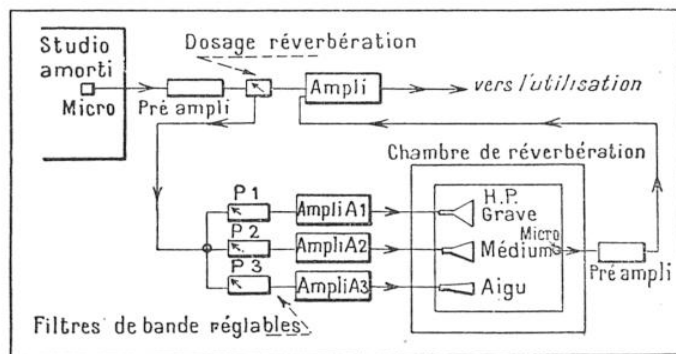


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE DES CIRCUITS ÉLECTRIQUE ET SONORE DANS LA PRISE DE SON SYNTHÉTIQUE, D'APRÈS LES PROCÉDÉS BUVARD-ROUX

les salles connues avec un seul studio de dimensions moyennes.

Ainsi que nous l'avons dit, ce studio unique est totalement amorti. Le microphone ne capte que ce qui est joué. Le courant issu de ce microphone est normalement amplifié, comme dans toute prise de son. A la sortie de ce préamplificateur, le courant est partagé. Une partie suit la ligne qui conduit directement à l'amplificateur de sortie, sans préjudice, toutefois, d'un perfectionnement sur lequel nous reviendrons. La seconde partie est partagée, à son tour, en trois parties, par trois filtres de bande (1). Le premier admet l'aigu, le second le médium, et le troisième le grave. A chacun de ces trois filtres est attelé un amplificateur à courbe de réponse rectiligne et horizontale. Puis chacun de ces amplificateurs actionne un haut-parleur approprié, situé dans une chambre de résonance, ou salle d'écho. Cette salle est petite, mais construite en matériaux durs

et complètement unis. De la sorte, le phénomène d'écho est impossible, mais, par contre, la réverbération est considérable ; elle peut atteindre dix secondes. Un microphone placé dans la même chambre recueille le complexe sonore, et après amplification, ce courant est réuni à l'autre portion, issue du préamplificateur. Le son original est ainsi « habillé » avec le son capté dans la chambre de résonance.

En modifiant convenablement le partage en intensité du courant direct et du courant « habillé », on règle exactement et à chaque instant la durée de réverbération.

En agissant sur les potentiomètres commandant chacun des trois filtres de bande, on peut faire varier la « couleur » de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 306.

salle, car il est possible de favoriser tel ou tel registre par rapport aux autres.

Le perfectionnement que nous avons évoqué plus haut consiste à placer le même dispositif de filtres de bande réglables sur le chemin du courant direct. C'est alors, non plus pour copier la couleur d'une salle, mais obtenir des effets dramatiques impossibles à produire dans la réalité. En effet, si l'on veut donner à un groupe d'instruments un rôle prépondérant, la chose n'est possible dans l'orchestre qu'entre les limites d'intensité sonore normales de chaque instrument.

Grâce à la prise de son synthétique, on peut, au contraire, grossir démesurément ces mêmes instruments sans altérer leur timbre. Il y a là un procédé artistique proprement microphonique, dont d'ailleurs jusqu'à présent personne ne semble avoir compris la richesse.

Lorsque ce procédé de prise de son sera appliqué comme il le mérite, il sera possible de rajouter tout le répertoire musical

en plaçant chaque œuvre exactement dans son cadre idéal, et cela sans déplacer un musicien.

Si Mozart ne connaît sa plénitude que dans le palais du prince archevêque de Salzbourg, si Wagner ne connaît toute sa splendeur qu'à Bayreuth, c'est parce que Mozart a écrit pour être joué entre des murs sonores, et que Wagner a fait édifier un théâtre spécial pour ses œuvres.

Demain, avec la prise de son rationnelle, on doit pouvoir enregistrer et diffuser Mozart et Wagner avec cette même perfection qui attire, chaque année, en Autriche et en Allemagne les mélomanes du monde entier.

Déjà, en France, la station du « Poste Parisien » a fait installer ce dispositif de prise de son, et plusieurs stations étrangères se proposent de l'imiter. PIERRE KESZLER.

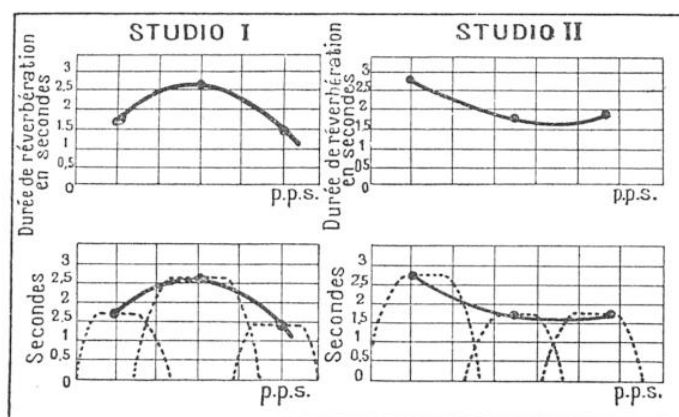


FIG. 3. — LA RECONSTITUTION SYNTHÉTIQUE DES QUALITÉS ACOUSTIQUES D'UNE SALLE DONNÉE

Les deux figures du haut représentent les courbes caractéristiques de deux studios donnés qu'on se propose de reconstituer. Les deux figures du bas montrent comment on agit sur les potentiomètres des filtres de bande pour parvenir à ce résultat. Les lignes pointillées correspondent aux valeurs données artificiellement à la réverbération de chaque registre, grave, médium, et aigu. On voit que les courbes résultantes, en trait plein, correspondent parfaitement aux courbes types.

LE « MICROCINEMATOGAPHE », « MICROSCOPE » ET « TÉLESCOPE » DU TEMPS

Par Victor JOUGLA

Le « chronophotographe » de Marey a, pour la première fois, en 1882, décomposé les mouvements des êtres vivants trop rapides pour que l'œil humain puisse les suivre. Pour cette analyse infinitésimale du temps, comme pour l'étude des phénomènes à évolution très lente (telle la croissance d'un végétal), le cinématographe constitue aujourd'hui un précieux instrument de recherche scientifique, particulièrement puissant et précis. Cette technique de l'enregistrement sur film à une cadence très rapide, ou au contraire très ralentie (depuis 32 images par seconde jusqu'à 1 image toutes les deux minutes), a été appliquée avec succès à l'observation des micro-organismes par le docteur Comandon, dans son laboratoire de l'Institut Pasteur, à Garches. Il a pu étudier ainsi, à côté des microbes, comme les trypanosomes, ou les spirochètes, l'évolution et la prolifération des tissus par division cellulaire, le développement de l'œuf, et même des phénomènes physiques comme les cristallisations liquides de Lehmann. C'est à l'un des collaborateurs du docteur Comandon, M. de Fonbrune, que revient le mérite de la création des « micro-instruments », aiguilles de verre à pointes parfois ultramicroscopiques, manipulées avec précision grâce à un micromanipulateur pneumatique d'une extrême sensibilité. L'expérimentateur est donc désormais en mesure d'intervenir directement sur la platine même du microscope, soit en saisissant un microorganisme particulier, soit en introduisant au point précis qu'il désire tel ou tel corps étranger à dose infinitésimale. Grâce à cette nouvelle technique microcinématographique, le savant — biologiste ou physiologue — peut surprendre et enregistrer les secrets de la vie dans ses germes les plus primitifs et les moins connus.

« La vie est mouvement, c'est une chose qui coule, pour ainsi dire, qui évolue ; aussi le cinématographe semble-t-il être une des machines qui soient le mieux capables de servir le biologiste dans ses recherches. »

Le docteur Comandon, auquel j'emprunte la phrase précédente, a consacré sa vie de savant à la mise au point de cette merveille : le « microcinématographe ». Il la met en action tous les jours dans son Service de Microcinématographie, à l'Institut Pasteur de Garches. Par la création de cette technique, on peut dire que le docteur Comandon a doté la science d'un instrument qui dépasse de beaucoup l'intuition qu'en eut, le premier, Jules Marey.

Le « physiologiste » Marey réalisa la « chronophotographie » de la marche de l'homme, du galop du cheval, du vol de l'oiseau. La série de ses photographies à grande fréquence décomposait pour la première fois les mouvements des êtres vivants à une cadence que l'œil était bien incapable de suivre. Examinées à loisir, ces images modifièrent bien des opinions *a priori*. Les spécialistes de la mécanique rationnelle, par exemple, furent obligés, pour répondre à la question posée par un film de Marey, de

réviser leur théorème imprudent du « chat » qui, tombant pattes en l'air, ne pouvait se disant retomber sur ces mêmes pattes.

Avec son « microcinéma », le docteur Comandon propose une foule de problèmes analogues aux spécialistes du monde, infiniment plus petit, des microbes. C'est la physiologie vivante qui se trouve désormais soumise à l'analyse de la cellule cinématographique. Conçu — sinon réalisé — dans le laboratoire d'un physiologiste, le cinématographe, perfectionné par l'industrie pour notre seul plaisir, retourne donc ainsi à ses origines, qui sont biologiques.

Le cinématographe remplace les graphiques et permet de les reconstituer tous

Pour bien savoir l'importance scientifique du microcinématographe, il faut considérer que cet instrument remplit, à l'égard des « phénomènes » observés, le même rôle que le microscope dans l'étude de la matière, inorganique ou vivante, et le même rôle que le télescope dans l'observation des « objets » célestes. Avec le cinéma, le savant prend possession du temps, accéléré ou ralenti, exactement comme il raccourcit avec le télescope l'espace intersidéral et comme il allonge

avec le microscope les dimensions de l'invisible. Sous l'objectif du microcinéma, la « durée » se trouve, en effet, soumise aux analyses les plus serrées, exactement comme l'« étendue » sous les oculaires des instruments d'optique.

Insistons sur l'importance de ce fait qui apparaîtra, dans l'histoire des sciences, du même ordre que l'invention de la lunette de Galilée.

Jusqu'ici, dans tous les chapitres de la science, le savant suspend le cours des phénomènes afin d'avoir le loisir d'y fixer son attention. « Le chimiste, observe le docteur Comandon, arrête une réaction pour procéder à l'analyse des produits ; le biologiste arrête la vie de l'organisme au stade où il désire le considérer ; l'anatomie, l'histologie, l'embryologie, la bactériologie étudient des êtres tués et débités en couches minces. » Bref, jusqu'à présent, toute la science apparaît condamnée à ne travailler que sur des objets inertes ou même morts. Seules font exception l'astronomie, la physique et la physiologie. Encore ces deux dernières disciplines sont-elles contraintes de procéder par « pointages » dans leurs mesures, c'est-à-dire de saisir, pour ainsi dire, les phénomènes au vol. Songez à la fugacité de la traînée d'un « corpuscule » dans la « chambre humide » de Wilson (1), le meilleur instrument de recherche pour la radioactivité de la matière. Songez à la difficulté de tracer automatiquement un graphique, par exemple celui du travail des moteurs rapides. Nous avons exposé, ici même, quel immense progrès avait réalisé dans ce sens le manomètre « photocathodique » de M. Labarthe (2) ; or ce n'est là, précisément, qu'une réalisation « cinématographique » très particulière obtenue avec le même « tube » phosphorescent qui sert à la télévision, ce qui le rattache à la cinématographie ponctuelle. D'ailleurs, même dans ce cas, le phénomène proprement dit doit encore être deviné par interprétation de la courbe.

Dans les graphiques des physiciens, le temps est inscrit sur l'axe des abscisses, la mesure du phénomène étudié s'inscrit en ordonnées : mais un phénomène n'est jamais simple. La biologie, exempte de mathématiques, ni même la chimie (nous en dirons un mot), ne peuvent se contenter de tels graphiques.

Imaginons maintenant que le phénomène puisse être cinématographié dans sa totalité complexe et qu'une parcelle de chaque cliché pelliculaire soit réservée à l'inscrip-

tion du temps par photographie simultanée d'un cadran chronométrique. Si l'évolution du phénomène est rapide, le cinéma suivra le train en accélérant la cadence. Si le phénomène évolue lentement, le cinéma ralentira sa prise de vues. L'homme de science retrouvera, sur l'écran, le phénomène observé et daté par le chronomètre-témoin, au centième de seconde, dans le premier cas ; à la seconde, à la minute ou même à l'heure, s'il s'agit d'un phénomène lent.

Mais voici qui est mieux encore. Si la caméra de prise de vues doit adopter la cadence qu'exige le phénomène, l'appareil de projection peut s'adapter, de son côté, aux nécessités de l'œil humain. A la projection, les films rapides seront ralentis ; les films lents accélérés. Dans le premier cas, le temps est allongé ; dans le second, il est raccourci. Dans le premier cas, le cinématographe réalise l'analyse microscopique de la durée ; dans le second, il agit, vis-à-vis d'elle, à la manière d'un télescope.

Pour la première fois, l'utilisation scientifique du temps s'effectue en dehors des « graphiques » et de leurs « axes » cartésiens qui obligeaient le savant à confondre, plus ou moins inconsciemment, le temps avec une dimension de l'espace. Ce qu'il n'est pas — sauf dans l'univers de M. Einstein, qui n'est pas celui de tout le monde, savants et phénomènes compris.

De plus, toutes les circonstances du phénomène, donc toutes les « variables » qui intéressent le savant, se trouvent restituées *simultanément* à ses yeux. Il peut en tirer tous les graphiques possibles. Chacune des images du film constitue un témoin qu'il peut consulter à l'aise et même agrandir afin d'en obtenir les détails qui auraient pu passer inaperçus à la projection.

Le cinématographe, « microscope » et « télescope » du temps

Tels sont les principes. Illustrons-les par des exemples qui nous feront comprendre la méthode convenable à leur application.

Il est intéressant, pour le physiologiste, de « voir » pousser une plante, de suivre les mouvements de la vrille qui cherche son appui et s'y enroule. Ce mouvement est tellement lent que l'œil ne parvient pas à le saisir. L'image ne se déplace pas assez vite sur la rétine. Vue au microscope, l'extrémité végétale progresse à vue d'œil : le grossissement optique accroît l'angle visuel et, par là, la vitesse angulaire. Le seuil inférieur de la perception du mouvement est rétabli : on décèle la vitesse de croissance.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 184.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 211.

Mais, alors, le champ visuel ne couvre qu'une infime partie de l'organe étudié. L'observation du phénomène perd de son intérêt.

Soumettons la plante tout entière à la prise de vues d'un film se déroulant à la cadence d'une image par quart d'heure. Au bout de huit jours, le film comportera 768 images qui, projetées à la cadence classique de 16 par seconde, montrera, en 48 secondes, toutes les phases de l'éclosion d'une fleur, de la croissance d'ensemble d'une tige.

Autre exemple. Une goutte d'eau jaillit d'un pulvérisateur. Si sa vitesse dépasse 17,5 m à la seconde, fût-elle grosse comme une noix et parfaitement éclairée, elle reste invisible pour un observateur situé à 3 m de distance. C'est alors le « seuil supérieur » de la visibilité du mouvement qui se trouve dépassé. Le fait se produit quand la « vitesse angulaire » devient supérieure à 30° par dixième

de seconde. Le film ne connaît pas la même inertie que la rétine. Aussi bien, si nous filmons le phénomène de pulvérisation à raison de 100 images par seconde, la projection ralentie nous montre les gouttes liquides se déformant, par vibrations élastiques, dans une série continue d'ellipsoïdes, en passant par la sphère comme forme centrale de l'oscillation.

Dans les deux exemples précédents, en

agissant sur le facteur *temps*, nous avons donc réussi à mettre en lumière le phénomène intéressant la science, *tout en conservant le grossissement le plus favorable à l'observation.*

Il découle de là qu'avant de monter la prise de vues d'un film destiné à l'étude d'un

phénomène, il faudra déterminer la grandeur qu'il est désirable de donner sur l'image à l'objet représenté. Cette condition comporte le choix d'un objectif de longueur focale convenable. L'objectif photographique (des cameras ordinaires) pourra convenir dans beaucoup de cas. Dans d'autres cas, il faudra recourir à des objectifs de télescope. Dans d'autres, enfin, à l'objectif du microscope.

Le choix de l'objectif étant fait, il devient nécessaire de calculer la cadence la plus avantageuse pour la succession des images afin que le mouvement de l'objet puisse être projeté à une

vitesse parfaitement perceptible — c'est-à-dire compatible avec les deux « seuils », *inférieur et supérieur*, de la perception du mouvement par la rétine. Un film pris à 48 images par seconde et projeté à 24 ralentit le mouvement de moitié. Pris à raison de 2 images par seconde et projeté à 24, il le multiplie par 12, etc... (La projection à 24 images est généralement adoptée afin de permettre l'adjonction d'une bande sonore

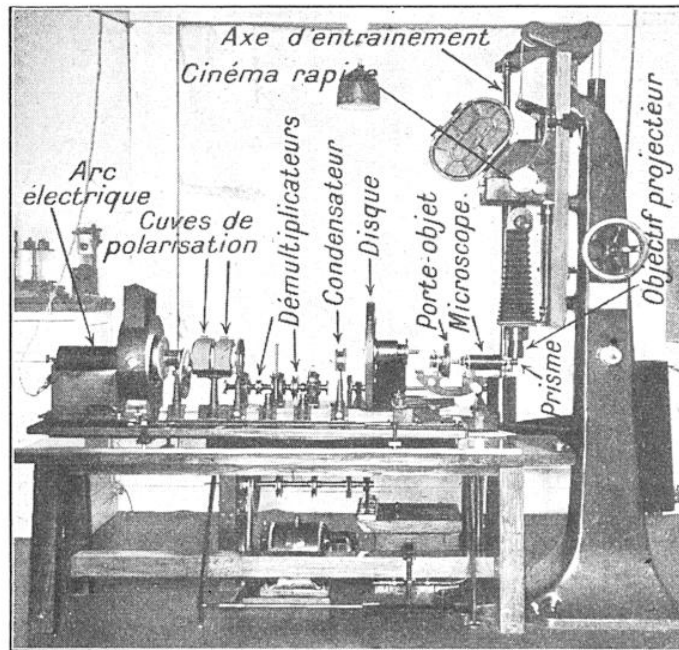


FIG. 1. — MONTAGE GÉNÉRAL DU MICROCINÉMATOGRAPHE DU DOCTEUR COMANDON

Il se compose d'un banc d'optique, horizontal, et de l'appareil de prise de vues, vertical. La camera G. V. (cinéma rapide) coulisse sur une potence très rigide qui lui transmet, par un axe d'entraînement, le mouvement général fourni par un moteur électrique (visible au-dessus du banc). Ce mouvement est soumis à des démultiplications variables par des démultiplicateurs amovibles. — La partie optique comporte une source de lumière (ici, un arc électrique) dont le faisceau éclaire la platine du microscope, après avoir éventuellement cheminé à travers un système polariseur. Le faisceau est intercepté par un disque tournant qui assure son obturation en synchronisme avec le passage des clichés du film. — Le renvoi de la lumière du microscope (quand celui-ci est horizontal) vers la camera de prise de vues s'effectue au moyen d'un prisme.

contenant les explications orales du professeur, si le film est destiné à la démonstration devant un auditoire.)

Le chronométrage réel est conservé sur l'image par la photographie du cadran chronométrique. Ce cadran peut, d'ailleurs, être remplacé ou suppléé, en cas de besoin, par celui d'un baromètre, d'un couple thermométrique ou de tout autre instrument témoin des circonstances physiques intéressant l'observation.

Les dimensions de l'objet seront prises sur le film et non sur l'écran, puisque la grosseur des figures projetées dépend de la distance à laquelle se fait la projection.

Grâce à ces indications précises d'espace et de temps, sans parler des autres mesures physiques, le film réalise le document complet d'analyse scientifique que nous avons annoncé.

Il nous reste à pénétrer maintenant dans le laboratoire du docteur Comandon qui, des trois objectifs utilisables, a choisi le plus malaisé à manier, mais aussi de beaucoup le plus puissant des trois pour la découverte : l'objectif du microscope.

Le montage du microcinématographe

Le microcinématographe est aujourd'hui d'un usage universel, mais s'il fallait en retracer la genèse, c'est des premiers essais

réalisés en 1909 par le docteur Comandon qu'il faudrait dater son essor. Ces essais, qui se déroulaient dans un laboratoire installé à Vincennes par la maison Pathé, furent une révélation : le microbe de la maladie du sommeil, le trypanosome, fut cinématogra-

phié en pleine activité dans le milieu sanguin. Projeté sur l'écran, la terrible bactérie apparut au milieu des globules sanguins comme un serpent ravageant un panier d'œufs.

Depuis cette époque, la technique du microcinématographe du docteur Comandon n'a fait que progresser, s'appliquant tour à tour à l'étude des microbes, de la vie des cellules, du développement de l'œuf, et de phénomènes physiques tels que les cristallisations liquides de Lehman, les formations « myéliniques » fort analogues à ces pseudo-végétations de Ledue dont nous avons montré la nature dans cette revue (1).

Mais, à mesure que s'étendait le domaine de l'investigation microcinématographique, la technique se perfectionnait. Elle profitait, d'une part, des progrès intrinsèques réalisés par le cinéma industriel et, d'autre part, des perfectionnements de montage dus à l'initiative personnelle du docteur Comandon et de son collaborateur M. de Fonbrune, dont les instruments de « micromanipula-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 443.

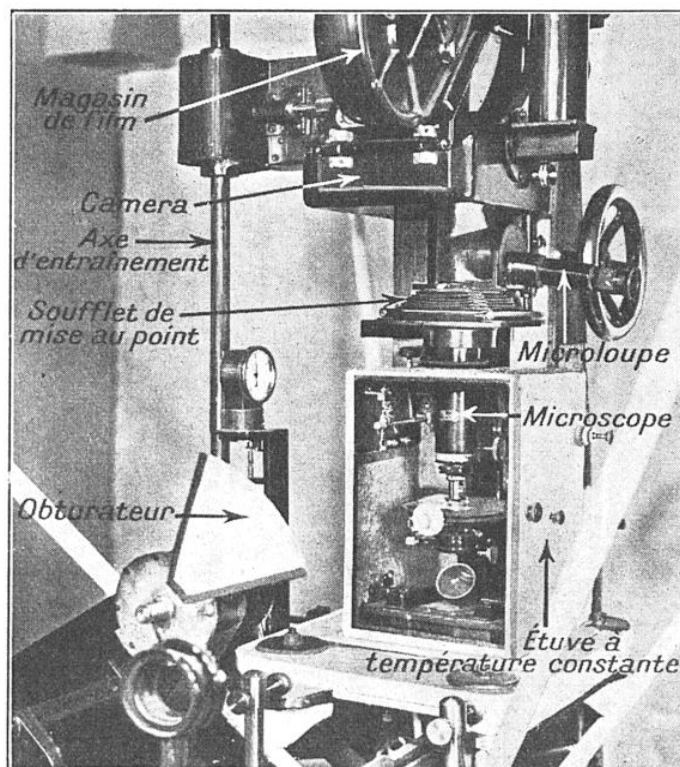


FIG. 2. — DÉTAIL DU MICROCINÉMATOGRAPHE COMANDON (MODÈLE LE PLUS RÉCENT)

Le microscope est ici vertical et enclos dans une étuve, à température constante. On aperçoit l'obturateur à grande vitesse de rotation, qui se compose d'un simple secteur de cercle (en réalité placé sous carter, quand il fonctionne, par mesure de sécurité). On distingue, à droite, la microloupe latérale grâce à laquelle l'opérateur règle la mise au point de l'image. On remarque (barres blanches obliques et divergentes) les suspensions qui soutiennent l'appareil et le rattachent aux murs épais du bâtiment, afin d'éviter aussi complètement que possible la transmission des vibrations du sol aux images.

tion » sont des modèles d'ingéniosité.

Des progrès intrinsèques du cinéma, nous ne dirons rien de spécial. Rappelons seulement que les caméras à prise de vue ultrarapides qu'utilise le docteur Comandon sont celles de la maison André Debré. Elles réussissent, quand les circonstances expérimentales l'exigent, à prendre 250 vues par seconde. A cette cadence, le système de griffes qui entraîne le film opère la substitution des images en moins de 1/500 de seconde. L'immobilisation du film pour le temps de pose qui se borne au même laps de temps (la pose et l'obturation se déparageant également la durée disponible) doit être cependant parfaite. Pour l'obtenir, il faut appliquer au mécanisme de déroulement du film des contre-griffes « d'arrêt ». Il en résulte des accélérations positives et négatives formidables. Le film résiste. Les perforations ne sont pas altérées. Telle est la merveille « industrielle ».

Mais cette allure vertigineuse n'est que rarement nécessaire au laboratoire de microcinématographie. On a même, très souvent, le plus grand intérêt à augmenter le temps de pose. Les constructeurs du cinéma G. V. (grande vitesse) ont modifié en conséquence leur appareil, de manière à donner une période de pose cinq fois plus longue que la période d'escamotage ou d'obturation, tout en conservant une cadence supérieure à 32 images par seconde, la cadence normale (minimum) étant de 16 images. Ce but est atteint au moyen d'une came qui soulève les griffes et empêche la prise des perforations du film pendant une durée qui correspondrait à 3 images, si ces griffes étaient libres d'agir. C'est là un très important perfectionnement pour l'utilisation photographique du flux lumineux. Et l'on sait combien est délicat l'éclairage des préparations microscopiques, surtout quand elles sont vivantes.

L'inscription du temps par la photo-

graphie du chronomètre (procédé repris de Jules Maréy) exige l'installation d'un objectif auxiliaire, très petit, placé latéralement et qui renvoie cette image spéciale sur l'image d'ensemble par l'intermédiaire d'un prisme. Le cercle du cadran ainsi photographié ne prend que 3 mm sur le cliché.

L'appareil est mis en mouvement par un moteur électrique de 0,7 ch, qui est scellé dans le massif de béton. Sa vitesse de rotation normale (1 500 t/mn) peut subir une réduction de moitié. Son démarrage et son arrêt peuvent être commandés, automatiquement, par un chronomètre.

Les transmissions de ce moteur à l'appareil proprement dit comportent la possibilité de recevoir, suivant les besoins expérimentaux, des réducteurs de vitesse caractérisés, chacun, par un « coefficient » de réduction bien déterminé : 3, 12, 18. En combinant ces réducteurs, le 3 et le 12, par exemple, on obtient une réduction totale de 36... La gamme des vitesses de prise de vues dont on peut ainsi disposer va de 32 images par seconde à une image toutes les deux minutes. Nous avons exposé, dès le début, la néces-

sité d'une telle souplesse dans le choix de la cadence cinématographique.

L'obturateur de l'appareil, qui doit, naturellement, se plier, comme le cinéma proprement dit, à ces réductions de vitesse, n'est pas situé, comme dans la caméra classique, devant l'objectif. Il est placé devant le faisceau lumineux éclairant la préparation. Comme il peut tourner à 2 000 t/mn, pour éviter tout accident, il est enfermé dans un carter de sécurité. D'ailleurs, si l'éclairage est bien réglé, l'obturateur devient inutile dès que la durée d'escamotage devient insignifiante relativement au temps de pose.

L'ensemble de cette installation évoque, par son bâti de fonte, un véritable tour métallurgique. La caméra est suspendue à une potence également massive. Son objec-

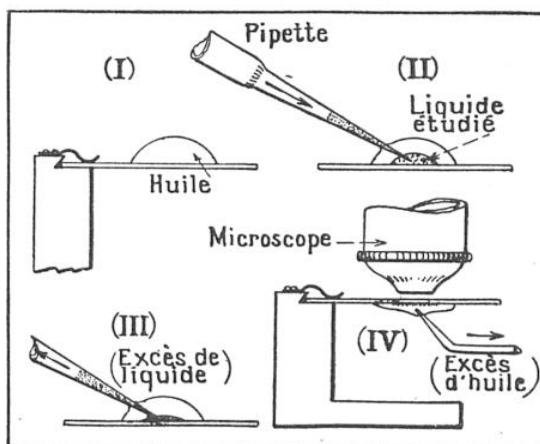


FIG. 3. — UNE PRÉPARATION MICROBIOLOGIQUE SUIVANT LA TECHNIQUE DE MM. COMANDON ET DE FONBRUNE

Le liquide étudié est injecté par une micropipette à l'intérieur d'une goutte d'huile (I et II). Avec une microaiguille, on réduit ce liquide au strict volume nécessaire (III) ; puis on enlève de même l'excès d'huile (IV), de manière à obtenir le maximum de transparence à la lumière et, aussi, de perméabilité à l'air dont la présence est nécessaire à la culture vivante étudiée.

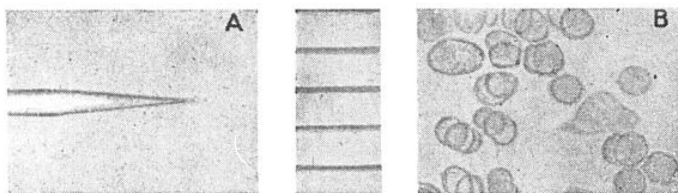


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIES MONTRANT LES GROSSEURS RELATIVES DE LA POINTE D'UNE MICROAIGUILLE (A) FABRIQUÉE PAR M. DE FONBRUNE ET DE BACTÉRIES (B) *Au centre, une graduation, grossie au microscope, dont chaque division équivaut à un centième de millimètre.*

tif plonge par un soufflet réglable sur le champ optique du microscope. Celui-ci est installé au sein d'une étuve à température constante dont la face antérieure est, naturellement, une glace transparente. L'oculaire microscopique seul émerge de l'étuve. Des boutons latéraux à l'étuve permettent de régler la platine du microscope qui supporte l'objet à étudier.

L'une des plus grandes difficultés rencontrées par le docteur Comandon fut la lutte contre les vibrations. La moindre vibration qui décalerait l'axe optique de la caméra sur celui du microscope se traduirait à la projection par un brouillage : l'image danserait sur l'écran. Dans sa plus récente installation, au laboratoire de l'Institut Pasteur, situé à Garches, la suspension de la caméra et du microscope est particulièrement étudiée, solidaire des murs massifs du laboratoire auxquels l'appareil est suspendu par des barres d'acier accrochées à des coussins de liège.

Un laboratoire spécial est destiné aux cinématographies de physiologie végétale. Il n'est plus question, ici, de microcinématographie, mais d'un cinématographe ordinaire placé à distance fixe du végétal dont on étudie la croissance. La cadence des poses étant, en l'occurrence, de l'ordre de plusieurs minutes entre deux images successives, le problème n'offre aucune difficulté particulière. La plante est en serre close. Le moment de la pose arrivant, un déclic automatique voile les vitres, transforme la serre en chambre noire, le film prend une vue. L'obturateur se referme et les rideaux

s'effacent, laissant rentrer à nouveau la lumière.

Aussi bien ce ne sont pas ces dispositifs mécaniques qui nous passionnent, mais les résultats obtenus.

La « micromanipulation »

Autrement intéressante est la manipulation à laquelle sont astreints les opérateurs.

Il s'agit, tout d'abord, de fabriquer les instruments, les « microinstruments ».

Puisqu'il s'agit d'étudier les microorganismes dans leur « vie », physiologiquement, il faut d'abord renoncer aux vieilles méthodes microscopiques qui ne se préoccupent nullement d'assurer la vie aux cellules, aux microbes observés, qui, souvent, cherchent, au contraire à les rendre visibles par des colorants qui les tuent. Un œuf de quelques microns de diamètre, pour se développer sous l'objectif du microscope, a besoin d'oxygène, de même un tissu dont on cinématographie la croissance par la karyocinèse de ses cellules.

Le docteur Comandon procède comme

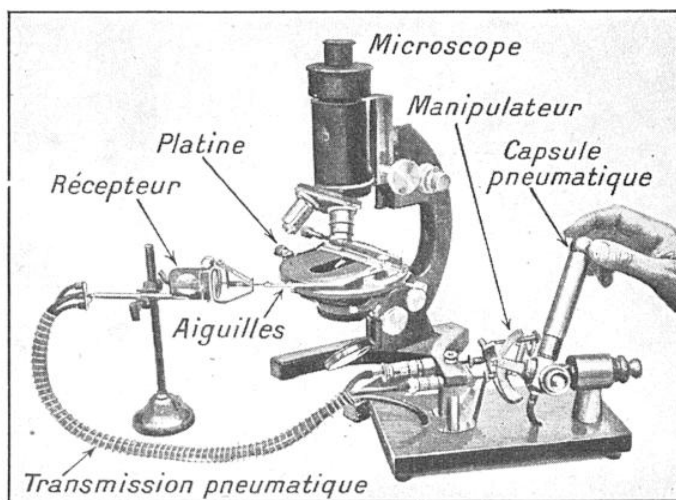


FIG. 5. - LE MANIPULATEUR MICROSCOPIQUE DE FONBRUNE

L'appareil se compose de deux parties distinctes : le manipulateur qui ordonne les mouvements, sous la main de l'opérateur, et le récepteur qui exécute ces commandes en mouvant les microaiguilles dans le champ du microscope. Grâce à trois commandes pneumatiques obéissant l'une au basculement latéral, l'autre au basculement d'avant en arrière et la troisième à une pression sur une capsule, d'une seule main l'opérateur fait mouvoir l'aiguille dans les trois dimensions de l'espace. Les transmissions sont assurées par trois tubes souples en caoutchouc. (La photo précédente indique l'ordre de petitesse des mouvements obtenus.)

l'indique le schéma (fig. 3) auquel nous prions le lecteur de se reporter. Le micro-organisme se trouve enrobé dans une goutte d'huile suffisante pour le maintenir adhérent à la lame porte-objet, mais dont la minceur a été assez réduite pour que l'air puisse la traverser.

Et puis, il faut se procurer des aiguilles assez fines pour s'introduire non seulement dans le milieu de culture ainsi préparé, mais encore dans la cellule elle-même, afin d'étudier ses réactions à la piqure, à l'injection de certaines substances... Bref, l'opérateur doit disposer d'aiguilles dont la pointe s'effile jusqu'à disparaître *intacte* dans le domaine de l'invisibilité microscopique elle-même — dans l'« ultramicroscopique ».

C'est à M. de Fonbrune que revient le mérite d'avoir créé la technique de fabrication de semblables instruments de verre. Pour effiler de telles aiguilles sous la chaleur (fournie par un filament électrique incandescent) les gestes de la main nue seraient infiniment trop grossiers. Il a fallu que M. de Fonbrune créât un appareil entièrement manœuvré par des vis micrométriques qui assurent les translations et les rotations du mince fil de verre au cours de son étirage. Il obtient ainsi des aiguilles à pointes « fine et courte », « mousse », « fine et allongée », « fine, moins allongée » des pointes, enfin, « submicroscopiques » (voir les microphotographies fig. 4). Le travail s'effectue, d'ailleurs, sous l'oculaire du microscope.

Les microinstruments obtenus, on ne peut songer davantage à les utiliser à la main. Ici encore, il va falloir les manier avec un

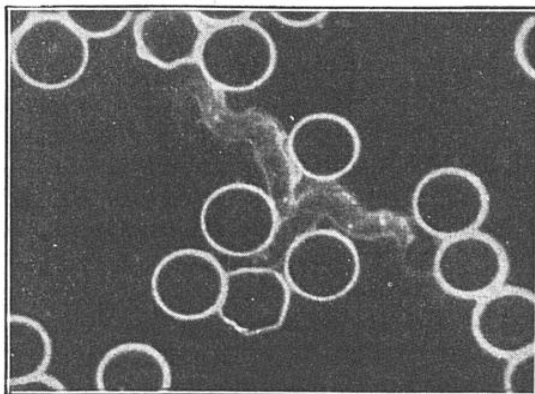


FIG. 6. — UN BEL EXEMPLE DE CLICHÉ MICRO CINÉMATOGRAPHIQUE

Il s'agit, ici, d'observer les mouvements et les dégâts d'un trypanosome à travers les amas de globules rouges du sang.

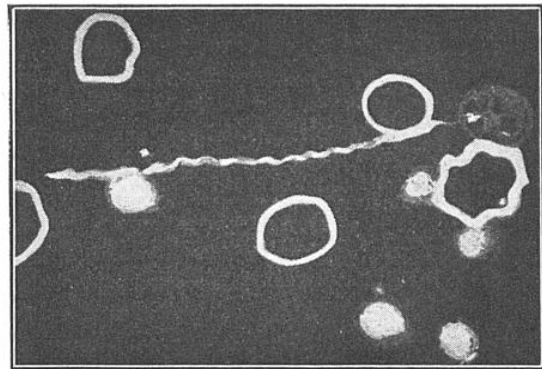


FIG. 7. — VOICI UN AUTRE EXEMPLE DE CLICHÉ MICRO CINÉMATOGRAPHIQUE

Le microbe étudié est, ici, un vibrion (spirochète). On le voit crevant les globules sanguins qui se plissent avant de se fondre dans le milieu ambiant.

« micromanipulateur » — dont nous présentons une photographie (fig. 5).

Sans entrer dans le détail de la construction ni du fonctionnement, sachons que celui-ci revient à imprimer à l'aiguille qu'il supporte trois mouvements correspondant aux « trois degrés de liberté » de l'espace dans le sens de la translation. Ces mouvements sont de deux ordres : d'abord, trois mouvements « rapides », commandés par pignons et vis à pas allongés, et destinés à amener la microaiguille dans le champ du microscope ; ensuite, trois mouvements « lents » transmis à l'aide de vis à pas très serré, destinés à produire les déplacements « fins » — ceux qui intéressent l'objet final, le microorganisme.

M. de Fonbrune a divisé l'appareil en deux organismes distincts : le *manipulateur* proprement dit, placé sous la main de l'opérateur, et le *récepteur* placé contre le porte-objet du microscope. Les transmissions se font par tubes pneumatiques souples et compression d'air que des capsules enregistrent avec la plus grande sensibilité. Ces capsules commandent la micro-aiguille en service. L'appareil tient compte de la vision « inversée » que donne le microscope : en sorte que l'opérateur n'a pas à changer l'ordre de ses réflexes habituels « droite-gauche », quand il se met au travail.

Avec cet instrument, manié d'une seule main, démultipliant à volonté la vitesse de translation de la microaiguille, l'opérateur poursuit une infusoire dans ses évolutions, pique brusquement une cellule à l'instant précis où elle s'isole de l'organisme, immobilise l'œuf à coque lisse et résistante de cer-

tains vers. De même, il peut trier rapidement de fins cristaux afin d'en faciliter la microanalyse.

Les opérations habituelles se font avec deux micromanipulateurs, un pour chaque main. On peut en mettre quatre en batterie ; dans ce cas deux d'entre eux n'ont qu'un rôle auxiliaire.

Les réalisations microcinématographiques sont, d'ores et déjà, innombrables

Le catalogue des travaux réalisés par la technique microcinématographique tiendrait plusieurs pages de cette revue. Nous ne pouvons qu'en donner quelques échantillons.

Sans insister sur les films micrographiques « spectaculaires » encore que de grand intérêt scientifique, tels que le combat des spirochètes et des globules sanguins, tels que la prolifération des tissus par la division cellulaire, ou encore que l'admirable présentation de la « phagocytose », c'est-à-dire la destruction de certains microbes par les globules blancs (leucocytes) sanguins, il faut insister sur l'introduction des nouveaux facteurs d'expérience que permet le microcinématographe.

Par exemple, dans le phénomène de phagocytose naturel, le docteur Comandon et P. de Fonbrune interviennent en introduisant des corps étrangers « en amas de

moins de 1/50 de millièmmes de mm ».

La formation de granulations graisseuses dans les leucocytes ; la contraction rythmique des cellules pigmentaires sous l'action de divers poisons ; les contractions périodiques accompagnées d'émission de liquide au cours du développement de certains œufs dans les premiers stades de la fécondation... Que ces seuls titres de communications aux sociétés de biologie et de physiologie nous suffisent pour comprendre qu'avec le microcinématographe, le savant est à même de surprendre les secrets de la vie dans ses germes les plus primitifs, aux premiers instants de son évolution.

Et nous passons sous silence, afin de ne pas compliquer cet article, les modalités opératoires dans lesquelles interviennent l'ultramicroscope ou, encore, la lumière polarisée.

Nous n'insistons pas davantage sur la valeur du film microcinématographique en tant que document d'enseignement, de diffusion, de vulgarisation, de documentation d'archives. Le film est la reproduction intégrale de l'expérience, de l'observation directe. Sa bande sonore est, en outre, ouverte pour les commentaires des plus grands spécialistes. Le film scientifique est, pour la science expérimentale, du même ordre d'importance que le livre pour la pensée en général. VICTOR JOUGLA.



Charles Faroux, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, docteur ès sciences, l'un des plus éminents représentants de la presse automobile, dans une série d'articles retentissants, au cours de ces derniers mois, a montré le péril qui menace l'industrie automobile en France. Il a signalé notamment que l'automobiliste, dans notre pays, paie quatre fois plus d'impôts qu'aux Etats-Unis et trois fois plus qu'en Allemagne. Il aurait pu ajouter que c'est aussi en France que les primes d'assurances « accidents » sont les plus élevées, sans que pour cela l'usager soit mieux garanti qu'à l'étranger... bien au contraire. Si l'Etat doit alléger, en ce qui le concerne, les charges qui pèsent sur le propriétaire d'automobile, il doit aussi intervenir en matière d'assurances pour le sauvegarder.

* * *

Tous nos efforts doivent tendre à nous affranchir — nous aussi — du joug économique de l'étranger : pour la traction automobile notamment, il ne faut jamais perdre de vue que l'essence comme le gas oil — même raffinés en France — constituent des combustibles qu'il faut payer en or aux producteurs de l'étranger. Aussi nous resterons les tributaires des financiers internationaux tant que nous ne nous déciderons pas notamment à mettre au point — ce qui est possible et relativement aisé — un procédé vraiment industriel d'hydrogénation des huiles végétales dont nos colonies forment, en quelque sorte, un réservoir *inépuisable*.

LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

NOUVEAUX SENTIERS DE LA SCIENCE

La science, dans son évolution constructive, conduit aux conceptions les plus élevées et les plus audacieuses pour l'interprétation humaine des phénomènes du monde extérieur. Ainsi au jour le jour s'élabore, dans le cerveau des chercheurs de tous les pays, des édifices parfois fort complexes dans lesquels il s'agit de faire pénétrer l'esprit moyen du lecteur. Ce rôle d'initiation, qui incombe à des revues comme la nôtre, consiste à simplifier ces manifestations — souvent abstraites — de la pensée créatrice dans les différents domaines des disciplines de l'esprit.

L'ouvrage de Eddington, que nous analysons aujourd'hui, est du nombre.

SIR ARTHUR EDDINGTON, professeur d'astronomie à l'Université de Cambridge, membre de la Royal Society, institution comparable à notre Académie des Sciences, a réuni, en un volume (1) dont la traduction française — en tous points remarquable — vient de paraître, une série de douze conférences développées par lui, en avril-mai 1934, à la Cornell University.

Comme l'indique le titre, l'éminent savant y entraîne ses lecteurs sur les « nouveaux sentiers » de la science contemporaine, mais à une allure que beaucoup d'entre eux auront peut-être peine à suivre. C'est que la physique moderne manifeste peu de respect pour la tradition.

L'espèce d'acharnement avec lequel le savant d'aujourd'hui met en pièces tout ce que ses prédécesseurs ont laborieusement édifié, lui fait remettre en question les résultats les plus généralement acceptés jusqu'à lui. Nous sommes passés ainsi de la matière solide aux molécules, des molécules à des charges électriques éparpillées, de ces charges nous venons d'arriver — et ce n'est sûrement pas la dernière étape — à des ondes d'une nature particulière, parfaitement immatérielle, des ondes de probabilité !

On conçoit que le profane, désireux, dans sa légitime curiosité, d'être tenu au courant du chemin parcouru par les spécialistes dans leur exploration de l'univers, éprouve quelque difficulté à exécuter la prodigieuse gymnastique intellectuelle qu'ils réclament de lui.

Les images que lui suggère son expérience de tous les jours ne peuvent plus lui être d'aucun secours et risquent même de l'égarer par de fausses analogies.

Ainsi, l'on a dépeint l'atome comme constitué d'un noyau central massif et d'un certain nombre d'électrons légers et rapides qui tournent autour de lui comme les planètes autour du soleil (2). Voilà, certes, une représentation que nous admettons sans

trop de peine, bien que nous ne puissions nous faire qu'une idée fort imparfaite de la différence d'échelle entre le système solaire et le monde atomique. Mais Eddington nous avertit aussitôt qu'il ne faut pas prendre cette description trop à la lettre. Les orbites, où nous voyions déjà circuler les électrons, peuvent difficilement se rapporter à un mouvement *réel* dans l'espace, puisqu'on admet maintenant que la notion ordinaire d'espace cesse de s'appliquer à l'intérieur de l'atome. D'ailleurs, n'a-t-on pas reconnu qu'il est théoriquement et pratiquement impossible de localiser l'électron sur cette orbite ? « En résumé, le physicien dresse un plan soigné de l'atome, puis le jeu de son esprit critique le conduit à supprimer l'un après l'autre chaque détail. Ce qui subsiste est l'atome de la physique moderne ! »

C'est, évidemment, peu pour le profane, mais encore tout à fait suffisant pour le mathématicien habitué à accrocher ses symboles à des entités qui lui sont inconnues et à effectuer sur eux les opérations qui lui sont coutumières.

Sir Arthur Eddington nous montre même, dans un magistral chapitre d'initiation consacré à la Théorie des Groupes, comment un effarant super-mathématicien peut édifier l'univers en effectuant sur des quantités inconnues des opérations tout aussi inconnues ! Voilà, évidemment, l'homme qui convient pour traiter d'un univers qui, pour Eddington, est le théâtre d'actions et d'opérations inconnaissables par essence !

Sir Arthur Eddington, qui ne craint pas, comme nous venons de le voir, d'aborder dans des ouvrages non techniques les sujets les plus ardu de la physique contemporaine, excelle dans l'art de faire naître dans l'esprit du lecteur l'idée qu'il désire lui transmettre, sans recourir aux symboles mathématiques et au jargon technique où se perd le non-spécialiste... et peut-être même le spécialiste.

Nous allons, avec lui, parcourir rapidement quelques-uns parmi les nombreux « sentiers » de la science où il invite courageusement le grand public à s'engager à sa suite.

(1) *Nouveaux sentiers de la Science*, par SIR ARTHUR EDDINGTON, professeur d'astronomie à l'université de Cambridge, traduit par P. GUÉNARD, élève à l'Ecole Normale Supérieure.

(2) Voir dans ce numéro, page 18.

De l'« atome de Bohr » à la mécanique ondulatoire

On admet aujourd'hui que la matière de tout l'univers est constituée par deux sortes de particules élémentaires : les électrons (négatifs) et les protons. Sont-ils déjà des conceptions théoriques ou, au contraire, des objets *réels* au sens le plus terre à terre ? C'est bien cette dernière manière de voir qu'il faut adopter. Un électron n'est pas plus hypothétique, après tout, qu'une étoile. Un télescope braqué vers le ciel nous donne un petit disque lumineux entouré d'anneaux de diffraction : nous disons alors que nous observons une étoile. Dans une chambre de C.T.R. Wilson apparaît une traînée lumineuse : nous pouvons donc dire que nous voyons, sinon un électron, du moins sa trace.

Electrons et protons, chargés les uns d'électricité négative, les autres d'électricité positive, nous servent à édifier les atomes des différents corps simples suivant le modèle aujourd'hui classique de l'*atome de Bohr*. Le rayon de l'atome, celui de l'orbite la plus éloignée du noyau, mesure environ un dix-millionième de millimètre. Celui du système solaire, défini par l'orbite de Pluton, est de 5 800 000 000 km.

L'atome représente donc véritablement une quantité de matière tout à fait insignifiante non seulement par rapport au monde planétaire, mais aussi considéré à l'échelle humaine. « Prenez une tasse de liquide, dit Eddington, étiquetez tous les atomes qu'elle contient de façon à pouvoir les reconnaître, et jetez son contenu à la mer ; laissez les atomes diffuser à travers tous les océans de la terre. Puisez alors une tasse d'eau n'importe où dans la mer ; vous trouverez qu'elle contient quelques douzaines d'atomes étiquetés. »

Derrière ce modèle imagé de l'atome, qui suffit pour expliquer la plupart des phénomènes d'ordre physico-chimique, depuis la notion de valence et l'existence des isotopes jusqu'aux interactions entre l'atome et les rayonnements (1), il existe un niveau plus profond de la connaissance. C'est celui qui correspond à la *mécanique ondulatoire* développée plus spécialement par Louis de Broglie et par Schrödinger (2). On sait qu'alors les électrons comme les protons disparaissent pour faire place à des ondes. Comment s'opère cette substitution et quelle est la nature de ces ondes nouvelles ? Il semble assez difficile de le préciser sans faire appel à des formules mathématiques qui ne seraient pas à leur place dans un livre non technique, mais Eddington, à son habitude, se tire de ce mauvais pas d'une façon magistrale. Voici comment.

L'électron, auquel on attribuait encore il y a quelques années un rayon très petit

(1) Voir dans ce numéro, page 18.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 296.

d'environ 2.10^{-13} cm n'est plus aujourd'hui pour le physicien qu'un point géométrique sans dimension. Le seul caractère que nous lui reconnaissons, d'un point de vue géométrique, est la position, et encore ne pouvons-nous savoir où se trouve notre électron que d'une manière assez vague. Par exemple, nous pouvons dire qu'il se trouve sur telle ou telle orbite d'un atome plutôt que sur telle autre, mais sans préciser sa position sur l'orbite. De même, en raison des attractions et des répulsions, nous pouvons savoir qu'il est plus probable qu'il soit près d'un proton que près d'un autre électron. Pour représenter notre connaissance partielle, imaginons avec Eddington un « brouillard » dont la densité en chaque point soit proportionnelle à la probabilité pour que l'électron soit en ce point. Ce brouillard s'étend à tous les recoins de l'univers où il y ait quelque possibilité pour l'électron de se cacher. « Dans le cours du temps, la position de l'électron change, et il en est de même des positions où il y ait quelque probabilité de le trouver. C'est-à-dire que la distribution du brouillard change. Dans un milieu réel, les changements de densité se propagent par ondes. C'est ainsi que nous sommes amenés à nous occuper de la « mécanique ondulatoire ». Celle-ci étudie les lois de propagation des ondes au sein de notre brouillard, et nous permet de calculer comment, en conséquence, varie sa densité aux différents points. Nous pouvons ainsi suivre, d'un instant à l'autre, l'endroit où le brouillard est le plus dense ». Cet endroit le plus dense représente la place où la présence de l'électron est la plus probable. La mécanique ondulatoire réalise ainsi essentiellement la même fin que la dynamique ordinaire qui suit le mouvement de l'électron considéré en tant que particule ; seulement elle le fait d'une manière adaptée à notre connaissance partielle. »

Le physicien moderne ne s'occupe donc plus des particules, mais uniquement des ondes dont il vient d'être question, qui n'ont, évidemment, rien de commun avec les ondes électromagnétiques et encore moins avec les ondes sonores, puisque ce sont des *ondes de probabilité*. Suivant l'expression saisissante d'Eddington, dans les théories les plus modernes de la physique, la probabilité a remplacé l'ancien « éther » comme sujet du verbe onduler.

Le système des galaxies

Quittons maintenant le monde de l'infinitement petit où nous avons vu se dissoudre en quelque chose d'impalpable ce que nous avons l'habitude d'appeler matière, et suivons Eddington à l'autre extrémité de l'échelle des grandeurs, dans le domaine de l'infinitement grand. Les conceptions actuelles du physicien n'y sont pas moins surprenantes pour le non-initié.

Ce que l'astronome imagine de plus grand,

c'est le système des *galaxies*. Qu'est ce qu'une galaxie ? Voici la recette d'Eddington pour en faire une : « Prenez environ dix milliards d'étoiles. Eparpillez-les de façon qu'en moyenne la lumière mette trois ou quatre ans pour passer successivement de l'une à l'autre (rappelons-nous que la lumière voyage à raison de 300 000 km par seconde). Ajoutez à peu près la même quantité de matière sous la forme d'un gaz diffus répan- du entre les étoiles. Passez le tout au rouleau pour l'aplatir. Faites-le tourner dans son propre plan. Vous obtiendrez alors un objet qui, vu d'une distance suffisante, ressemblera plus ou moins à ce que l'on appelle une *nébuleuse spirale* ».

Notre soleil est une des étoiles dont la réunion forme notre galaxie particulière. L'exploration du ciel montre quelques millions de tels ensembles dont le plus rapproché est à environ un million d'années-lumière. Il en existe certainement bien d'autres hors de notre portée qui atteint déjà le chiffre respectable de 150 millions d'années-lumière. Nous ne dirons rien de la méthode suivie pour mesurer les distances de ces galaxies et la vitesse avec laquelle elles se rapprochent ou s'éloignent de nous (1). Mais le résultat le plus remarquable est que plus la galaxie est lointaine et plus son mouvement est rapide (25 000 km/s pour celles qui sont à 150 millions d'années-lumière) ; en outre, à part quelques exceptions qui, comme toujours, confirment la règle, il faut remarquer que *les galaxies nous fuient unanimement*.

L'univers en expansion

A la vérité, elles ne s'éloignent pas seulement de nous, mais aussi les unes des autres. Tout le système est soumis à une dilatation uniforme, semblable à l'expansion d'un gaz, qui fait que toutes les distances demanderont le même temps, soit 1 300 millions d'années, pour doubler de valeur. Cette extraordinaire constatation avait été prévue en quelque manière par la théorie de la relativité qui avait prédit l'existence, en plus de l'attraction gravitationnelle qui nous est familière, d'une force directement proportionnelle à la distance de l'objet considéré, la *répulsion cosmique*. Cette force sert à définir une importante constante de la nature, la *constante cosmique*.

Mais ici se présente une grave difficulté. Loin de nous, à 150 millions d'années-lumière, la vitesse est de 25 000 km/s ; à 1500 millions d'années-lumière, nous arrivons à 250 000 km/s ; etc. Il arrivera un moment où nous dépasserons la vitesse de la lumière, ce que nous savons être absurde depuis la théorie de la relativité. Heureusement, c'est elle encore qui nous sauve ! Mais à quel prix ! Pour nous empêcher d'aller vagabonder trop loin, Einstein a pris la

précaution de fermer l'univers ! Dans l'espace qu'il a adopté, et nous devons nous incliner devant sa compétence, il ne peut pas y avoir de distances qui dépassent une certaine valeur, exactement comme, à la surface de la Terre, il ne peut y avoir de distance supérieure à 20 000 km !

Si nous supposons les galaxies réparties uniformément, l'espace sera alors analogue à la surface d'une sphère — mais avec une dimension de plus qu'Eddington nous conseille seulement d'imaginer du mieux que nous pourrions. « Un être limité à la surface d'une sphère, s'il va droit devant lui, sans tourner ni à droite ni à gauche, se retrouvera finalement à son point de départ. De même vous, qui êtes limité à un espace à trois dimensions qui est analogue à la surface d'une « hypersphère », si vous allez tout droit, vous reviendrez finalement à votre point de départ. Je ne puis vous dire exactement quelle distance vous aurez à parcourir, mais ce ne sera pas moins de 6 milliards d'années-lumière ; ce sera peut-être cinq ou dix fois plus, mais pas davantage, je crois. Seulement, vous ferez bien de vous dépêcher parce que l'univers est en expansion, et plus vous attendrez, plus vous aurez de chemin à parcourir. En fait, il est trop tard pour partir maintenant, même si vous voyagez à la vitesse de la lumière. En adoptant mon chiffre minimum de 6 milliards d'années-lumière, il vous faudra 1 500 millions d'années pour faire le quart du chemin. Mais nous avons vu que l'expansion est telle que les distances sont doublées en 1 300 millions d'années. De sorte que les trois quarts qui vous restent de votre circuit, au lieu d'être 4 500 millions d'années-lumière, seront alors devenus de plus de 9 milliards d'années-lumière. Vous serez plus loin du but qu'au moment du départ ».

L'univers est donc en expansion, mais par rapport à quoi ? Par rapport à tout ce qui nous est familier, à nos étalons courants, au mètre, à la longueur d'onde de la lumière du cadmium (que l'on a proposée comme étalon) ou à l'une quelconque des dimensions linéaires associées à l'atome. Tous ces étalons se contractent donc par rapport à l'univers et, dans la contraction de l'atome comme dans l'expansion de l'univers, on doit retrouver et on retrouve effectivement la même *constante cosmique*, ce qui constitue une vérification fort utile de toutes ces théories. « Dans l'espace sphérique, affirme Eddington, ceux qui partent dans une certaine direction doivent finalement rencontrer ceux qui sont partis dans la direction opposée ; de même dans la science, les astronomes qui étaient partis à la recherche de l'inconcevablement grand rencontrent aujourd'hui les physiciens de l'atome qui étaient partis à la recherche de l'inconcevablement petit. »

JEAN BODET,

Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 455.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique et industriel qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

A propos du Salon de l'Aviation

DEPUIS l'ouverture du Salon de l'Aviation de Paris, *La Science et la Vie* a reçu plus de trois cents lettres demandant des renseignements et précisions techniques sur les sujets les plus divers. En voici quelques exemples, avec les réponses rédigées ici en toute objectivité.

— Vous nous demandez pourquoi le Salon de l'Aviation de Paris comportait si peu de stands. La première raison, c'est que les grandes nations aériennes, comme l'Allemagne et l'Italie, et l'Angleterre (1 avion et moteurs), n'avaient pas exposé en 1936, alors qu'elles figuraient au Salon d'il y a deux ans. Une autre raison, en ce qui concerne certaines firmes, c'est qu'elles n'ont pas été autorisées à présenter les appareils militaires les plus récents. Ainsi le monoplane de chasse le plus moderne du monde, construit en Angleterre par la firme Hawker et dénommé « Hurricane » (Ouragan), n'a pas été transporté en France, après une interdiction survenue au dernier moment. Il existait, par contre, un « Fokker » très moderne de combat (à la fois chasseur et bombardier) à armes automatiques synchronisées qui dépasse, paraît-il, 450 km à l'heure, et qui est des plus récents et tout à fait original. La Hollande, en le présentant à Paris, cherchait à le vendre à quelques amateurs à l'étranger.

Les autres pays qui figuraient au Grand Palais sont : l'Union des Républiques Soviétiques, qui exposait un grand avion de bombardement s'inspirant d'une technique remontant déjà à trois ans, et un « chasseur » beaucoup plus moderne. Figuraient également l'Union des Industriels Polonais, la Tchécoslovaquie, sans oublier les grands spécialistes britanniques de moteurs d'avion (Rolls, Bristol, Armstrong, Cirrus-Hermes etc)..

— Le seul avion militaire anglais exposé au Grand Palais était le bombardier rapide *Blenheim*, construit par Bristol, à deux moteurs. Il est à ailes médianes et il a été conçu d'après le fameux bimoteur de transport très rapide *Britain First*, à ailes basses.

— C'est l'industrie américaine — paree que la mieux outillée — qui tient la première place pour la construction des avions com-

merciaux. Les bimoteurs de transport des Etats-Unis sont, notamment, hors de pair. En France, où le marché est trop restreint, les avions « civils » sont des « copies » plus ou moins bien adaptées des appareils militaires. Exemples : le *Potez-62* (à deux moteurs) dérive du *Potez-54* (multiplace de combat). Le *Marcel-Bloch-220* dérive du *Marcel-Bloch-210* de bombardement. Encore faut-il faire toute réserve au sujet du 220 commercial, car il n'existe encore qu'en prototype ! Quant aux *Dewoitine (D-333)* à trois moteurs, qui desservent la ligne Toulouse-Dakar, ils semblent faire figure honorable. Pour le *D.-338*, du même constructeur, il en est encore au stade de prototype.

Chez Breguet, nous signalerons, dans le domaine de l'aviation commerciale, le *Fulgur (1)*, qui n'est qu'une copie du fameux *Douglas D.-C.-2* : deux moteurs, douze passagers, vitesse prévue : 375 km/h., mais il n'est encore en service nulle part ; attendons qu'il ait fait ses preuves.

— C'est, en effet, aux ingénieurs travaillant aux Etats-Unis que nous devons les plus récents et les plus probants progrès dans la construction aéronautique, tel que Sikorsky (2), parmi tant d'autres. Ce sont les véritables créateurs des formules modernes aussi bien en aérodynamique qu'en mécanique de propulsion. Cela tient à leur merveilleuse organisation dans la recherche scientifique au laboratoire comme dans la production à l'atelier. M. P. de Torres a signalé récemment que le rendement au litre de cylindrée des moteurs américains donnait les résultats suivants : sur un moteur « Cyclone » de chez Wright, 1.000 chevaux avec 29,87 litres ; le « Cyclone » n'a que 9 cylindres et était alimenté avec un carburant à 100 d'octane. Pour le poids, les résultats sont aussi remarquables : 526 g au cheval ! La durée moyenne des moteurs actuels est de l'ordre de 600 heures (avant dégroupage). Nous sommes loin d'obtenir encore de tels résultats en France, et même ailleurs. C'est aussi l'influence déterminante des ingénieurs américains qui a abouti à faire adopter le compresseur dont l'emploi s'affirme de plus

(1) Le *Vultur* est un bombardier dont les caractéristiques sont analogues, mais qui est aménagé pour le combat.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 234, page 480.

en plus en France. L'hélice à pas variable, le train d'atterrissage escamotable, les dispositifs hypersustentateurs sont partout adoptés aujourd'hui.

— Mais oui, les bombardiers deviennent de plus en plus rapides : nous sommes déjà à 400 km/h avec 2 tonnes de bombes, un rayon d'action de 1.000 km. Il faut que ces appareils soient de plus en plus *maniabiles* et de plus en plus *robustes* pour être mis entre les mains de pilotes qui seront formés en quelques mois et ne seront pas des acrobates comme ceux qui « montent » les avions de supériorité (1). Dans le combat aérien, les pilotes de « série » doivent tirer de leurs appareils le rendement maximum sans faire preuve de qualités exceptionnelles.

— Les avions monoplaces de *chasse* paraissent de nouveau en faveur, grâce au canon automatique de 23 mm placé sur le moteur. Si nous examinons, à ce point de vue, les tendances manifestées à l'étranger, il se peut que, bientôt, en France, nous ayons des chasseurs triplaces. Parmi les nouveaux « chasseurs » présentés au Salon, le *Morane-405* mérite d'être signalé (vitesse 450 km/h).

Cet avion-canon *Morane-405* (2) est, en effet l'un des chasseurs les plus rapides actuellement existants et des mieux armés : deux mitrailleuses de 9 mm et un canon automatique de 20 mm, tirant 400 coups à la minute, avec une vitesse initiale de projectile (à la bouche) de 750 m/s. Il peut emporter, pour accomplir sa mission de combat, 600 cartouches (spirales Châtellerauld) et 60 obus (montés sur chargeur circulaire). Ces canons automatiques type Oerlikon, avec projectiles explosifs (à fusée instantanée), exercent des effets destructeurs, sur les ailes par exemple, qui mettent l'appareil hors de combat. Nous avons assisté, en Suisse, aux environs de Zurich, à des tirs particulièrement efficaces : l'aile était véritablement *déchiquetée* sur des surfaces mesurant jusqu'à 90 cm de large et 1 m 50 de long. L'avion-canon est une arme redoutable que les forces aériennes des différentes puissances ont adoptée rapidement d'après les résultats obtenus (calibres 20 mm ou 23 mm).

Le chasseur *Caudron-Renault* est également remarquable : sa puissance n'est que de 450 ch (puissance relativement modeste pour un appareil militaire), et cependant il atteint aussi 450 km/h.

— Dans les appareils militaires, ce qu'il importe, avant tout, c'est de concilier les facteurs suivants : recherche de la vitesse, dégagement des champs de tir, obligation de disposer les bombes dans les cales et les mitrailleurs dans les cages translucides, au-

jourd'hui munies de verres organiques légers et incassables. D'autre part, nécessité d'accroître aussi la puissance de feu. Ainsi le *Fokker* à deux canons automatiques et à deux mitrailleuses (disposition dans les ailes) peut lancer plus de 50 projectiles à la seconde. Aujourd'hui, les bombardiers non seulement savent se défendre contre les rapides « chasseurs », mais leur arme la meilleure réside dans leurs vitesses — récemment encore inconcevables — de l'ordre de 400 km/h. On se rend compte, pour l'ennemi, des difficultés que soulève l'exécution du tir des avions qui se livrent à la poursuite des bombardiers à une vitesse qui — pour eux — est maintenant de l'ordre de 500 km/h ! C'est l'accroissement de la densité de feu opposée à l'accroissement de vitesse... quasi continu.

— Vous sollicitez notre opinion générale sur l'ensemble des avions exposés. Les appareils présentés par les constructeurs français au dernier Salon de l'Aviation n'étaient pas tous des modèles anciens déjà utilisés par nos forces aériennes. Il y avait aussi des prototypes très modernes où tous les progrès de la technique ont été appliqués : atterrisseurs éclipables, volets d'intrados, monoplan à ailes surbaissées (1) et, bien entendu, hélices à pas variable. Aussi ces appareils possèdent-ils des qualités de vitesse remarquables (450 à 500 km/h), de maniabilité, qui — jointes à un armement puissant (canons automatiques de 23 mm dérivés du « Oerlikon ») — doivent en faire des « armes » redoutables dans le combat aérien. Celui-ci ne comporte pas encore une doctrine unique : différentes solutions, qui ont respectivement leurs avantages et leurs inconvénients, s'opposent encore. L'une consiste, pour les « chasseurs », à utiliser le *monoplace* de combat, très léger et très rapide ; l'autre, le *multiplace* de combat bi-moteur, également léger (à profils aigus), moins rapide que le monoplace, mais plus puissant de par son armement et possédant un rayon d'action de beaucoup supérieur. Ainsi le multiplace *Amiot*, qui atteindra le 500 km/h, possèdera un rayon d'action de l'ordre de 3 000 km. Le *Bloch 131*, avec équipage de 5 hommes, atteindra également 500 km/h. On dit que le *Potez 63* lui sera comparable. Quant au *Hanriot 220* (à 3 hommes d'équipage) il volera aussi à 500 km/h, mais aura une vitesse ascensionnelle plus grande que les appareils précédents (8 000 m en 10 mn). Ces multiplaces de chasse légers peuvent également être transformés en bombardiers et — en général — convenir à toutes missions (reconnaissance, photographie). Mais l'avion de chasse ordinaire (monoplace de combat) conserve

(1) Il faut noter les monoplans à ailes cantilever, c'est-à-dire en porte-à-faux, où la suppression des haubans, autorisée par les progrès de la construction métallique, permet d'accroître la finesse de l'avion.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 212, page 93.

(2) C'est un monoplace de chasse (voilure monoplane à aile basse « Cantilever »), équipé d'un moteur-canon Hispano-Suiza 12-Ygrs refroidi à l'éthylène glycol et donnant 860 ch à 4 000 m. Il est muni d'une hélice tripale métallique à deux pas, réglable en vol.

néanmoins des partisans, car il coûte le tiers des nouveaux multiplaces légers (qui, eux, atteignent près du million). De tels appareils, aptes à la fois à la chasse et au bombardement, pourront non seulement « piquer » à 700 km/h, attaquer les escadres ennemies, qu'ils auront guettées derrière un écran de nuages, leur « lâcher » leur rafale de projectiles et filer à 500 km/h sur les objectifs à bombarder (bombes légères de 20 kg par exemple). Telles sont les perspectives de demain dans la guerre aérienne...

— La République Argentine a, l'an dernier, ouvert un concours parmi tous les constructeurs du monde en vue de fixer son choix sur les meilleurs avions de bombardement. La France s'est abstenue de participer à cette compétition « industrielle » internationale. Les appareils qui ont été retenus par la commission compétente sont les bimoteurs américains *Gleen Martin-129*, le *Junkers-86*, l'un des appareils les mieux réussis en Allemagne, le *Savoia Marchetti S.-79* (moteurs Gnome et Rhône du nouveau type N-14). Ce dernier avion, du poids total de 10 tonnes, atteint au régime de 2 100 t/mn la vitesse de 350 km/h, ce qui, pour un bombardier, est plus qu'honorable.

— Le gouvernement polonais poursuit, en effet, un programme d'armement qui doit être activement poussé au cours de l'année 1937. Cette nation fort bien équipée au point de vue industriel — elle possède des usines d'aviation dont on a vu les appareils modernes au dernier Salon de l'Aviation de Paris — n'atteint pas cependant un potentiel économique qui lui permette de produire aussi vite qu'elle le désirerait les matériels dont elle a besoin. C'est pourquoi elle s'est adressée à l'Angleterre. Cependant, il est juste de rappeler que l'emprunt qui lui a été consenti par la France avait précisément pour but — du moins partiellement — de contribuer à accroître la puissance militaire de la Pologne (en chars de combat, notamment).

— La Hollande était véritablement bien représentée par les constructeurs : à côté de Fokker, voilà Koolhoven, qui présentait son *F. K.-5* dont la vitesse atteint 520 km/h. et qui est muni, pour le gauchissement des ailes, d'un dispositif spécial encore secret (volets dans l'aile). Il consiste à contrôler la sustentation de la voilure en mettant en communication l'intrados et l'extrados de l'aile au moyen d'une fente longitudinale ménagée dans l'aile dont on peut faire varier l'ouverture au moyen d'un volet-vanne réglable. La différence de portance qui peut être ainsi créée, au moment d'un virage, suffit pour provoquer une inclinaison convenable de l'avion. Le *F. K.-55* est un monoplace de chasse dont le moteur « Pétrel », de 860 ch, actionne deux hélices tournant en sens inverse, de façon à éliminer le couple

de torsion de l'hélice. Il est armé d'un canon tirant dans l'axe des hélices et de quatre mitrailleuses. Son rayon d'action est de 1 200 km, le plafond pratique à pleine charge, de 9.600 m.

— En mai 1937, il y aura dix ans que Lindbergh aura, pour la première fois, traversé l'Atlantique de l'ouest à l'est, c'est-à-dire en s'envolant d'Amérique vers l'Europe. A cette occasion, le Ministère de l'Air a autorisé une course Etats-Unis-France, où trois appareils de construction française doivent prendre part : ce sont les « Bloch », « Amiot », « Farman ». Dès que nous aurons des renseignements techniques sur ces nouveaux conquérants de l'air, nous les analyserons en toute objectivité. Ces appareils seront, en effet, spécialement établis en vue de cette magnifique compétition.

— Il n'est pas, en effet, exagéré d'affirmer que l'activité manifestée, au cours de l'année 1936, pour mener à bien le programme de constructions neuves pour notre aviation militaire, a notablement ralenti l'exécution des travaux aéronautiques concernant les appareils de transports commerciaux. C'est ce qui explique — du moins partiellement — l'infériorité de nos matériels actuellement en service sur les lignes aériennes françaises, où les avions modernes sont l'exception si on les compare, pour les exploitations étrangères, aux *Douglas* américains (à 2 moteurs), dont la plupart sont actuellement insonorisés (1), et aux *Heinkel* allemands (à 2 moteurs), beaucoup plus rapides et beaucoup plus confortables. Nous sommes encore loin, en France, de posséder ces magnifiques bimoteurs, dont la capacité permet, à 300 km/h (environ), de transporter 40 passagers qui trouvent, dans ces paquebots aériens, les aménagements qui, jusqu'ici, ne se rencontraient que sur les liners des océans ! Cependant, il est juste de constater que la France a réalisé certains progrès au point de vue des horaires, tant sur nos lignes continentales que sur le réseau d'Amérique du Sud et d'Extrême-Orient.

— Puisque nous sommes dans le domaine de l'aviation commerciale nous confirmons à notre correspondant que le *Centaure II* de la maison Farman, exposé au Grand Palais, à l'occasion du Salon de l'Aviation, est déjà vieux de trois ans. On fait beaucoup mieux dans ce genre en matière d'appareils pour transports lourds à grande distance. Il est juste, cependant, de reconnaître qu'il a accompli régulièrement le trajet Natal-Dakar, au-dessus de l'Atlantique-Sud, d'une façon satisfaisante.

— En effet, c'est bien M. Bat'a de Zlin (Tchécoslovaquie), le célèbre fabricant de chaussures (celui-là même qui a tant con-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 17.

tribué pour sa part au progrès de la technique (1) dans cette branche de la production, qui exposait au Grand Palais des avions de sa fabrication à l'usage des hommes d'affaires et des touristes qui peuvent les acquérir pour un prix modeste (30.000 francs) Si M. Bat'a a apporté dans la technique de l'air les mêmes méthodes et la même maîtrise que dans l'industrie de la chaussure, on peut être assuré de la qualité d'exécution des appareils offerts à la clientèle.

— Déjà plusieurs lecteurs nous ont demandé s'il y avait eu des progrès dans la cellule pour les nouveaux avions exposés au Salon de Paris. Après nos études à ce sujet, la question paraît surprenante. Rappelons donc que l'aérodynamisme a permis d'obtenir une très grande « finesse » sur les appareils rapides (*Caudron-Renault*, de la Coupe Deutsch). Cette amélioration de la finesse est due notamment à l'escamotage du train d'atterrissage. D'autre part, la portance a été accrue grâce aux dispositifs sustentateurs : il y a quinze ans, 40 kg au m² ; aujourd'hui, plus de 100 kg au m². Pour la sécurité, on n'emploie plus seulement les freins mécaniques (roues), mais aussi le freinage aérodynamique. Quant aux ailes à fente, aux volets d'intrados, aux ailerons de courbure, ils constituent des procédés hypersustentateurs dont l'emploi devient général. Il en est de même de l'hélice à pas variable qui joue un rôle analogue à celui du changement de vitesse en automobile.

Au point de vue sécurité, il faut également rappeler que maintenant, le radioguidage et le radiobalisage sont appliqués, ainsi que le système de pilotage automatique. Tous ces sujets ont été traités dans *la Science et la Vie*.

Pourquoi l'essence coûte si cher en France

Vous nous demandez le détail des impôts et taxes frappant si lourdement — en France — l'essence qui, à l'importation, coûte seulement 0 fr 36 le litre et dont le prix de vente est actuellement de 2 fr 25 (0 fr 05 en plus à l'octroi de Paris). Voici cette nomenclature fort instructive : droits de douane payés par l'importateur sur 35 fr 85 l'hectolitre port français : 40 fr 50 (y compris les 4 % supplémentaires résultant de la loi du 12 juillet 1934) ; taxe statistique (2 % des droits de douane), soit 0 fr 81 ; puis voici les droits intérieurs : 32 fr par hectolitre ; la taxe perçue au profit de l'Office des Combustibles liquides (O. N. C. L.), qui est de 0 fr 75 (toujours par hectolitre) ; une surtaxe, dite de péréquation, qui s'élève à 10 fr 40 ; encore une taxe dite de remplacement (loi du 23 décembre 1933 soit 50 fr ; il y a encore la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 213.

fameuse taxe unique de 8 %, soit 13 fr 12 ; enfin, la petite commission au receveur, soit 0 fr 15. Nous sommes déjà au total de 147 fr 73 que règle l'importateur, représentant tous ces droits, toutes ces taxes, toutes ces surtaxes et même la commission, sans oublier l'octroi qui, à Paris, prélève 0 fr 05 par litre (qui n'est pas compté dans ce calcul). Comme l'hectolitre d'essence lui coûte — nous l'avons vu — 35 fr 85, faites l'addition : vous obtenez 183 fr 58. La différence entre ce total et le prix de vente de 225 fr au public représente les frais de manutention et de transport, et aussi le bénéfice (en tout 41 fr 32), et aussi celui du détaillant (pompe) (1) (soit 10 f par hl en moyenne).

Aviation transafricaine

UNE nouvelle ligne africaine Dakar-Pointe-Noire va être inaugurée prochainement et sera exploitée par la Compagnie Aéro-Maritime, en liaison avec les Compagnies de navigation : Chargeurs Réunis, Fabre, Fraissinet. Nous n'aurions pas signalé cette création qui ne présente qu'un intérêt relatif, si nous n'avions constaté que l'appareil amphibie à train escamotable destiné à cette ligne n'était autre qu'un *Sikorsky S.-43*. Chaque fois que l'on prononce le nom de Sikorsky, on évoque l'avance considérable que la construction aéronautique américaine a réalisée au cours de ces dernières années. Cet appareil a fait des essais probants à Marignane et aura pour base d'attache Dakar. Plusieurs sont actuellement en chantier et seront livrés prochainement. Pour compléter cette information, nous tenons à mentionner que la firme Sikorsky est jusqu'ici l'une des seules qualifiées pour exécuter ce genre d'appareils destinés à remplir une « double » mission spécialement définie.

Les nouvelles applications des résines synthétiques (verres organiques)

Au dernier Salon de l'Aéronautique, les « initiés » ont constaté que les verres organiques prenaient de plus en plus le pas — à bord des avions — sur les verres de sécurité d'origine minérale (verres armés,

(1) Aux Etats-Unis (New York), le litre d'essence est vendu actuellement moins de la moitié par rapport à celui de Paris. Même, dans certains Etats d'Amérique, il coûte quatre fois moins. En Allemagne comme en Angleterre, où on a abaissé, à plusieurs reprises, les taxes sur les carburants, la vente des véhicules automobiles s'est accrue de 75 % pour le Reich, de 300 % pour la Grande-Bretagne. En France, elle a déjà baissé au cours des trois dernières années de plus de 11 % ! Cela n'a, du reste, rien d'étonnant, puisque, parallèlement, la consommation de l'essence en France, qui était encore en 1933 de 2 359 000 tonnes, est tombée en 1935, à 1 910 000 tonnes (soit 16 %). Que nous réserve la statistique de 1936 ?

trem্পés). Il est évident que ces verres organiques, qui proviennent soit du traitement de l'urée, soit qu'ils soient à base de résines synthétiques (1), présentent, aujourd'hui, de réels avantages que n'ont pas réalisés leurs devanciers. En particulier, les résines synthétiques possèdent vraiment des qualités remarquables : facilité non seulement de couler la matière, mais encore de la mouler (procédé tout récent) ; facilité pour dimensionner les glaces ; facilité pour galber le verre aux formes voulues ; insensibilité aux intempéries, aux rayons solaires, à l'action des ultraviolets, de l'ozone, du soufre, des corps gras ; absence de jaunissement ; insonorité, etc. Ils sont légers, très translucides, n'éclatent pas au choc, etc. (2). Ce qui arrête encore le développement de ces produits synthétiques, c'est leur prix de revient. En effet, le mètre carré d'une glace en résine synthétique ne peut être fourni à moins de 400 fr, sur une épaisseur de 4 mm au maximum. Ceci est encore trop cher pour les applications à l'automobile de série, aux transports en commun, etc. La Société « Triplex » vend actuellement ses verres de sécurité ordinaires à raison de 550 fr le m², ce qui constitue également un prix relativement élevé. Mais, au fur et à mesure que des débouchés se multiplieront pour les applications des résines synthétiques, les prix de vente baisseront. Déjà ces verres organiques sont employés pour l'optique, et à l'essai pour certains engins militaires, tels que les tanks, par exemple, sans oublier une multitude d'objets d'usage courant. Leur utilisation pour les verres des masques à gaz éviterait à ceux-ci d'être corrodés par certains produits.

A propos de la nationalisation des fabrications de matériel de guerre

Les projets de nationalisation des fabrications de guerre qui se poursuivent dans l'aéronautique militaire vont, en effet, également prendre corps en 1937 dans le domaine des usines spécialisées pour les armements de la Défense nationale en général. Aussi, cette transformation de la production industrielle sous le contrôle de l'Etat va-t-elle nécessiter un budget de plus de 1 milliard rien que pour le ministère de la Guerre. Des polémiques se sont élevées, à ce sujet, pour savoir si ces sortes d'arsenaux répondront bien au programme qui a motivé le vote de la loi des 12-15-19-22 août 1936 (*J. O.*, n° 272). Ce n'est pas ici le lieu de les discuter. Mais si le souci de la Défense nationale a certainement inspiré — avant tout — la loi nouvelle, il n'en est pas moins

vrai que les bénéfices exagérés réalisés par certaines industries « travaillant pour la guerre » n'ont pas été étrangers à cette évolution dans les esprits. Il est aujourd'hui démontré (grâce à un examen méthodique des prix de revient par les contrôleurs de l'Etat) que les prix de vente facturés par certaines firmes spécialisées dans l'armement — pour la guerre, la marine ou l'aviation — ont dépassé de beaucoup ce que l'on appelle des prix honnêtes. Qu'on en juge : une société qui se consacre presque exclusivement à la fabrication des armes automatiques facture comme suit : un affût double de mitrailleuse, 25 000 fr, alors que, selon les contrôleurs, ce prix devrait être ramené à 15 000 fr (y compris les 15 % de bénéfice normal) ; quant à l'affût quadruple, facturé 53 000 fr, son prix devrait être inférieur au double de celui de l'affût précédent, puisque le nombre de pièces — lui — n'est pas à multiplier par deux !

Il en est de même pour les chars de combat. Certains constructeurs ont commencé par livrer à l'Etat les modèles courants au prix de 400 000 fr ; puis d'autres ont consenti, par la suite, la même fourniture au prix de 200 000 fr. Il n'est pas jusqu'aux masques à gaz qui n'aient donné lieu à des spéculations de ce genre. On cite un industriel qui livre telle cartouche de masque agréé au prix de 27 fr à l'Etat, au particulier 45 fr, alors qu'elle ne revient qu'à 17 fr (compte tenu du bénéfice de 15 %)... Ce sont de tels abus — pris parmi plusieurs exemples authentiques — qui ont contribué à jeter le discrédit sur les fabricants de matériel de guerre. Rappelons ici qu'au début de l'aviation, des constructeurs peu scrupuleux avaient aussi profité d'un contrôle des prix inexistant. Lors d'un récent débat au Parlement, le gouvernement a affirmé qu'un constructeur avait réalisé, en 3 ans, 40 millions de bénéfices ! C'est sans doute à l'époque des prototypes où les milliards de l'Etat étaient distribués généreusement sous prétexte d'animer le génie créateur des constructeurs. A la même époque, par contre, pas un appareil moderne dans nos escadrilles...

Du reste, le programme de nationalisation actuellement en cours d'application n'est pas aussi défavorable que certains intéressés veulent bien le dire. On cite notamment une firme d'aviation (actuellement sans carnet de commandes), dont les actions sont cotées en Bourse 150 fr (environ) et qui vont être rachetées par l'Etat au pair (500 fr). Notre distingué collaborateur M. Le Boucher n'a-t-il pas lui-même — récemment — exposé, par ailleurs, en toute objectivité, le « pour et le contre » en ce qui concerne la nationalisation des industries aéronautiques : pour certains avionneurs, la nationalisation constitue — a-t-il dit — un bienfait car la manne officielle les tire parfois de cruels embarras...

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 72.

(2) Nous signalerons, par contre, qu'ils se rayent aisément, qu'ils sont un peu trop flexibles (manque de résistance à la compression) et qu'ils ne subissent pas sans se détériorer des températures assez élevées.

CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

La détection par la plaque

Les courants sinusoïdaux de haute fréquence ne peuvent actionner utilement la membrane d'un reproducteur sonore. En effet, une demi-alternance négative suivant une demi-alternance positive, en détruit les effets, puisqu'elle en produit d'autres identiques, mais de sens contraire. D'où l'immobilité de la membrane déjà citée, qui est sollicitée un trop grand nombre de fois dans l'unité de temps et dans deux sens diamétralement opposés.

Il faut donc transformer ces courants. Ceux-ci peuvent être schématisés selon la figure 1. On peut, pour leur permettre d'exercer une action sur un système d'assez grande inertie, envisager la suppression d'une seule des demi-alternances (fig. 2). Ainsi les effets de chacune de celles qui restent s'ajoutent à ceux de la précédente; et l'on obtient un effet résultant. Cette transformation a reçu le nom de « détection ».

Pendant très longtemps, on obtint le fonctionnement en détectrice de la lampe triode à l'aide d'une capacité shuntée par une résistance; c'est la détection par la grille. Il existe, cependant, un autre moyen moins connu alors et pourtant plus intéressant sous le rapport de la fidélité de reproduction. Pour le comprendre, il suffit de se reporter à la figure 3, qui représente la caractéristique d'une lampe (courbe du courant plaque en fonction de la tension grille). Cette caractéristique présente un coude, assez brusque d'ailleurs, dans la partie inférieure, et grâce auquel on peut produire la détection de la façon suivante : donnons à la grille de la lampe, une polarisation fixe négative telle que son point de fonctionnement, en l'absence d'émission, se trouve

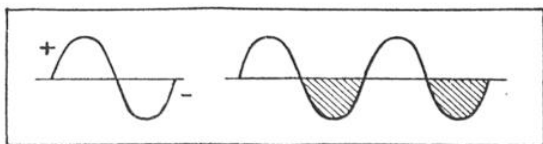


FIG. 1 ET 2. — COURANT SINUSOÏDAL (A GAUCHE) ET LE MÊME COURANT DÉTECTÉ (A DROITE). LES ALTERNANCES NÉGATIVES (HACHURÉES) SONT SUPPRIMÉES

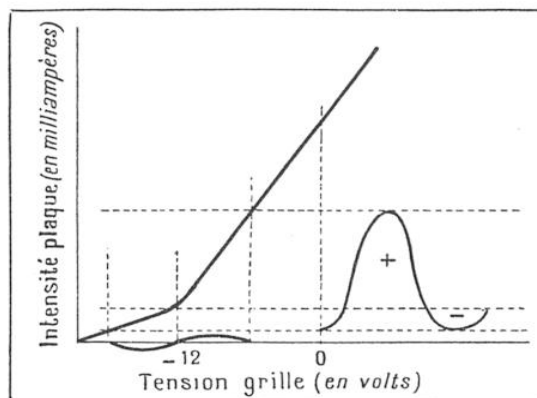


FIG. 3. — PRINCIPE DE LA DÉTECTION DES COURANTS PAR LA PLAQUE D'UNE LAMPE

exactement au coude de la caractéristique. Dès qu'arrive une émission, on voit d'après la figure qu'une variation positive du potentiel grille aura pour effet de fournir une variation de courant plaque plus forte que celle de la demi-alternance négative produite dans les mêmes conditions. En conséquence, on recueille, dans le circuit plaque ou de sortie de la lampe, une variation qui correspond à la différence entre celles que produisent les demi-alternances positives et négatives, appliquées à la grille ou circuit d'entrée.

La figure 3 permet de constater le résultat produit : prédominance d'une demi-alternance sur l'autre, mais non pas suppression d'une des deux. (Ce serait là la détection idéale, celle que permet la lampe diode par exemple.) Si le rendement du dispositif ci-dessus est moins bon, sa simplicité le fait choisir très souvent. En effet, on voit qu'une lampe, qui fonctionne en amplificatrice lorsque sa grille est au potentiel 0, se transforme aisément en détectrice en portant à -12 V le potentiel de sa grille.

Un poste peut devenir plus sélectif

On constate encore à l'heure actuelle un manque de sélectivité de certains récepteurs. Certes, les circuits d'accord mieux étudiés qu'autrefois n'autorisent plus la réception de trois émetteurs ensemble, mais il arrive fréquemment

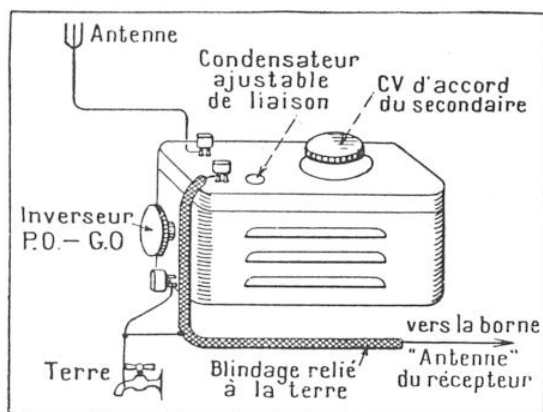


FIG. 4. — DISPOSITIF PERMETTANT D'ACCROÎTRE LA SÉLECTIVITÉ D'UN POSTE

qu'avec un récepteur moderne, une station émettrice se superpose à une autre de longueur d'onde voisine. Le remède à cela est essentiellement variable selon le cas considéré. Tel auditeur aura satisfaction en réduisant la longueur de son aérien ou en introduisant en série une petite capacité, alors que son voisin immédiat en procédant de même, n'obtiendra aucun résultat. L'amélioration du circuit d'accord peut évidemment constituer un remède valable pour tous récepteurs, mais, pratiquement, c'est une modification qui appelle le concours du constructeur ou tout au moins d'un spécialiste compétent. Une bonne solution semble donc résider dans un circuit d'accord, sorte de pré-sélecteur indépendant, dont la conception est telle qu'il peut être mis aisément devant n'importe quel récepteur.

Le circuit sélectif que représente notre figure ne comporte que deux enroulements : un primaire et un secondaire. Chacun d'eux est muni d'une prise intermédiaire pour permettre un court-circuit sur la position P. O. La totalité des enroulements est calculée pour les G. O. Un condensateur variable accorde le secondaire, lequel doit être relié à la douille « antenne » du poste par l'intermédiaire d'un petit condensateur ajustable.

Malgré la simplicité du dispositif et peut-être même pour cette seule raison, son efficacité atteint 70 % dans les cas les plus défectueux.

Le cinéma parlant chez soi

LES petites installations cinématographiques d'amateurs deviennent de plus en plus nombreuses. Mais il ne s'agit jusqu'ici que de cinéma muet. Il en est d'ailleurs de même dès que l'on veut projeter à l'écran une scène quelconque jouée par une troupe artistique. Une installation sonore présenterait un encombrement, un poids et un prix hors de proportions avec le but poursuivi.

C'est dire qu'un système d'enregistrement simple et pourtant d'une grande fidélité de reproduction doit être le bienvenu. Le *Synchro-Sonoriseur Voxia* constitue, à cet égard, une nouveauté aux démonstrations de laquelle nous avons assisté tout dernièrement. Non seulement, il permet de « doubler » une scène par un enregistrement ultérieur superposé, mais il autorise aussi l'enregistrement, au moment désiré, de l'audition qui vous tente. C'est en somme, un dispositif sonore s'appliquant à tous les cas.

Pour ne parler que de la question cinématographique, il faut remarquer le synchronisme absolu du projecteur et du sonorisateur réalisé par un câble souple guidé. La manœuvre est aussi facile que celle d'un radiorécepteur.

La sonorisation se fait sur 'disques de 33 cm tournant à 60 tours. La durée est de 8 minutes. Un film normal de 16 minutes est donc sonorisé sur les deux faces d'un disque avec arrêt de 30 secondes entre les deux faces. Bien entendu, si l'on ne craint pas de compliquer l'installation et, dans le but de n'avoir aucun arrêt au cours de la projection, il est possible, à l'aide d'un « mélangeur » et d'un second plateau, d'ajouter à la parole de la musique et des bruits divers, ce qui donne à l'usager toutes les possibilités du cinéma professionnel.

En dehors de ces possibilités, il faut noter que l'appareil peut servir aussi comme reproducteur ou enregistreur de disques normaux aux vitesses de 78 et 33 tours 1/3.

GÉO MOUSSERON.

SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de « La Science et la Vie ». Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement. (Joindre un timbre de 0 fr 50.)

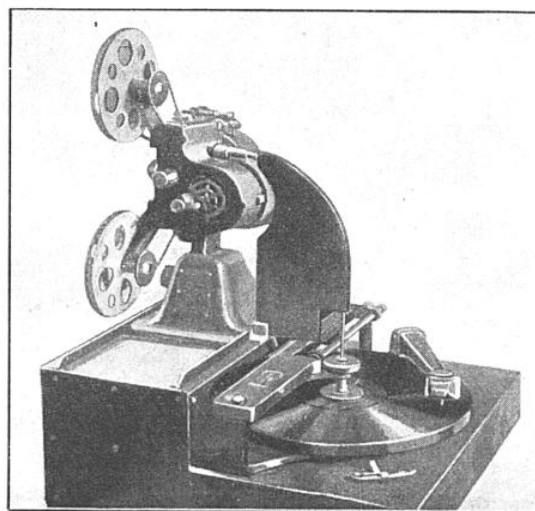


FIG. 5. — LE SYNCHRO-SONORISEUR « VOXIA »

LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Tout l'outillage mécanique dans une machine de précision

PERCEUSE, toupilleuse, tour, machine à polir, lapidaire, touret à meuler, scie circulaire (coupe droite ou oblique), tels sont les appareils que la machine représentée ci-dessous rassemble sous un encombrement réduit. Robuste et précise, elle se compose



L'« OUTILERVÉ » UTILISÉ
COMME PERCEUSE

essentiellement d'une perceuse électrique à poignée-pistolet et interrupteur à gâchette, pourvue d'un démultiplicateur composé de pignons et d'engrenages à tailles hélicoïdales assurant un entraînement très doux. Tenue à la main, sans support, elle peut servir de perceuse, de fraiseuse, de limeuse, de ciseuse (sculpture à la main, râpage des pneumatiques à réparer, décalaminage des moteurs, lustrage des carrosseries, nettoyage de glaces, dérouillage, etc.). Sur son support placé horizontalement, elle devient à volonté tour, polisseuse, meule, affûteuse, scie circulaire, etc. Son moteur universel ne consommant que 200 watts peut d'ailleurs être utilisé pour entraîner de nombreux appareils ménagers.

L'emploi de cette machine de précision permet donc d'effectuer un grand nombre de tra-

vaux que les multiples accessoires qu'elle comporte (supports, disques, fraises, forets, outils de tours, meules, etc.) rendent particulièrement aisés à exécuter.

Il est intéressant de noter que, bien que comportant de multiples avantages, l'« Outilervé » — c'est le nom de cette machine — est, grâce à son prix, à la portée de toutes les bourses.

RENÉ VOLET, 20, avenue Daumesnil, Paris (12^e).

Pour la sécurité et contre le gaspillage du courant électrique

LIMITER la dépense d'énergie électrique en ne l'utilisant que pendant la durée nécessaire, assurer automatiquement le succès de certaines opérations, tel est le problème auquel un nouvel appareil fort simple apporte une heureuse solution. Celui-ci comporte en effet une minuterie (mouvement d'horlogerie) dont il suffit de placer le bouton de commande sur le nombre de minutes pendant lequel le contact doit rester établi, afin d'être certain qu'au bout de ce délai le courant sera coupé brusquement. Les applications domestiques se conçoivent aisément : éclairage de certains locaux, réglage des appareils de chauffage (bouilloires, etc.). Au point de vue de la sécurité, ce dispositif est notamment indiqué pour certaines opérations : réglage des appareils médicaux, des appareils électriques pour la coiffure, etc., etc.

Notons d'ailleurs que les types différents prévus permettent de les employer dans les cas les plus divers : des modèles mobiles s'adaptent, en effet, sur toute prise de courant, d'autres se fixent sur panneaux isolants, certains comportent un avertisseur qui indique le moment où le courant va être coupé, d'autres enfin permettent de régler à l'avance l'allumage et l'extinction (n° 10 h à 24 h, par exemple). L'éclairage des vitrines, des panneaux de publicité peut être ainsi automatiquement assuré pendant un temps décidé.

ATELIERS COUPATAN, 15 bis, rue du Commandant-Rivière, Paris-Colombes.

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Le Rail, la Route et l'Eau, par Jules Antonini, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Prix franco : France 13 fr 60 ; étranger 16 fr 40.

Ce titre synthétise à merveille l'évolution de la locomotion qui a abouti à l'état actuel de nos transports « mécanisés » terrestres par opposition

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

aux transports maritimes et aériens, dont l'importance est également essentielle à l'économie nationale et internationale. Ces derniers feront l'objet de volumes séparés dans cette collection intitulée *La France vivante*. Ce titre, à lui seul, en situe le but visé que *La Science et la Vie* ne peut qu'approuver sympathiquement. L'auteur de *Le Rail, la Route et l'Eau* est un fonctionnaire expérimenté, bien qu'encore jeune, de nos chemins de fer. Il a su, en quelque 160 pages,

présenter lumineusement le tableau complet de nos moyens de transports successifs au cours de notre civilisation moderne : le chemin, le canal, la voie ferrée dont les transformations ont progressivement bouleversé nos mœurs. Sans entrer dans les détails techniques, M. Antonini a cherché avant tout à « clarifier » certaines questions abstraites, afin de les mettre à la portée d'un public instruit mais non spécialisé. Ainsi, il intéressera de nombreux lecteurs — sans les rebuter — qui, grâce à lui, pourront méditer cette symphonie du mouvement : « rail, route, eau. »

L'art des mesures pratiques en T. S. F.,
par Lucien Chrétien, ing^r E. S. S. Prix franco : France, 17 fr 60 ; étranger, 20 fr 40.

L'auteur, spécialiste de la radio depuis ses origines mêmes, vient de rédiger un véritable *cours de mesures* en vue de fournir au constructeur, à l'amateur, au praticien, au dépanneur les éléments vraiment utiles pour vérifier, régler, connaître un récepteur de radio. M. Chrétien a eu aussi le mérite de faire précéder son enseignement pratique de données théoriques, indispensables à la compréhension de la radio-électricité. De telles notions — ou plus exactement de semblables initiations — ont été mises ici à la portée de tous ceux qui, possédant une culture non spécialisée, sont des fervents de la T. S. F., vocable devenu impropre depuis que la radiodiffusion a pris l'extension que l'on sait, alors que la télégraphie et la téléphonie sans fil ne sont pas précisément les branches auxquelles le grand public s'intéresse plus particulièrement.

Le Nil, vie d'un fleuve, par Emil Ludvig.
Prix franco : France, 25 fr 80 ; étranger, 30 fr.

Le célèbre écrivain auquel nous devons les biographies des hommes d'Etat les plus éminents de l'histoire contemporaine vient de nous donner un livre captivant sur le Nil, qu'il intitule « la vie d'un fleuve ». « Chaque fois, dit-il, que j'écris la biographie d'un homme, je songe au cours, à la destinée d'un fleuve. Une seule

fois, un fleuve m'a paru avoir une destinée humaine. Lorsqu'en 1924 j'aperçus le barrage d'Assouan, son sens symbolique s'imposa en effet à moi avec une telle force qu'en cet endroit décisif de sa course je crus comprendre la vie du Nil tout entière, de sa source à son embouchure. » Cette interprétation nous montre avec quelle foi objective l'écrivain allemand a entrepris de nous décrire, dans sa conception comme dans ses réalisations, le plus long fleuve du monde. Cette artère fluviale, qui mesure 6.000 km (soit le 1/6^e de la circonférence de la Terre), traverse des déserts pendant plus de la moitié de son cours, mais n'en a pas moins créé la plus fertile des contrées et vu s'édifier sur ses rives la plus grande ville de son continent. A proprement parler, c'est un être vivant ; après une naissance radieuse, il est entraîné dans son destin terrible pour aboutir à l'asservissement final. De ses qualités spécifiques comme de ses défauts, l'auteur a su tracer, avec son talent reconnu, le « caractère » de ce fleuve gigantesque et déduire l'enchaînement inéluctable des événements de sa vie.

Un tel livre se lit comme un roman vécu. Il représente, en quelque sorte, de la géographie en action. Il y a quelques mois encore, le Nil était au premier plan de l'actualité politique, mettant en opposition deux des plus grandes nations de l'Occident. Ainsi, à toutes les époques de son histoire le Nil apparaît toujours comme une puissance dont chacun cherche à s'attribuer les bienfaits.

Annuaire militaire 1936. Prix franco : France, 68 fr 80 ; étranger, 76 fr.

La Société des Nations publie, chaque année, un annuaire fort complet et que le grand public ignore, où l'on trouve tous les renseignements relatifs aux puissances militaires, depuis les plus grandes jusqu'aux plus petites. L'édition de 1936 vient de paraître à Genève.

Le père de l'aviation, Clément Ader, par Georges de Manthé. Prix franco : France, 22 fr 20 ; étranger, 26 fr 20.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :
Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imd. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



Mlle S... A..., du Havre, était deuxième aide-comptable à 700 francs. Elle en gagne maintenant 1.500 en travaillant chez elle pour les Ateliers d'Art Chez Soi.

TOUS LES FRANÇAIS DOIVENT SAVOIR

qu'ils peuvent de suite **TROUVER** une **SITUATION** agréable, indépendante, rémunératrice et stable, en s'adressant aux **ATELIERS D'ART CHEZ SOI** (Société SADACS)

Toutes les personnes à la recherche d'une situation stable et lucrative, ou désirant augmenter leurs gains en travaillant pendant leurs heures de loisir, doivent dès aujourd'hui, au moyen du « bon gratuit » ci-dessous, demander aux **Ateliers d'Art Chez Soi** tous les renseignements détaillés.

Par suite des nouvelles lois de contingents, les commandes affluent de toutes parts vers les artisans français.

La Société Sadacs, puissant groupement d'Artisans, grâce à un service de vente unique au monde, ayant des débouchés illimités, reçoit plus de commandes qu'elle n'en peut satisfaire.

C'est pourquoi la **Société Sadacs** recherche de nouveaux adhérents à qui elle enseignera les arts appliqués et dont elle fera des artisans consommés.

Nul besoin d'aptitudes particulières, la Société vous enseignera ses méthodes avec facilité. Le temps de formation est d'ailleurs très court, et, dès le début, la Société écoule la production de ses nouveaux adhérents. Que vous habitiez Paris ou un village de la plus lointaine province, la SADACS se chargera de votre formation et de la vente de votre production. Le matériel et outillage (en cinq coffrets complets) sont fournis **gratuitement** aux nouveaux adhérents.

Travailler chez soi, dans l'indépendance et, qui plus est, à des choses agréables ;

Pouvoir, avec maîtrise, décorer soi-même son intérieur ;

Posséder un véritable métier, sans apprentissage long et coûteux ;

Avoir, à la portée de sa main, un service de vente ami qui défend les intérêts de ses adhérents et dispose de débouchés importants ;

N'est-ce pas le rêve de tous ?

C'est ce que vous offrent les **Ateliers d'Art Chez Soi** aujourd'hui.

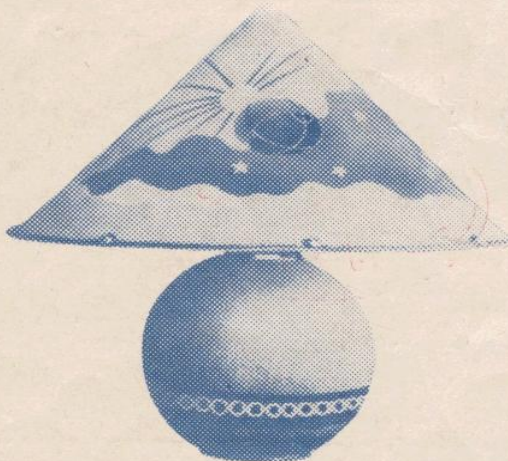
LISEZ LEUR BROCHURE GRATUITE

BON A DÉCOUPER ou à recopier et à retourner à la **Société Sadacs**, Cours 78, 25, rue d'Astorg, Paris (8^e)

Veuillez m'envoyer **GRATUITEMENT**, sans engagement de ma part, votre plaquette illustrée : Les Travaux d'Art Chez Soi, ainsi que tous les renseignements sur l'offre spéciale de matériel gratuit que vous faites. Inclus 1 fr. 50 en timbres-postes, pour l'affranchissement.

M

à



300 exemplaires de cette jolie lampe ont été commandés et achetés par les Ateliers d'Art Chez Soi à M. R... P... de Tourcoing, adhérent à la SADACS, pour un grand magasin.

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outillage nécessaire. Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses. Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires, au prix de

950 francs

SIAME

Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)

