

Septembre 1939

5 francs

# la Science et la Vie



**LE "PASTEUR"**

page 161

# LES OFFICIERS-MÉCANICIENS DE LA MARINE MARCHANDE



ÉLÈVE-OFFICIER MÉCANICIEN SURVEILLANT LE DÉMONTAGE D'UN MOTEUR

Les officiers-mécaniciens embarqués à bord des navires sont chargés de la conduite et de l'entretien des machines du bord. Ils ont sous leurs ordres, pour la partie matérielle, un personnel d'élèves-officiers, de chauffeurs, graisseurs, ouvriers.

Ils ont le même uniforme d'officier de la marine marchande que les capitaines au long-cours et le même nombre de galons à grade égal. Lorsqu'ils ont 25 ans de service et 50 ans d'âge, les officiers-mécaniciens ont droit à une retraite. A bord, ils mangent au carré et ont une cabine personnelle.

Ils sont chefs de quart pendant leur service mais le chef mécanicien, en général, ne fait plus le quart. Les quarts sont de 8 heures par jour par séries de 4 heures, mais, avec la semaine de 40 heures, des permissions de compensation s'ajoutent aux 30 jours de permission annuelle.

Leurs traitements varient de 1.500 à 2.000 francs par mois au début, jusqu'à 50.000 ou 60.000 fr. par an, et même 100.000 sur les grands chalutiers, sans compter les avantages en nature : logement, nourriture, primes de charbon, etc.

Ils obtiennent, en général, avant la fin de leur carrière la Croix du Mérite maritime ou la Légion d'honneur et peuvent devenir, quand ils sont de 1<sup>re</sup> classe, ingénieur-mécanicien de réserve de la Marine de guerre.

**Places.** — Alors que la plupart des carrières sont encombrées, il y a au contraire de nombreuses places d'officiers-mécaniciens.

L'examen peut être passé à 18 ans pour les élèves-officiers et les officiers de 2<sup>e</sup> classe. L'épreuve d'atelier peut d'ailleurs être subie seule à partir de 17 ans et les élèves qui obtiennent le certificat d'atelier n'ont plus à passer cette épreuve. C'est donc une carrière vers laquelle les jeunes gens qui aiment la vie active, libre, les voyages, la vie assurée ainsi que le prestige d'une carrière d'officier doivent se diriger immédiatement.

## IL FAUT SE PRÉPARER LE PLUS TOT POSSIBLE.

L'École de Navigation maritime et d'Officiers mécaniciens vous y préparera  
**SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE**

Deux écoles sur place, installées avec laboratoires et ateliers, l'une à Paris (17<sup>e</sup>), 152, avenue de Wagram, l'autre à Nice, 56, boulevard Impératrice-de-Russie, peuvent recevoir des internes ou des externes.

Renseignements gratuits au siège de l'une ou de l'autre école. (Joindre un timbre pour réponse.)

**MARINE - AVIATION - T.S.F.**  
**LES PLUS BELLES**  
**CARRIÈRES**



**L'ÉCOLE**  
**DE NAVIGATION**  
**MARITIME & AÉRIENNE**

(Placée sous le haut patronage de l'Etat)  
**152, av. de Wagram, PARIS (17<sup>e</sup>)**  
 VOUS PRÉPAREZ A L'ÉCOLE MÊME  
 OU PAR CORRESPONDANCE

**T. S. F.**  
**ARMÉE, MARINE, AVIATION**

**MARINE MILITAIRE**

Aux Ecoles des Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Ecoles de Maistrance (sous-officiers) ; de Brest (Pont, Aviation, Electriciens et T. S. F.) et de Toulon (Mécaniciens de la Marine et de l'Aviation Maritime) ; à l'Ecole des Elèves-Officiers, à l'Ecole des Elèves-Ingénieurs Mécaniciens, de Brest.

**MARINE MARCHANDE**

Aux Brevets d'Elève-Officier, Lieutenant au long cours ; aux Brevets d'Elève-Officier Mécanicien et d'Officiers Mécaniciens de 3<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> et 1<sup>re</sup> classe ; au Brevet d'Officier Radio de la Marine Marchande.

**AVIATION MILITAIRE**

A l'Ecole des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; aux Ecoles Civiles de Mécaniciens et de Radios ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Officiers Mécaniciens de l'Air ; à l'Ecole de l'Air.

**AVIATION MARITIME**

A l'Ecole des Mécaniciens de l'Aviation Maritime à Rochefort ; aux Ecoles de Sous-Officiers Pilotes et Mécaniciens.

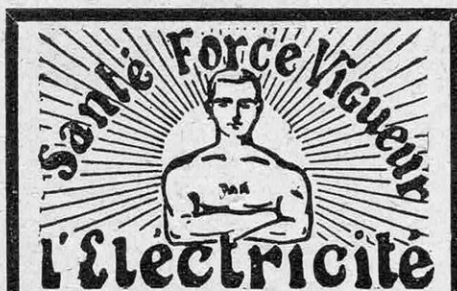
**AVIATION CIVILE**

Aux Brevets Elémentaire et Supérieur de Navigateur aérien ; aux emplois administratifs d'Agent technique et d'Ingénieur adjoint de l'aéronautique.

FUBL. C. BLOCH

HENCHOZ

ÉCOLE ANNEXE A NICE, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice  
**56, boulevard Impératrice-de-Russie**



**L'Institut Moderne 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, Prostatorrhée, 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.

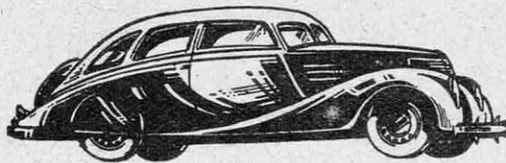
La cause, la marche et les symptômes de chacune de ces affections sont minutieusement décrites afin d'éclairer le malade sur la nature et la gravité de son état. Le rôle de l'électricité et la façon dont opère le courant galvanique sont établis pour chaque affection.

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 Institut Moderne du 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, 2 fr. 25 ; carte, 1 fr. 25.



**3 - DANS - UN**

vient de lancer dans le monde entier  
**la Pâte 3 - DANS - UN**

Cette pâte onctueuse nettoie la carrosserie et lui assure une protection parfaite et un brillant incomparable.

Ce produit exceptionnel, fabriqué par les créateurs de l'huile 3 - DANS - UN, universellement appréciée, protège la carrosserie contre l'oxydation et résiste à l'eau.

Facilité d'application, durée inégalée. Le meilleur produit de protection et de lustrage.

En vente partout : Quincailleries, marchands de couleurs, armuriers, bazars, grands magasins, etc...

Distributeurs : C. F. L. - Rue Vallier, 4, Levallois-Perret (Seine).

**LA RADIESTHÉSIE**

scientifiquement expliquée

par la théorie de la

**RADIO - DÉSINTÉGRATION**

Résultats précis et applications pratiques grâce à la méthode et aux appareils sélectifs de

**M. L. TURENNE**

Ingénieur E. C. P., ancien professeur de T. S. F. à l'École d'artillerie de Fontainebleau.

19, rue de Chazelles, PARIS (17<sup>e</sup>) Téléphone : Wagram 42-29

Etude de toutes les ondes : leur origine, leur nature, leur influence sur notre organisme. Ondes favorables. Ondes nuisibles. Le moyen de nous en protéger.

Notices, Livres, Leçons particulières et COURS PAR CORRESPONDANCE

Envoi franco de notices explicatives

RECHERCHE D'EAU, DE MÉTAUX, etc. Etudes sur plans. — Installations d'eau POMPES — ÉLECTRICITÉ — CHAUFFAGE

**BULLETIN A DÉTACHER**  
 POUR COMMANDER LE GUIDE COMPLET  
**DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT**  
 A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION

28, Boulevard des Invalides, 28, PARIS (7<sup>e</sup>)

En me recommandant de « La Science et la Vie », je vous prie d'envoyer le guide susvisé de 96 pages, in-8 coq., indiquant les Carrières masculines et féminines en France et aux Colonies, les traitements, les limites d'âge, les diplômes, les épreuves à subir, les suppléments, les différentes lois concernant les fonctionnaires, à l'adresse suivante :

Nom et prénoms .....

Rue et n° .....

Ville et Département .....

Date de naissance (1) .....

Diplômes le cas échéant (1) .....

Durée des services militaires (1) .....

Durée des services dans une administration de l'Etat (1) .....

Lieu et date de nomination (1) .....

Traitement désiré (1) .....

(Cet envoi sera fait gratuitement et sans engagement pour moi.)

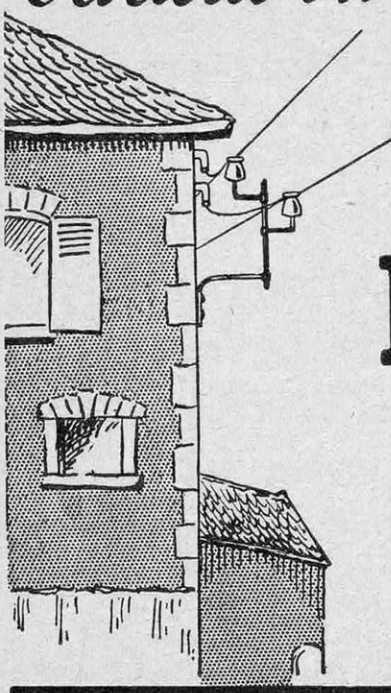
(1) Ces renseignements ont pour but d'obtenir des conseils plus précis.

*Partout où passe  
le courant lumière*

...ET SANS INSTALLER  
LA FORCE!..  
*vous pouvez brancher un*

# Ragonot-Delco

ETS RAGONOT  
15, Rue de Milan - PARIS-IX\*  
Téléphone: Trinité 17-60 et 61




Pub. R.-L. Dupuy



- Depuis qu'il prend du Quinium Labarraque, il essaye sa force à tous les coins de rue.

**VIN TONIQUE**  
Fortifiant Fébrifuge

Anémiés — Convalescents — Fiévreux  
prenez du

**QUINIUM LABARRAQUE**

En vente toutes pharmacies  
Dépôt: Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris-VI<sup>e</sup>

PUBL. C. BLOCH

Depuis

# 25 ans

... les clichés de  
"LA SCIENCE  
ET LA VIE"  
sont exécutés dans  
les ateliers de  
Photogravure des  
Établissements...

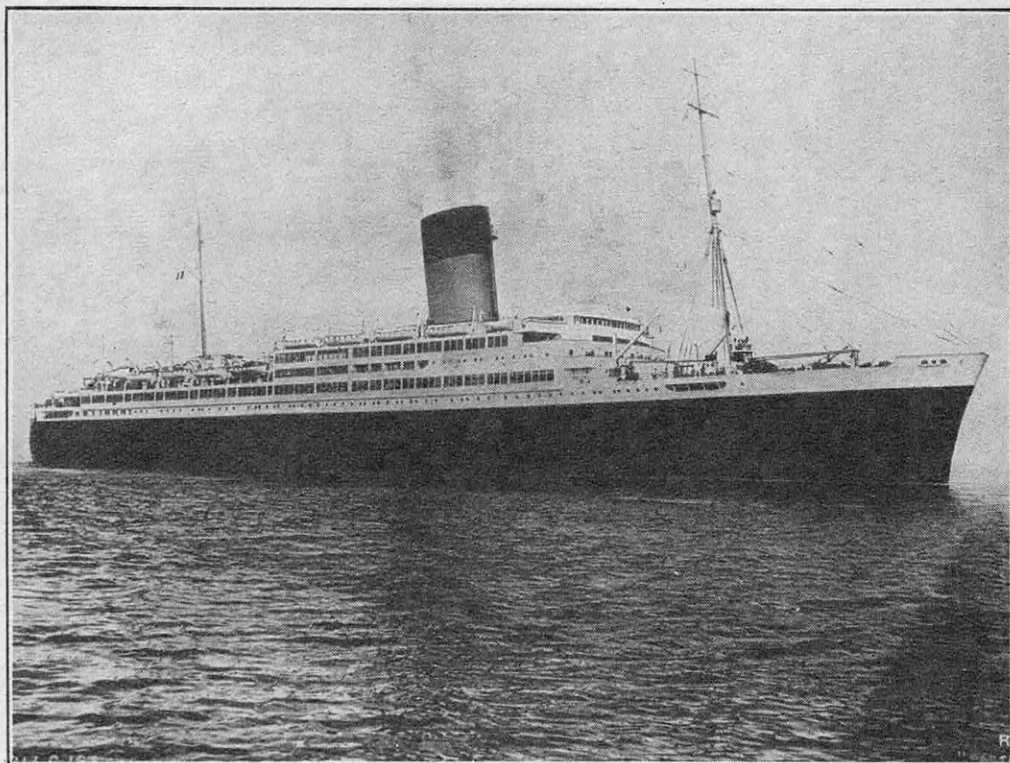
## LAUREYS F<sup>res</sup>

17 RUE D'ENGHEN - PARIS-10<sup>e</sup>

TÉLÉPH.:  
PRO. 99.37

PHOTOGRAVURE  
OFFSET - TYPONS  
CLICHERIE  
GALVANOPLASTIE

# COMPAGNIE DE NAVIGATION SUD-ATLANTIQUE



A L'OCCASION DE L'INAUGURATION DU PAQUEBOT

## " P A S T E U R "

CROISIÈRES EN AMÉRIQUE DU SUD

1<sup>re</sup> croisière : du 14 septembre au 14 octobre

2<sup>e</sup> croisière : du 28 octobre au 27 novembre

---

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER :

**PARIS — 3, boulevard Malesherbes — Tél. : ANJ. 08.00 à 08.04**

# 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,

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 32 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'École Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **vos adresse** et le **numéro de la brochure** qui vous intéresse, parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous la recevrez par retour de 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° 45.302**, 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° 45.309**, 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° 45.313**, 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° 45.319**, 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 de Grandes Ecoles, Ingénieurs, Professeurs de Faculté, Professeurs agrégés, etc.)

**BROCHURE N° 45.324**, 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° 45.328**, 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° 45.330**, 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° 45.339**, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture, des Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies.  
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

**BROCHURE N° 45.342**, 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° 45.345**, 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° 45.350**, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives  
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

**BROCHURE N° 45.358**, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

**BROCHURE N° 45.364**, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, de l'**Eloquence us elle**, 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° 45.367**, 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° 45.370**, 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° 45.376**, 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° 45.383**, 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° 45.386**, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

**BROCHURE N° 45.391**, concernant l'**enseignement** pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

**BROCHURE N° 45.394**, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

**BROCHURE N° 45.398**, **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<sup>e</sup>)

Une **INVENTION  
NOUVELLE**

est souvent une source de  
profits pour son auteur.

Un **BREVET  
d'INVENTION**

bien étudié permet  
seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR  
UNE BONNE  
PROTECTION

**UTILISEZ LES  
SPÉCIALISTES**

DE

**LA SCIENCE ET LA VIE**



PENSEIGNEMENTS  
GRATUITS SUR PLACE  
ET PAR ÉCRIT AU

**SERVICE SPÉCIAL DES  
INVENTIONS NOUVELLES**

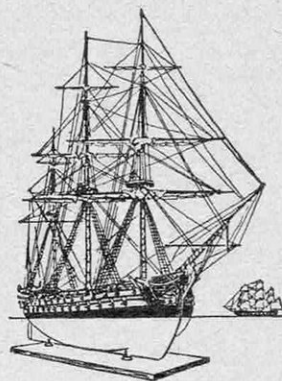
DE

**LA SCIENCE ET LA VIE**



23, RUE LA BOÉTIE  
PARIS (VIII<sup>e</sup>)

F. UBL. C. BLOCH



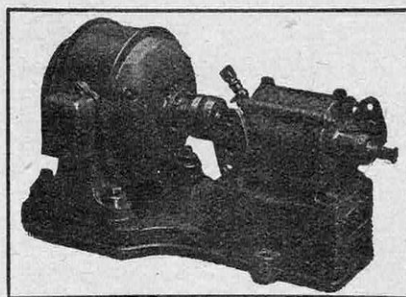
**“ CONSTRUISEZ  
DES MODÈLES RÉDUITS  
DE MARINE ”**

1 volume in-8 couronne  
368 pages, 425 figures, 1 grande planche

Demandez la notice-spécimen à  
**BARROT-GAILLARD**  
15, rue Bleue, Paris

**POMPES DAUBRON**

57, avenue de la République, PARIS



**ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES**  
*pour villas, fermes, arrosage, incendies*  
FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression  
par les groupes  
**DAUBRON**

**POMPES INDUSTRIELLES**  
tous débits, toutes pressions, tous usages

## DU NOUVEAU EN MATIÈRE DE T. S. F.

DEPUIS que l'humanité vit sous le signe du Progrès Scientifique, il semble qu'elle soit devenue insatiable. Ne doit-on pas, en effet, pour la satisfaire, modifier, perfectionner chaque année ce qui l'an passé, l'avait satisfaite, comblée? C'est peut-être à cette fièvre de nouveauté qui talonne l'inventeur, stimule le constructeur, que, dans bien des domaines, nous devons la rapidité des perfectionnements.

C'est ainsi, entre autres, qu'il n'y a pas un quart de siècle que la T. S. F. est entrée dans la vie courante. et, du modeste récepteur à galène, nous voici, sans que nous en soyons émerveillés, au superhétérodyne 7 lampes.

Si, depuis longtemps, l'appareil de T. S. F. n'est plus une machine à sons discordants, il faut avouer que sa présentation le rend souvent indésirable dans un intérieur élégant.

Les constructeurs du *Super Invisible Radio*, le nouveau superhétérodyne 7 lampes à haut-parleur spécial modèle S. I. R., ont abouti à la création d'un récepteur d'une conception tout à fait originale. Présenté sous la forme d'un miroir à double face, monté sur un socle élégant où se dissimule l'appareil récepteur, S. I. R. est harmonieux, harmonieux à l'œil, harmonieux à entendre. Un simple geste, en déclenchant la marche du poste, fait apparaître sur la glace un cadran irréel et clair, symbole même des ondes dont il est le répertoire.

La beauté de sa forme n'a pas été conçue aux dépens de sa valeur. C'est ainsi, entre autres, que le souci de dérober les organes à la vue a nécessité la création d'un châssis métallique qui, en les enrobant, les soustrait à toutes perturbations électriques extérieures.

Les caractéristiques sont les suivantes : 3 gammes O.C., P.O., G.O. — Commande d'une très grande douceur. — Emploi des nouvelles lampes à caractéristiques américaines : 6.E.8., 6.K.7., 6.C.5, 6.H.6., 6.J.7., 6.F.6., 5.Z.4. — Sélectivité 9 Kc. Emploi de bobinages à grand facteur de surtension. — La détection *Sylvania* reproduit les notes aiguës avec une finesse précieuse, les notes graves avec toute leur ampleur. — Basse fréquence de puissance à contre-réaction. — Le filtrage spécialement étudié est très efficace et contribue à l'impression d'invisibilité. — La musique se détache sur un fond absolument silencieux. — Un interrupteur permet, pendant le fonctionnement du poste, d'éteindre à volonté le cadran.

SOCIÉTÉ SUPER INVISIBLE RADIO - Inventeurs-Constructeurs - 14 bis, av. de la Gare, PERPIGNAN (Pyr.-Orient.)

DÉMONSTRATION AU SALON DE LA T. S. F. — GRAND PALAIS — STAND N° 3

Il existe pour vos fils et vos filles

une

**carrière intéressante**

peu encombrée

celle de

**Préparateur en Pharmacie**

Des cours essentiellement pratiques, dirigés par des spécialistes expérimentés, pharmaciens, chimistes, bactériologistes, assurent la formation des élèves en une année

**Conditions modiques**

**Facilités de Placement**

Tous renseignements sur demande aux

**Laboratoires d'Enseignement pratique**

16, rue Charlemagne, Paris (4<sup>e</sup>)

Téléphone : ARCHIVES 18-27

## “DESSINEZ”

RAPIDEMENT ET EXACTEMENT  
même sans savoir dessiner, grâce au

**Dessineur (Chambre Claire simplifiée) : 155 frs**

Port : France, 5 fr. — Etranger, 10 fr.

OU A LA

**Chambre Claire Universelle**

(2 modèles de précision) : 300 ou 450 francs

Port : France, 8 fr. — Etranger, 25 fr.

Envoi gratuit du catalogue n° 12 et  
des nombreuses références officielles.

EX : AGRANDISSEMENT D'UNE PHOTO

D'un seul coup  
d'œil.

sans connaissance  
du dessin, ces appa-  
reils permettent  
d'AGRANDIR,

RÉDUIRE,

COPIER,

d'après nature  
et d'après

documents :

Photos, Paysages,

Plans, Dessins,

Portraits, Objets

quelconques, etc.

.....

**P. BERVILLE**

18, rue La Fayette

PARIS-IX°

Chèque postal

1.271-02



*Je n'ai plus les yeux fatigués...*

... depuis que je porte une lunette HORIZON, munie de verres à images ponctuelles STIGMAL. Correcteur parfait de la vue, le verre STIGMAL la protège contre l'action nocive des rayons ultra-violet, et permet une complète visibilité sur toute l'étendue de sa surface.



*verres* **STIGMAL**

En vente chez les opticiens-spécialistes (prix imposés). La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.



*Fumez les Cigarettes*

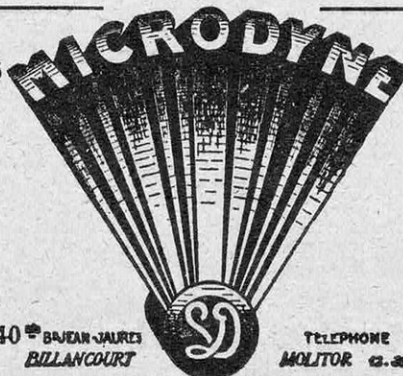
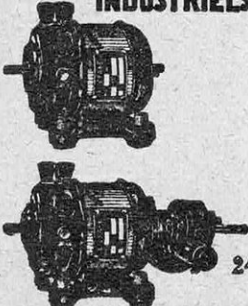
**WEEK-END**

GOUT ANGLAIS

*de la Régie Française*

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

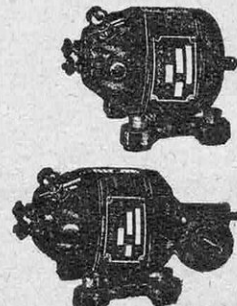
**PETITS MOTEURS INDUSTRIELS**



240 # BAJEAN-JAURES  
BILLANCOURT

TELEPHONE  
MOLITOR 23.30

**L. DRAKE CONSTRUCTEUR**



PUBL. G. BLOCH

**JAMET-BUFFEREAU**



COURS DE

**COMPTABILITÉ**

**STENO-DACTYLO. etc..**

96. RUE DE RIVOLI. PARIS

PRIX A FORFAIT

FACILITÉS DE PAIEMENT

Cours donnés sur place ou par correspondance

Succursales en province :

Lille, Nancy, Lyon, Marseille, Bordeaux

Demandez le programme gratuit S. V.

**DE VRAIES  
BESANÇON**



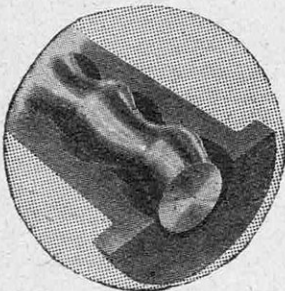
directement de la fabrique.

Choisissez, à votre goût, une montre de prix honnête et de qualité sûre et durable... Demandez le luxueux Album Montres N° 39-65 (600 modèles en tous genres et à tous prix), offert par les **Etablissements SARDA**, les réputés fabricants installés depuis 1893 à Besançon, capitale de l'Horlogerie française.

Echange, reprise, transformation de montres et bijoux anciens.

CONDITIONS  
SPÉCIALES  
aux lecteurs  
de SCIENCE  
et VIE

**SARDA**  
**BESANÇON**  
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION



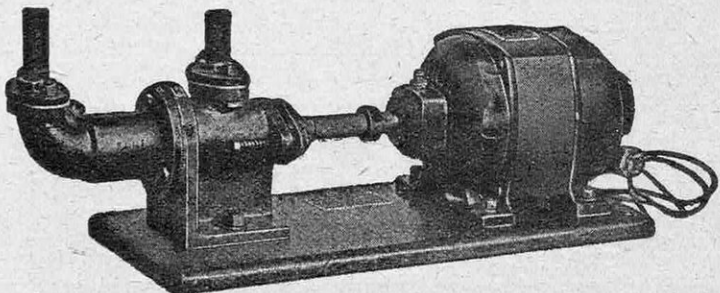
**P. C. M.**  
**POMPES EN CAOUTCHOUC**  
**P. C. M.**

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  
- TOUTS DÉBITS -  
- TOUTES PRESSIONS -  
FACILITÉ D'ENTRETIEN



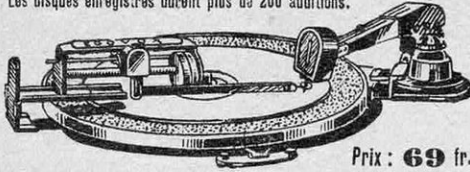
De nombreuses pompes fonctionnent à bord des croiseurs  
*Dunkerque, Strasbourg, Richelieu*, pour tous liquides.

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

# EGOVOX

## L'ENREGISTREUR DU SON

Les disques enregistrés durent plus de 200 auditions.



Prix : 69 fr.

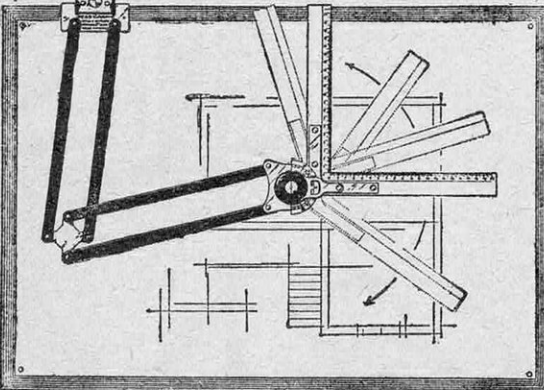
1, rue Lincoln, Paris-8<sup>e</sup>

DIPLOMÉ C. B. 1907

# LE "DESSIGRAPHE"

BREVETÉ S. G. D. G. - MADE IN FRANCE  
MARQUE ET MODÈLES DÉPOSÉS

(Nouveau modèle perfectionné)



## Dessinera rapidement votre pensée technique

**SIMPLE RAPIDE PRÉCIS ROBUSTE BON MARCHÉ** pour  
**DESSINATEURS ARCHITECTES INGÉNIEURS ÉTUDIANTS, etc.**

Pour planche : 75 x 60, 150 fr. ; 120 x 80, 250 fr.  
Emballage et port : France, 10 fr. ; Étranger, 25 fr.  
Catalogue 12 bis Franco - Chèque postal : 2035-52

P. BERVILLE, 18, rue La Fayette — PARIS (IX<sup>e</sup>)

## Par une élite de Professeurs et par Inspecteurs prim. COURS DE VACANCES ORAUX ou par CORRESPONDANCE

préparant avec maximum de chances de succès  
du 17 AOUT à l'EXAMEN

## Brevet élém. - B. E. P. S. - Brevet sup. BACCALAURÉATS

PRIX MODÉRÉS — NOMBRE DE PLACES LIMITÉ

Cours NADAUD SCIENTIFIQUE et LITTÉRAIRE  
1, pl. Jussieu, Paris. Tél. Port-Royal 13-38

# INVENTEURS

POUR VOS  
**BREVETS**

**L. DENÈS**

INGÉNIEUR-CONSEIL

35, Rue de la Lune, PARIS 2<sup>e</sup>

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S."

# LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation  
Scientifique et Industrielle

**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.

(Joindre un timbre de 0 fr. 90.)

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS  
155, faubourg Poissonnière, Paris

# MALLIÉ

## DEVENEZ RADIO-TECHNICIEN ou SOUS-INGÉNIEUR DIPLOMÉ...

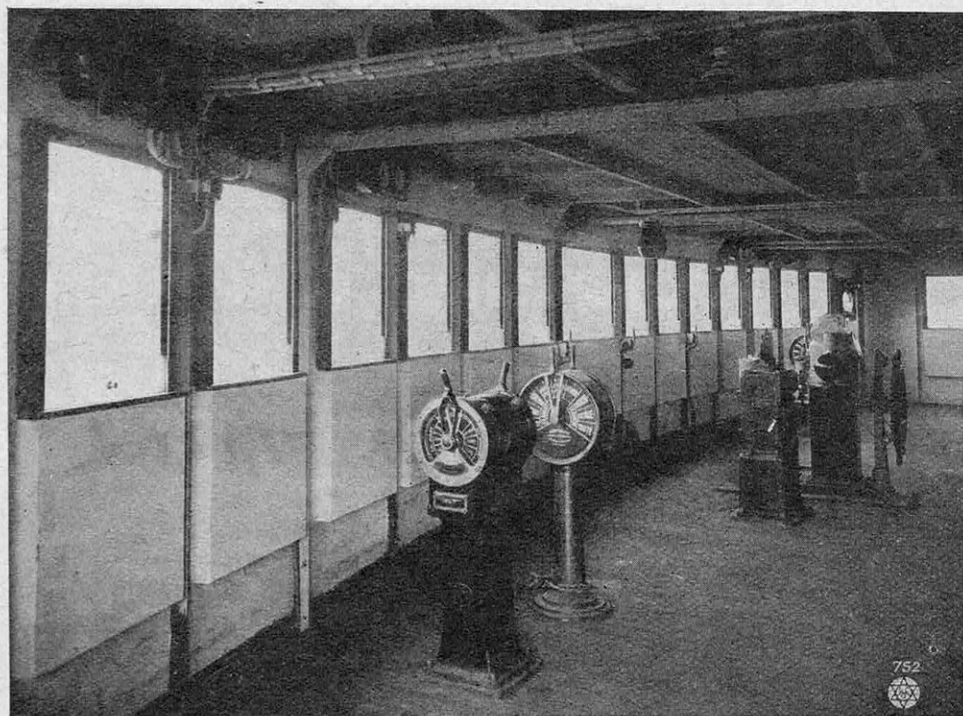
En suivant les Cours par correspondance de  
**L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE  
SUPÉRIEURE DE T. S. F.**  
51, boulevard Magenta, PARIS-X

Les Cours donnés par des  
Ingénieurs spécialistes peu-  
vent être suivis par tout le  
monde sans difficulté.

Construction, Montage, Dépannage  
et alignement de tout poste

Cours complet : 250 francs  
**DIPLOME FIN D'ÉTUDES**

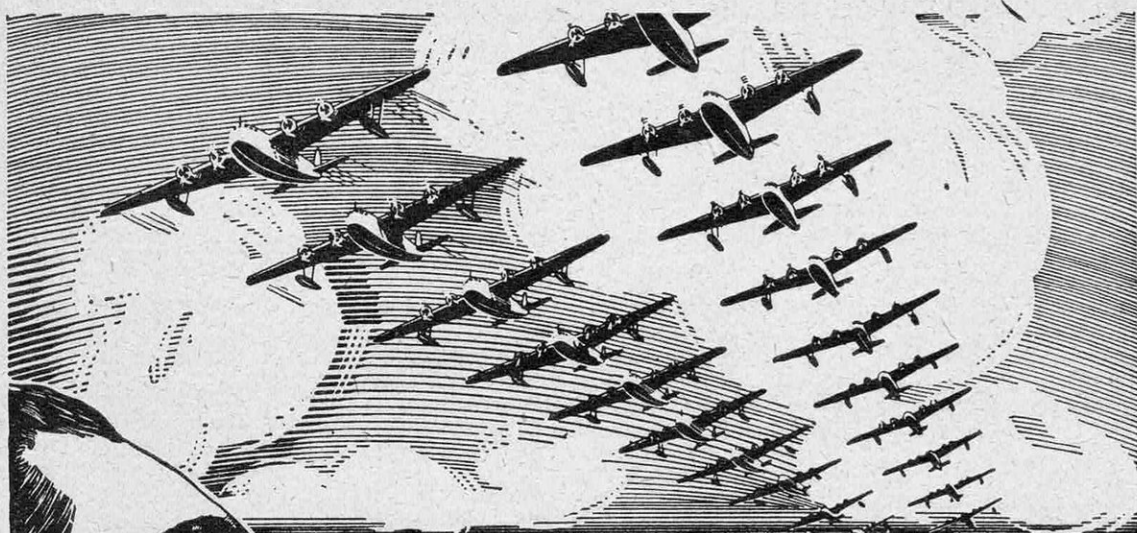
LA SEULE ÉCOLE OÙ L'ON FAIT DE LA PRATIQUE. — Demandez la première leçon gratuite

S<sup>T</sup>E D'EXPLON DES ÉTABLISSEMENTS**S<sup>T</sup>-CHAMOND-GRANAT**10. RUE CAUMARTIN - PARIS (9<sup>e</sup>)**PAQUEBOT PASTEUR**

VUE DE LA PASSERELLE DE NAVIGATION

EQUIPÉE AVEC APPAREILS TRANSMETTEURS-RÉCEPTEURS D'ORDRES AUX MACHINES,  
INDICATEURS DE VITESSE ET DE SENS DE MARCHÉ DES ARBRES PORTE-HÉLICE,  
TRANSMETTEUR D'ORDRES DE BARRE, RÉPÉTITEURS D'ANGLES DE BARRE ET  
INDICATEURS DE SITUATION DES HÉLICES.

**TÉLÉMESURE****TRANSMETTEURS D'ORDRES****TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES****APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE ÉTANCHE**



**POUR CHAQUE APPAREIL**

**IL faut UN OPERATEUR Radio**

**Pour chaque poste lointain...**

**Pour chaque station...**

**Pour chaque navire...**

**il faut PLUSIEURS OPERATEURS RADIO**

*C'est dire toute l'importance des débouchés que vous offrent les carrières civiles et militaires de la Radio.*

**JEUNES GENS !...**

**... L'ÉCOLE DES GRANDS AS ROSSI ET JAPY vous préparera avec le maximum de chances de réussite aux carrières auxquelles vous aspirez :**

**AVIATION - MARINE - ADMINISTRATIONS - INDUSTRIE  
COURS du JOUR, du SOIR et PAR CORRESPONDANCE**

● *Demandez-nous le « Guide complet des carrières de la Radio ».*

B. ROGER



**ÉCOLE CENTRALE DE T-S-F**

12 rue de la Lune PARIS 2<sup>e</sup>



Telephone Central 78.87

PUBLICITÉ SERVICE PROPAGANDE E. C. T. S. F., N° 3

NOUVELLE SESSION DES COURS : 9, 10 OCTOBRE 1939.



# 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

RÉDACTION, ADMINISTRATION : 13, rue d'Enghien, Paris-10<sup>e</sup>

Chèques postaux : N° 91-07, Paris — Téléphone : Provence 15-21

PUBLICITÉ : Office de Publicité Excelsior, 118, avenue des Champs-Élysées, Paris-8<sup>e</sup>

Chèques postaux : N° 59-70, Paris — Téléphone : Élysées 65-94 à 98

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

Copyright by La Science et la Vie, Septembre 1939 - R. C. Seine 116-544

Tome LVI

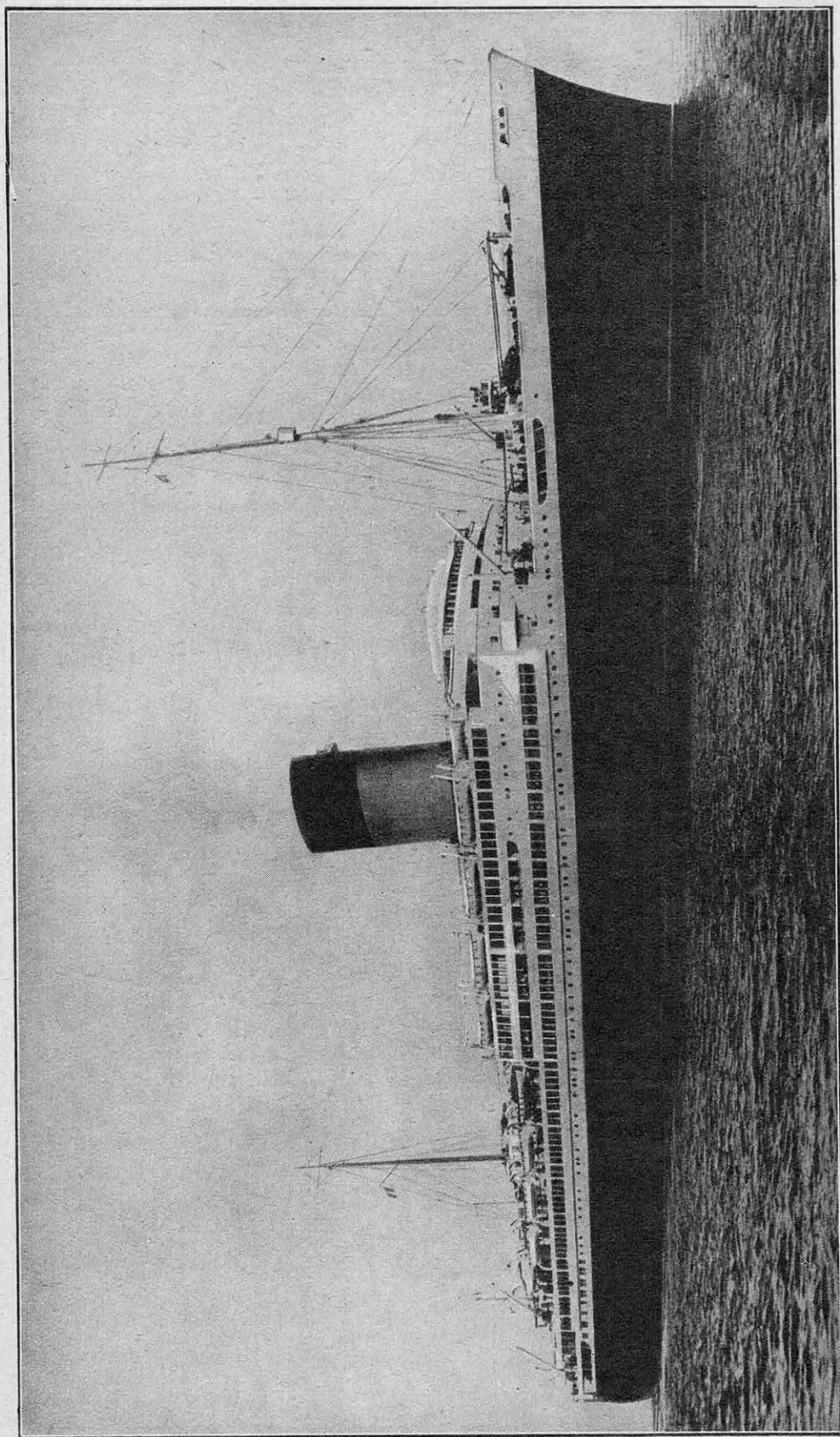
Septembre 1939

Numéro 267

## SOMMAIRE

- Avec le paquebot « Pasteur », la France possède maintenant l'unité la plus moderne sur l'Atlantique-Sud . . . . . H. Pelle des Forges . . . . . 161
- Le Pasteur présente une véritable synthèse des plus récents progrès réalisés par la technique des constructions navales : charpente, coque, chaudières, turbines, transmissions électriques, défense contre l'incendie, etc.*
- Le « calculateur d'ailes » résout électriquement les problèmes d'aérodynamique. . . . . L. Houllevigue . . . . . 173
- Voici une élégante méthode qui permet d'étudier avec précision, par des procédés purement électriques, l'écoulement de l'air autour d'une aile d'avion, et de calculer sa « portance ».*
- Le hasard et la Loterie Nationale. . . . . Marcel Boll. . . . . 179
- Il existe une science du hasard, dont les fondements et les résultats sont aussi rigoureux que ceux de toute autre science exacte : c'est le calcul des probabilités. En voici la vérification mathématique par les 66 premiers tirages de la Loterie Nationale.*
- Vers la disparition des maladies infectieuses par les méthodes modernes d'immunisation. . . . . Pierre Keszler. . . . . 192
- La découverte des anatoxines et la mise au point de la technique des vaccinations associées, immunisant à la fois contre la typhoïde, la diphtérie et le tétanos, permettent aujourd'hui de lutter efficacement contre la propagation des maladies infectieuses.*
- Les nouvelles lampes électroniques pour le radiorécepteur moderne au Salon de la Radio de Paris . . . . . Marcel Adam. . . . . 201
- L'art de diriger les électrons à l'intérieur des lampes à électrodes multiples et l'utilisation de l'émission secondaire améliorent le rendement des radiorécepteurs et la qualité des auditions.*
- La projection sur grand écran, problème capital pour l'avenir de la télévision . . . . . André Villenave. . . . . 210
- Voici les diverses techniques qui permettront bientôt au « téléviseur » d'accompagner le projecteur cinématographique dans les salles de spectacle modernes.*
- Notre poste d'écoute . . . . . S. et V. . . . . 219
- La France met en service la station de radiodiffusion la plus puissante du monde . . . . . Pierre Laroche . . . . . 223
- Mitrailleuses et canons automatiques pour la défense antiaérienne . . . . . Camille Rougeron. . . . . 227
- Mitrailleuses jumelées et canons à pointage et tir automatiques sont indispensables pour défendre efficacement les objectifs civils et militaires contre les bombardements à basse altitude.*
- Les grands mathématiciens . . . . . Marcel Boll. . . . . 235
- De l'appareillage le plus simple aux machines les plus complexes, chacun peut construire en réduction tout le matériel électromécanique. . . . . J. Bodet . . . . . 238
- Les « A coté » de la science . . . . . V. Rubor. . . . . XVII

Sur les lignes de l'Atlantique-Sud, la concurrence entre les grandes nations maritimes (France, Angleterre, Allemagne, Italie, Pays-Bas) est aussi âpre que sur l'Atlantique-Nord. Le paquebot « Pasteur » qui va entrer en service, d'un déplacement de 26 500 tonnes, doit relever, sur cette route commerciale de toute première importance, le prestige de notre pavillon. La couverture de ce numéro représente, par anticipation, l'entrée du « Pasteur » dans la baie de Rio de Janeiro. (Voir, page 161 de ce numéro, la description de cette nouvelle unité qui réunit les derniers perfectionnements de la technique des constructions navales.)



VOICI, PHOTOGRAPHIÉ AU COURS DE SES ESSAIS DE VITESSE QUI ONT EU LIEU AU LARGE DE BREST, LE NOUVEAU PAQUEBOT « PASTEUR » DE 26 500 T, LONG DE 212 M, D'UNE PUISSANCE DE 50 000 CH. IL ENTRERA EN SERVICE LE 14 SEPTEMBRE 1939, SUR LA LIGNE DE L'AMÉRIQUE DU SUD (BORDEAUX-BUENOS AIRES) ET DOIT EFFECTUER LA TRAVERSÉE, A UNE VITESSE MOYENNE DE 22,5 NŒUDS

# AVEC LE PAQUEBOT « PASTEUR », LA FRANCE POSSÈDE MAINTENANT L'UNITÉ LA PLUS MODERNE SUR L'ATLANTIQUE-SUD

Par H. PELLE DES FORGES

*Le 14 septembre prochain, la France mettra en service sur la ligne Bordeaux-Amérique du Sud la plus moderne des unités de sa marine marchande : le Pasteur. Ce paquebot, long de 212 m, déplaçant 26 500 t, disposera d'une puissance de l'ordre de 50 000 ch et traversera l'Atlantique-Sud, avec 740 passagers, à une vitesse moyenne de l'ordre de 22,5 nœuds. Mettant en œuvre toutes les améliorations techniques qu'a suggérées — toutes proportions gardées — l'expérience de la Normandie (1), et aussi tous les perfectionnements acquis au cours de ces dernières années dans la fabrication des matériaux légers et incombustibles, le Pasteur présente, si l'on peut dire, une véritable synthèse des progrès les plus récents dans l'art des constructions navales (charpente, dessin de la coque, chaudières et turbines, transmissions électriques, défense contre l'incendie, etc.). Avec lui, la France va pouvoir désormais reprendre la place qui lui appartenait sur une des lignes de navigation les plus importantes du monde, celle qui unit l'ancien continent aux « jeunes » républiques sud-américaines et où la concurrence des grandes nations maritimes (Angleterre, Italie, Allemagne, Pays-Bas) se fait aujourd'hui la plus âpre.*

**P**OUR saisir la valeur de l'ensemble des progrès techniques que représente le nouveau paquebot *Pasteur* qui doit effectuer dans quelques semaines son premier voyage, son « maiden voyage », comme disent les Anglais sans qu'il nous soit possible de trouver dans notre langue un terme correspondant aussi pittoresque, il est indispensable de ne pas perdre de vue le but que s'étaient proposé les armateurs, la Compagnie Sud-Atlantique, en passant l'ordre de construction aux Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire Penhoët et la mission qu'ils destinent au nouveau paquebot de la ligne France-Amérique du Sud.

Si le ruban bleu se conquiert sur l'Atlantique-Nord, entre l'entrée de la Manche et les abords de New York, ce n'est peut-être pas dans cette partie des océans que la concurrence se fait sentir la plus ardente ; pour des raisons d'intérêt politique et économique, de propagande aussi, l'Allemagne, l'Italie, l'Angleterre et la Hollande cherchent à relier leurs ports métropolitains aux ports de l'Amérique du Sud par des paquebots rapides, luxueux et confortables, capables d'attirer la riche clientèle des Etats sud-américains. La France, qui a toujours entretenu avec ceux-ci des relations impor-

tantes, et qui a toujours mis sur cette ligne des paquebots dignes du renom qu'elle a acquis, devait, en y introduisant une nouvelle unité, éclipser les autres navires.

Le *Pasteur* est conçu pour effectuer la traversée de France en Amérique du Sud dans le temps minimum ; il est doté d'une vitesse supérieure à celle des autres paquebots, et, parti de Bordeaux, il ne fera qu'une escale brève de ravitaillement, celle de Lisbonne, pour y prendre le complément de mazout que la profondeur des passes entre Bordeaux et l'entrée dans le golfe de Gascogne ne lui permettent pas d'embarquer du premier coup pour « faire son plein » ; il pourra alors traverser l'Atlantique sans recharger ses soutes. Sa grande vitesse et son grand rayon d'action, harmonieusement combinés, constituent sa première originalité, et nous verrons comment les ingénieurs ont résolu le problème ; nous vérifierons aussi qu'un navire vraiment moderne n'est pas tant celui où un principe nouveau est mis en œuvre que celui où tous les perfectionnements déjà acquis par ailleurs sont apportés à la coque, aux machines, appareils, instruments de toutes sortes qui doivent l'équiper. Aussi pourrions-nous dire à juste titre que le progrès sur le *Pasteur* est universel, car il se révèle dans ses moindres détails.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 511.

## Le compartimentage Ponts et cloisons étanches

Avant tout, pour nous reconnaître à bord du navire, le meilleur et le plus simple moyen est de situer l'emplacement des différents locaux ou appareils du bord sur les ponts, et, partant, de connaître la dénomination de ceux-ci. Lorsqu'on se déplace du haut en bas, on rencontre successivement (fig. 2) :

*Le pont passerelle*, dont l'extrémité avant forme la passerelle de commandement ;

*Le pont des sports*, le *pont A* et le *pont B*, ce dernier dit pont de résistance, en acier à haute résistance ;

*Le pont C* et le *pont D*, ce dernier dit pont de *surimmersion*. C'est le pont auquel s'arrêtent les cloisons étanches partant des fonds, cloisons faites pour limiter l'envahissement de l'eau aux compartiments incriminés en cas d'avarie, brèche par collision ou autre cause.

Au-dessus du pont de *surimmersion*, les cloisons étanches sont prolongées par des cloisons d'incendie ; autrement dit, les cloisons étanches servent de cloisons d'incendie au-dessous du pont de *surimmersion*.

Nous trouvons ensuite les *ponts E, F et G* ; ce dernier est un pont incomplet ; il comprend une partie avant située entre la cloison avant de la chaufferie avant et l'étrave et une partie arrière comprise entre la cloison arrière de la chaufferie arrière et l'arrière ; cette partie du pont est presque exclusivement réservée au garage pour les automobiles transportées à bord.

Si les ponts divisent le navire en tranches horizontales, des cloisons perpendiculaires à son axe longitudinal le divisent en tranches transversales. Cette division a un double but : limiter l'envahissement de l'eau en cas de voie d'eau, arrêter la propagation du feu en cas d'incendie. Le *Pasteur* se trouve ainsi compartimenté en douze tranches étanches et six tranches principales d'incendie.

Un double fond et une double coque comprenant les ballasts d'eau et des soutes à mazout d'où ces liquides peuvent être chassés, complètent le dispositif de lutte contre les voies d'eau.

## Le problème de la stabilité

La stabilité du *Pasteur* obligeait à résoudre deux problèmes particuliers, en raison même des conditions de son exploitation, que nous avons mentionnées plus haut.

D'une part, en effet, la longue traversée sans escale obligeait à une grande consommation de mazout, ce qui diminuait, dans une grande proportion, les poids embarqués dans les fonds, et aurait pu déterminer, s'il n'y avait été porté remède, une forte variation de stabilité.

D'autre part, il ne fallait pas perdre de vue que, lors de la remontée à Bordeaux ou lors de la descente de ce port, le tirant d'eau

devait être réduit, la carène déjaugée de 1 mètre environ, et cependant le navire devait rester stable et « manœuvrant ».

On sait que pour qu'un navire de surface soit stable, c'est-à-dire qu'écarté de sa position initiale il tende à y revenir, il n'est pas nécessaire que son centre de gravité se trouve situé au-dessous du point auquel il se trouve

en réalité suspendu, le centre de gravité du volume d'eau déplacé par la carène immergée, dit « centre de poussée ». Il suffit que le centre de gravité du navire reste au-dessous d'un point qu'on appelle *métacentre* et les architectes navals chiffrent la stabilité par la distance de ces deux points qu'ils appellent le « rô moins a ».

Le « rô moins a » atteint et dépasse 3 mètres sur certains navires de guerre allemands de 35 000 tonnes, c'est une nécessité d'ordre militaire qui impose cette valeur relativement élevée ; le navire de guerre, incliné par une force quelconque mais non permanente, se relève rapidement et énergiquement ; ce redressement n'irait pas sans gêne considérable pour les passagers d'un paquebot, dont on ne peut exiger qu'ils soient des marins consommés. Aussi, sur le *Pasteur* et par souci du confort, a-t-on donné au fameux « rô moins a » une valeur de 5 cm seulement, qui laisse au navire des roulis et des rappels doux.

Cette précaution d'ordre commercial prise, il reste que le navire brûlant son mazout

Longueur hors tout.....	212 m
Largeur maximum à la flottaison.....	26,80 m
Largeur à l'encorbellement.....	27,50 m
Creux sur quille au pont supérieur.....	14,57 m
Tonnage brut officiel (environ)....	30 000 tx
Tonnage net.....	29 253 tx
Déplacement moyen en service..	26 500 tx
Tirant d'eau maximum.....	9,30 m
Puissance.....	50 000 ch
Vitesse normale de route.....	22,5 n
Nombre de chaudières.....	10
Nombre de machines.....	4
Nombre d'hélices.....	4

LES CARACTÉRISTIQUES DU « PASTEUR »

perd chaque jour du poids (1) ; il risquerait donc de voir peu à peu sa stabilité diminuée ; il risquerait même de prendre de la gîte et sa manœuvre deviendrait difficile dans les ports.

Les Allemands avaient pensé résoudre ce problème sur certains de leurs navires en donnant à ceux-ci des formes de coque spéciales ; au fur et à mesure que le navire émergeait, sa surface de flottaison augmentait ; il

Dans l'établissement du projet du paquebot, il a fallu également tenir compte de la remontée à Bordeaux ; le navire doit être allégé, mais il lui faut tout de même posséder à bord un minimum indispensable de mazout et d'eau tout en conservant une valeur suffisante pour la stabilité ; on a donc dû considérer dans la répartition des poids ce déjaugeage occasionnel du paquebot.

Nous allons trouver, en examinant le mode

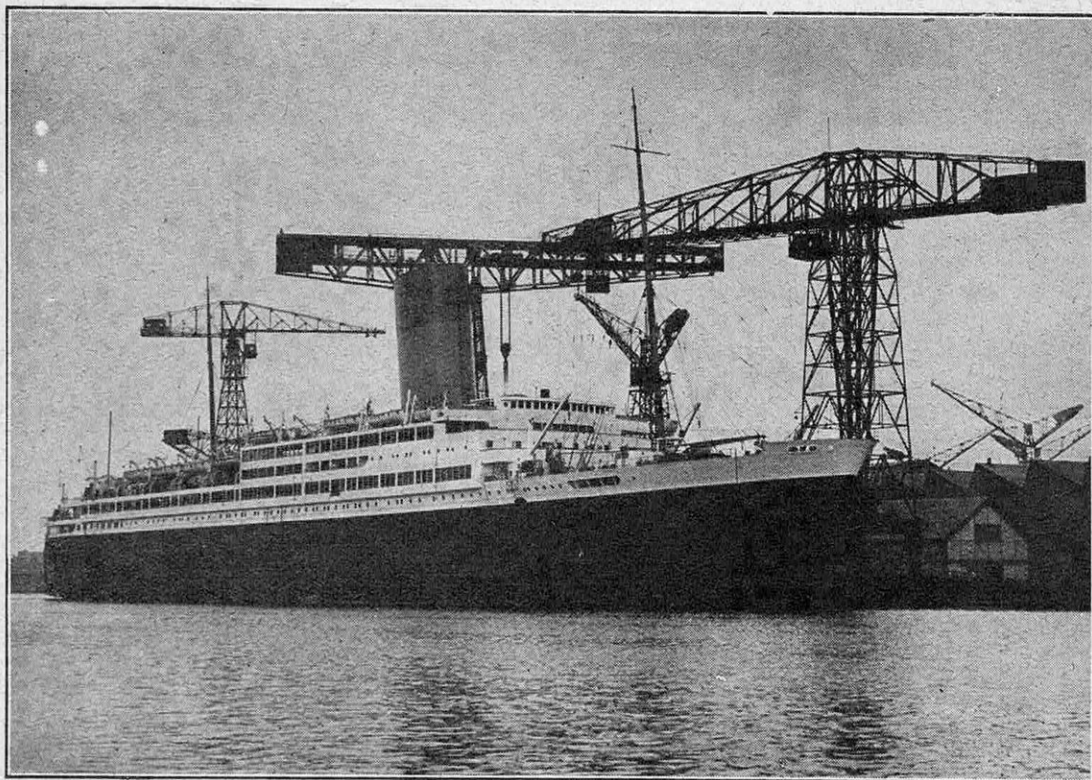


FIG. 1. — LE « PASTEUR » SOUS LES GRUES D'ACHÈVEMENT A FLOT DANS LE BASSIN DES CHANTIERS DE CONSTRUCTIONS NAVALES DE SAINT-NAZAIRE

*On remarquera la forme spéciale de l'avant, dotée d'un fort dévers, pour écarter les embruns et paquets de mer, et sa cheminée unique, si caractéristique.*

en résultait un accroissement de la stabilité qui compensait la perte précédente. Cette solution a ses désavantages qu'on ne peut admettre sur un paquebot du type *Pasteur*, complication de la construction, restriction des ponts de cabines, etc.

Pour le *Pasteur*, on a préféré remplacer au fur et à mesure le poids de mazout consommé par l'embarquement, dans les nombreux ballasts dont il est muni, d'un poids d'eau de mer sinon égal, du moins suffisant pour rétablir la stabilité.

(1) La capacité des soutes à mazout et des ballasts à eau est voisine de 9 000 m<sup>3</sup> dont les deux tiers pour le mazout et un tiers pour l'eau.

de construction du paquebot, que l'on s'est efforcé, en effet, de diminuer les poids dans les superstructures ; on a ainsi réalisé non seulement un gain de flottabilité, mais également de stabilité.

### La construction

Bien que le *Pasteur* soit officiellement construit dans le système transversal (1), il importe de tenir compte des très impor-

(1) Dans la construction navale on distingue le système longitudinal, dans lequel la rigidité de la coque est fondée sur les pièces longitudinales (lisses, etc.), le système transversal, dans lequel elle est fondée sur les pièces transversales (coupes), et le système mixte, combinaison des deux autres.

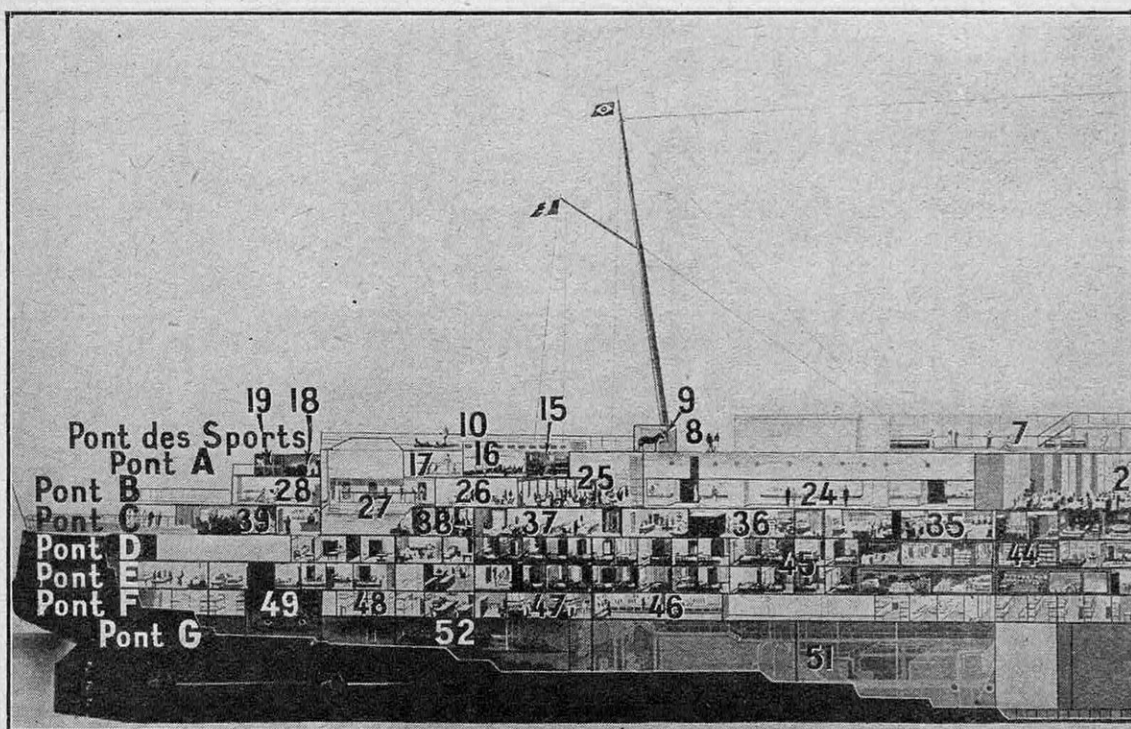


FIG. 2. — VUE D'ENSEMBLE EN COUPE DU « PASTEUR » DE 26 500 T MONTRANT LES Pont passerelle : 1, *timonerie* ; 2, *chambre de veille* ; 3, *bureau du commandant* ; 4, *poste de T. S. F. des premières classes* ; 9, *écurie* ; 10, *terrasse des bains de soleil*. — Pont A : 11, *dynamo de secours* ; de T. S. F. principal ; 16, *salle à manger des enfants* ; 17, *salle de jeux des enfants* ; 18, *machinerie* ; 22, *galerie bibliothèque* ; 23, *salle à manger des premières classes* ; 24, *pont promenade et vitrines* — Pont C : 29, *machinerie des cabestans* ; 30, *promenade couverte, hall salon des troisièmes classes* ; 31, *salle chambre* ; 35, *cuisine des passagers de première et deuxième classe* ; 36, *pâtisserie-boulangerie* ; 37, *salle* Pont D : 40, *cabines de troisième classe* ; 41, *salle à manger des troisièmes classes* ; 42, *office cuisine des de deuxième classe*. — Ponts E, F, G et fonds : 46, *tableaux électriques* ; 47, *cuisines* ; 48, *logements de*

tantes liaisons longitudinales qui existent, et, notamment, des puissants renforts longitudinaux à l'avant et à l'arrière ; à l'avant, ils assurent la solidité de cette partie du navire non seulement dans la navigation courante, mais encore dans le tangage au moment où l'avant fatigue davantage, et ils contribuent avec la cloison pare-choc (1) à assurer la sécurité du navire en cas d'abordage ; à l'arrière, ils donnent aux formes du navire une rigidité supplémentaire, d'où diminution des chances de vibrations et de propagation des vibrations, et possibilité de mieux asseoir les hélices, de les disposer dans une position plus favorable à la non production de vibrations et au meilleur rendement propulsif.

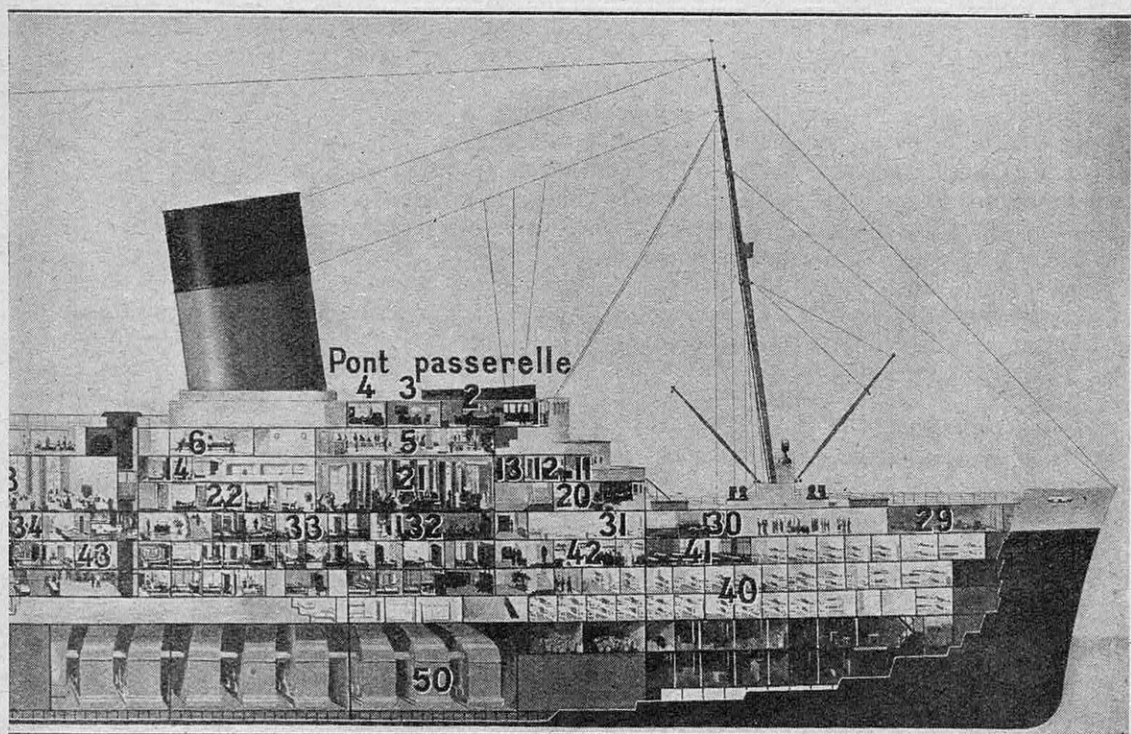
En outre, l'épontillage des ponts a été prévu de telle sorte que les épontilles des

différents ponts se trouvent exactement au-dessous les uns des autres ; on a, par toutes ces dispositions, visé à faire du *Pasteur* une véritable poutre longitudinale.

On se rappelle cependant l'accident du *Majestic*, le grand transatlantique allemand, dont les ponts supérieurs se fendirent dans un coup de tangage. Cette avarie était due au fait que, lorsqu'un paquebot de 300 mètres de long aborde une lame de longueur comparable, il arrive un moment où l'avant est en porte à faux ; peu après, c'est le tour de l'arrière, et les ponts éloignés du pont de résistance du navire subissent ainsi des efforts anormaux de traction et de flexion.

Pour éviter de tels risques de rupture, les Chantiers et Ateliers de Penhoët ont imaginé des joints glissants ; les ponts supérieurs sont coupés suivant deux transversales, ce qui permet un certain jeu, de l'ordre de 5 cm, entre leurs trois parties (partie avant, partie centrale et partie arrière).

(1) Le *Pasteur* possède à l'avant une cloison de choc qui, dans cette partie déjà renforcée au point de vue construction, doit limiter l'invasissement d'eau en cas d'abordage.



PRINCIPAUX AMÉNAGEMENTS DU NOUVEAU PAQUEBOT DE LA LIGNE SUD-ATLANTIQUE :

de secours. — Pont des sports : 5, le club ; 6, salle de ping-pong ; 7, tennis ; 8, promenade découverte ; 12, imprimerie ; 13, cabine cinématographique ; 14, cabine de première classe avec terrasse ; 15, poste du monte-charge pour automobiles ; 19, chenil. — Pont B : 20, bagages ; 21, salon des premières classes ; 25, fumoir des premières classes ; 26, café terrasse ; 27, piscine ; 28, salle de mécanothérapie. — Pont C : 31, 32, 33, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52.

### L'allégement

Les ponts du *Pasteur* ont été construits de façon à économiser sur la quantité de matériaux employés sans pour cela nuire le moins du monde à la solidité.

Chaque fois qu'on l'a pu, on a fait appel à des revêtements légers, on a réalisé en particulier et tout spécialement un ciment de pierre ponce, recouvert lui-même d'une couche de ciment ordinaire dont l'économie de poids se chiffre par plusieurs dizaines de tonnes pour tout le navire. Les ponts des passavants, promenades, etc., ont été recouverts de liège surcomprimé à haute température, qui offre l'avantage d'avoir perdu toutes ses parties combustibles et d'être imputrescible.

L'économie de poids a été recherchée dans tous les domaines, principalement dans les « hauts » et les superstructures, dans le but de gagner non seulement sur le poids total, mais aussi d'augmenter la stabilité. Il serait

trop long et certainement fastidieux d'entrer dans le détail, notons seulement l'emploi d'acier à haute résistance et l'extension de la soudure électrique (la coque proprement dite a été rivetée, mais sur les ponts tous les abouts de tôle ont été soudés).

### Vannes et portes étanches

Le compartimentage ayant été réalisé ainsi que nous l'avons dit, nous allons rencontrer maintenant une innovation importante, dont les usagers eux-mêmes ne se douteront pas. Il semble évident au passager que l'eau de toilette de sa cabine puisse descendre directement à la mer. Ce système n'est pas sans présenter d'inconvénient, comme on l'a vu lors de récents naufrages ; l'eau, en effet, embarque à bord par ces tuyautages et lorsque le navire a commencé à prendre de l'inclinaison, celle-ci augmente dangereusement jusqu'au chavirement. Tandis que sur le *Paris* il existait ainsi 200 « dalots » d'évacuation à la mer, sur le

*Pasteur* il y en a tout juste une demi-douzaine ; en réalité, toutes les évacuations d'eaux usées se font dans un collecteur et des puisards, d'où l'eau est rejetée pneumatiquement à la mer ; les orifices d'accès à la mer sont fermés par des soupapes (vannes Morin) qui peuvent être manœuvrées du pont supérieur ; en cas d'incident, tandis qu'on ne peut songer à fermer rapidement 200 ouvertures comme sur les paquebots anciens, il devient aisé, à bord du *Pasteur*, de fermer ces quelques soupapes ; elles sont d'ailleurs commandées hydrauliquement de la passerelle, de la même façon que les portes étanches.

Celles-ci sont destinées à fermer d'une façon parfaite les cloisons principales en cas d'avarie. A bord du *Pasteur*, il y en a 48 réparties entre les trois ponts *E*, *F* et *G*. Pour rendre la manœuvre rapide et simultanée, une centrale munie de compresseurs d'air et de pompes permet d'emmagasiner de l'huile sous pression dans les réservoirs au-dessus du pont de surimmersion à la partie haute du puits des machines. Par ailleurs, il existe des pompes à main qui permettent, le cas échéant, une manœuvre de secours.

Comme la manœuvre immédiate et directe de la passerelle risquerait d'enfermer dans les tranches le personnel qui, pour une raison ou une autre, n'aurait pas eu le temps d'en sortir, il se trouve auprès de chaque porte étanche une commande simplifiée. Quiconque veut ouvrir une porte étanche pour la franchir agit sur la poignée d'une tringle à hauteur d'épaule, la porte s'ouvre et reste ouverte tant que l'on agit sur la poignée, elle se referme automatiquement dès qu'on lâche la poignée.

Parmi toutes ces portes, il en est une qui mérite une mention spéciale : c'est celle du garage automobile qui s'étend sur deux tranches ; la cloison séparant ces tranches est dotée d'une ouverture donnant passage aux voitures et qui est fermée par une porte étanche dont les dimensions sont de 2,20 m × 2,20 m. C'est la plus large porte étanche qui ait jamais été installée à bord d'un navire.

### La lutte contre l'incendie

Le compartimentage contre les voies d'eau sert vraiment de base au compartimentage contre l'incendie. En fait, les cloisons étanches situées au-dessous du pont de résistance sont prolongées au-dessus par les cloisons principales d'incendie, du type A ; entre deux cloisons principales a été installée

une cloison supplémentaire d'incendie dite du type B, de sorte qu'il existe au total douze tranches d'incendie, séparées chacune de ses voisines par des cloisons pare-feu, constituées par des éléments métalliques avec feuilles d'amiante, laine de scorie et panneaux contre-plaqués ignifugés.

Les ouvertures de communication dans les cloisons sont fermées respectivement par des portes type A ou des portes type B correspondant aux cloisons ; ces deux genres de portes, constituées en principe de la même façon, c'est-à-dire en bois avec un plan de laine de scorie à l'intérieur, diffèrent par leur épaisseur, et partant par leur résistance, à la propagation de l'incendie ; pour les portes et les cloisons *A*, la température de 815° étant atteinte d'un côté, la température de l'autre côté ne doit pas s'élever à plus de 150° au bout d'une heure ; pour les portes et les cloisons *B*, le délai est réduit à une demi-heure. Les portes type *A* se ferment et isolent définitivement la tranche ; quant aux portes type *B*, certaines sont battantes, oscillant dans les deux sens autour de leurs gonds, mais se referment automatiquement ; celles qui se ferment sont munies d'un regard en verre spécial (électro-verre), permettant de voir ce qui se passe à l'intérieur du local. Chaque tranche principale possède ses moyens propres de lutte contre l'incendie.

Dans le sens vertical, les communications se font par un puits contenant ascenseurs et escaliers et qui est isolé de façon à satisfaire aux conditions prévues pour les cloisons type *B*.

On se souvient encore que lors de l'incendie du paquebot *Atlantique*, des hommes qui avaient pris l'ascenseur s'y trouvèrent prisonniers lorsque le courant vint à manquer. A bord du *Pasteur*, semblable incident est impossible ; en cas d'incendie dans la tranche où fonctionne un ascenseur, le *liftman* est averti par un signal lumineux — que lui seul connaît — que le courant principal se trouve coupé et que le moteur de l'ascenseur est alimenté par un circuit de secours ; il peut donc déposer ses voyageurs à destination convenable. La cage de l'ascenseur obture elle-même le puits et évite tout courant d'air vertical, supprimant ainsi l'effet de cheminée.

Si importante que soit cette disposition générale dans la lutte contre le feu, elle gagnera considérablement en efficacité si la surveillance exercée permet de déceler immédiatement le moindre commencement d'incendie. Deux moyens sont employés dans



ce but : tout d'abord, partout où cela est possible, un service de rondes assure une surveillance directe ; en second lieu, lorsque cela n'est pas possible, ou entraînerait des inconvénients sérieux, par exemple l'ouverture trop fréquente de locaux (et il en est ainsi des locaux non habités ou des locaux dans lesquels le personnel n'a aucune raison de se rendre couramment) un système spécial de surveillance à distance a été créé.

Le principe est d'aspirer dans chacun de ces locaux, par un tuyautage qui vient déboucher sur un tableau de la passerelle, une émission de fumée qui donne l'alerte.

A cette surveillance à distance correspond aussi un dispositif d'extinction à distance ; de l'armoire contenant la commande d'extincteur on peut envoyer directement du gaz carbonique, contenu sous pression dans une batterie de bouteilles, au compartiment incriminé.

### La ventilation

L'organisation de la ventilation est liée directement à l'organisation de la lutte contre l'incendie et elle se fait par tranche d'incendie, de telle sorte qu'en cas d'incendie dans une tranche seule, la ventilation de cette tranche doive et puisse être stoppée.

Il y a mieux : pour éviter que les conduits de ventilation ne deviennent de réelles cheminées d'incendie, le règlement français a prévu que des clapets automatiques seraient disposés sur les circuits de ventilation ; les armateurs et les constructeurs

du *Pasteur* sont allés plus loin encore et ont eu recours à un système de vannes automatiques d'incendie. Chaque conduit de ventilation est muni d'une de ces vannes obturantes et hermétiques qui ne s'ouvrent que lorsque les ventilateurs sont mis en marche, et se ferment d'elles-mêmes lorsqu'ils s'arrêtent. Cette installation d'ouverture et de fermeture automatiques des vannes de ventilation a coûté quelque 800 000 francs.

### Chaudière et chaudières

Maintenant que nous connaissons les qualités générales de notre navire, le moment est venu d'examiner son appareil propulseur. Pour

donner à ce paquebot de 30 000 t la vitesse de croisière de 22,5 nœuds environ prévue, il a fallu lui donner une puissance qui, pour n'être pas égale à celle de *Normandie*, supertransatlantique de 83 000 t et de 30 nœuds passés, atteint cependant 50 000 ch et le place en tête de tous les navires qui exploitent la ligne de l'Amérique du Sud.

La première question à laquelle il faut

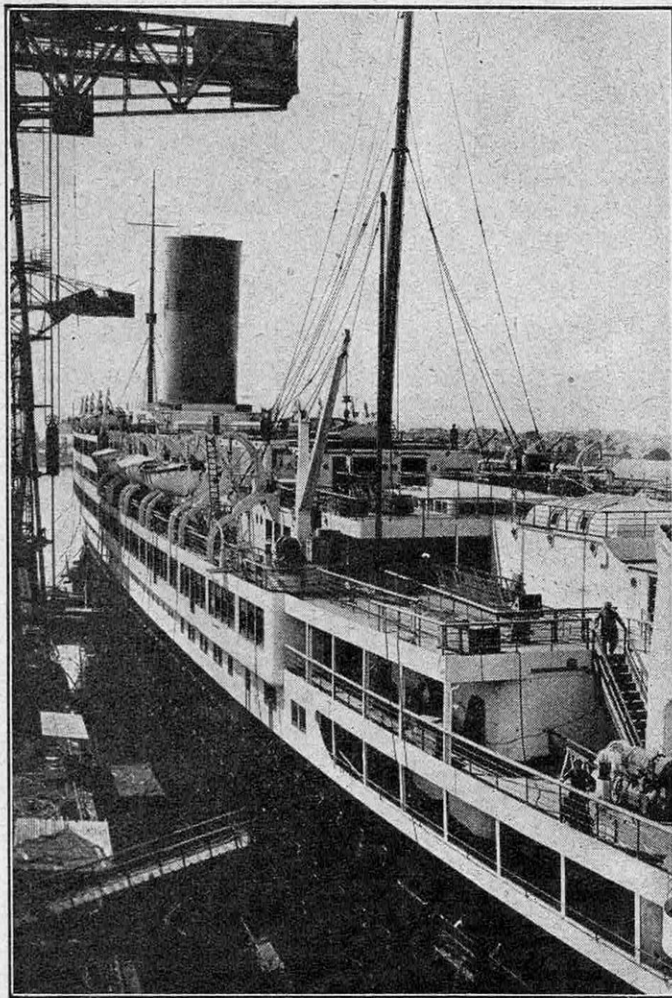


FIG. 3. — LES SUPERSTRUCTURES DU « PASTEUR »  
VUES DE L'ARRIÈRE

*Pour la navigation sous les tropiques, le navire possède de vastes ponts très aérés : le pont passerelle et le pont des sports. On distingue sur les deux bords la série de bossoirs pour la mise en dehors rapide des embarcations de sauvetage.*

répondre, parce que les passagers ne manqueront pas de la poser, en apercevant la cheminée du *Pasteur* dominer de toutes ses importantes dimensions la masse du navire est : pourquoi n'y en a-t-il qu'une ? La réponse est simple : parce qu'il n'était pas nécessaire d'en ajouter une seconde. Elle ne satisfera cependant personne et quelques explications sont nécessaires.

A bord des navires ornés de plusieurs cheminées apparentes, il est bien rare que l'une d'elles ne soit pas fausse, qu'elle ne soit là que pour satisfaire le sens artistique de l'auteur des plans. La *Normandie* elle-même n'échappe pas à cette règle, et de la troisième cheminée ne sortent ni fumée ni gaz de chaudière ; elle sert à l'évacuation de l'air vicié.

L'unique cheminée suffisante pour les besoins de la chauffe présente des avantages réels ; pour une même section de débit des gaz provenant de la combustion, elle demande moins de métal que deux cheminées, elle représente une économie de poids, donc un allègement, et du fait qu'elle est située dans les hauts, cette économie de poids correspond à une augmentation de la stabilité.

C'est dans cette cheminée qu'aboutissent les conduits de fumée des trois chaufferies du *Pasteur* qui occupent chacune un compartiment transversal complet. Elles contiennent, la chaufferie avant et la chaufferie centrale, 4 chaudières chacune ; la chaufferie arrière, 2 chaudières. Il n'y a pas de chaudière auxiliaire pour fournir la vapeur saturée aux différents organes qui ne consomment que celle-ci, et c'est là une des originalités du *Pasteur*, un progrès sur les plus grands paquebots qui l'ont précédé.

Pour les services qui n'utilisent que la vapeur saturée, service de la coque, des salles de bain, de la buanderie, des cuisines, etc., et même pour le réchauffage du mazout à 80° ou 100° avant son introduction dans les brûleurs, on détend la vapeur à haute pression et à haute température.

Le timbre de fonctionnement des chaudières du *Pasteur* a été fixé à 31 kg/cm<sup>2</sup>. Certains pourront trouver que cette valeur est modeste comparée aux 225 kg/cm<sup>2</sup> de l'*Ubermarck* ou même aux 96 kg/cm<sup>2</sup> des paquebots allemands type *Potsdam* (1). A ce propos, nous ferons remarquer que si, effectivement, lorsque l'*Ubermarck* fut construit, en 1930, son timbre fut aussi élevé, l'expérience a conduit à le transformer et à le doter d'une chaudière timbrée à 50 kg/cm<sup>2</sup> seulement ; nous savons aussi

que les premières chaudières timbrées à une centaine de kg/cm<sup>2</sup> et embarquées à bord ont dû donner, au début tout au moins, quelques ennuis.

S'il n'est pas douteux que nous devons nous attendre à voir le timbre des chaudières de paquebots s'élever et atteindre sur les prochains 70 kg/cm<sup>2</sup>, lorsqu'il s'agira de réaliser avant tout une économie de poids et d'encombrement, il n'est pas moins vrai que lorsqu'on dispose, comme c'est le cas sur le *Pasteur*, d'une place suffisante dans les fonds, et puisque tout poids qui y est embarqué ne diminue pas la stabilité, bien au contraire, on a intérêt à choisir le timbre qui répond au meilleur rendement de la vapeur, c'est-à-dire celui pour lequel la quantité de chaleur transportée par un kilogramme de vapeur et transformable en travail soit maximum. D'ailleurs, aujourd'hui, le timbre des chaudières du *Pasteur* est le timbre maximum atteint par des chaudières de navires marchands français. Les tubes des chaudières du *Pasteur* mis bout à bout auraient une longueur de 60 kilomètres ; si l'on ajoutait ceux des surchauffeurs et ceux des réchauffeurs d'air, on obtiendrait un total de 90 kilomètres.

### Ravitaillement en eau

Pour alimenter en eau des chaudières dont la vapeur produit sur les arbres porte-hélices une puissance de 50 000 ch, pour satisfaire aux besoins normaux de 740 passagers et de 500 hommes d'équipage, il faut qu'on dispose à bord d'un approvisionnement important ou d'une source à grand débit.

A bord du *Pasteur*, une installation complète de bouilleurs est capable de produire 400 tonnes d'eau douce par jour ; mais ce qui constitue véritablement l'originalité en cette matière du nouveau paquebot de la ligne d'Atlantique Sud, c'est que les chaudières sont exclusivement alimentées par les bouilleurs ; pareille disposition n'existe encore sur aucun de nos grands paquebots. Pour le plus moderne d'entre eux, on a admis qu'il pouvait y avoir à bord deux sortes de chaudières, des chaudières quasi bonnes à toute eau, chaudières du type ancien dit cylindrique, et la vapeur qui en sortait, qui pouvait donc être considérée comme « douce », allait travailler, se condenser, enfin alimenter les chaudières à petits tubes qui n'admettent pas ce que l'être humain supporte ou même apprécie, une eau qui contienne des sels et de l'oxygène. L'eau sortant des bouilleurs du *Pasteur* ne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 220, page 317.

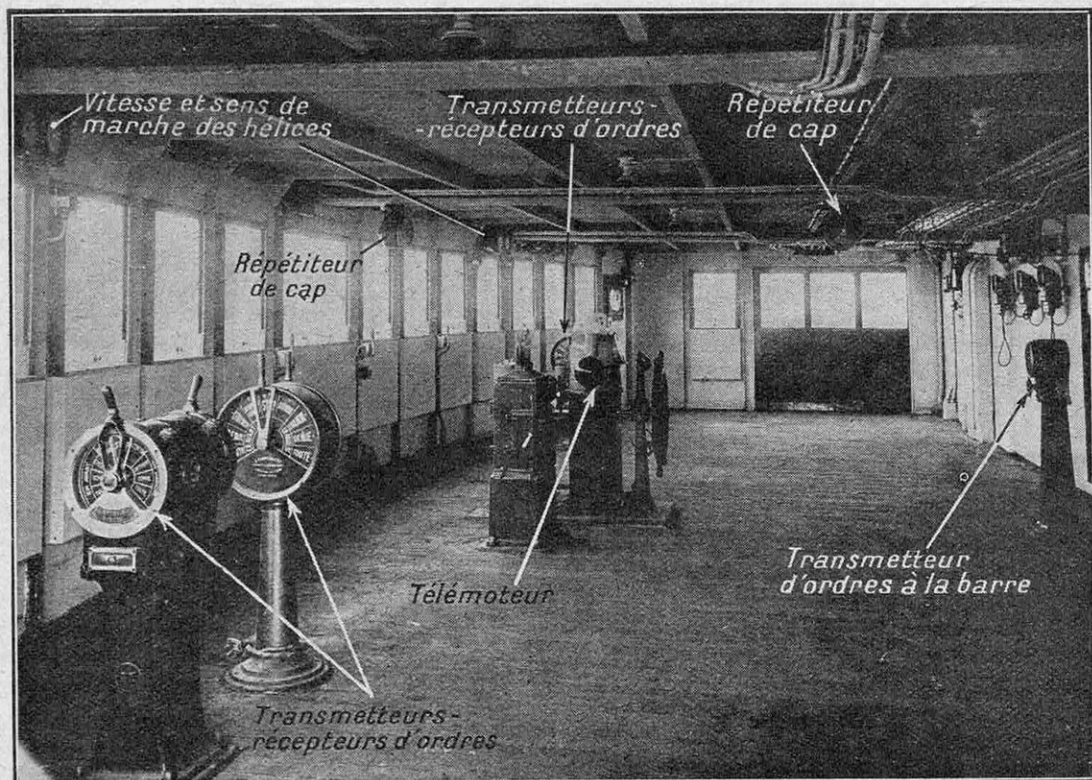
contient pas plus de 1 à 2 milligrammes de sels par litre.

L'installation comprend deux groupes de bouilleurs, de deux bouilleurs chacun, qui ont pour caractéristique principale de pouvoir se passer des lessivages des anciens bouilleurs, dont les serpentins se couvraient de sel. Dans ce but, l'eau de mer introduite dans les bouilleurs est évacuée avant que

chaudières du *Pasteur*, le reste allant aux auxiliaires (13 %) (groupes électrogènes, pompes alimentaires, pompes de circulation) et aux services coque (6 %).

Les turbines sont au nombre de quatre entraînant chacune un arbre porte-hélice.

Chaque turbine complète comprend une turbine haute pression qui reçoit la vapeur à 25 kg/cm<sup>2</sup>, une turbine moyenne pression



(Saint-Chamond-G. anat.)

FIG. 4. — VUE GÉNÉRALE DE LA PASSERELLE DU « PASTEUR » OU SONT RASSEMBLÉS LES ORGANES DE TRANSMISSION D'ORDRES A LA BARRE ET AUX MACHINES

De chaque bord est installé un appareil électrique de transmission d'ordres aux machines, doublé d'un appareil mécanique ; au centre, le compas gyroscopique, doublé d'un compas magnétique, d'après lequel le timonier commande la barre à distance. En cas d'avarie du moteur actionnant le gouvernail, on peut manœuvrer la barre à bras ; un appareil spécial transmetteur d'ordres est prévu à cet effet le long de la cloison arrière de la passerelle (voir figure 5).

sa concentration n'atteigne une certaine valeur fixée à l'avance ; ce procédé entraîne bien une légère perte de chaleur, mais la dépense est compensée par l'économie de main-d'œuvre et de démontage nécessaires. Enfin, une solution étendue d'acide chlorhydrique suffit à nettoyer parfaitement le bouilleur lorsqu'il a fonctionné pendant une longue durée.

### Turbines et hélices

Les turbines de propulsion absorbent la plus grande partie (81 %) de la puissance des

qui la reçoit à 8 kg/cm<sup>2</sup>, enfin une turbine basse pression qui la reçoit à 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Chaque turbine entraîne un pignon dans le prolongement de son axe lié par accouplement élastique, prévu non pour corriger une erreur de lignage, mais pour tenir compte de la dilatation de l'axe sous l'effet de la chaleur ; cet accouplement élastique construit par les Ateliers et Chantiers de Penhoët permet un certain glissement parallèlement à l'axe.

Les turbines sont munies d'engrenages réducteurs hélicoïdaux dont la taille est faite

avec une machine de haute précision.

Le *Pasteur* a quatre arbres porte-hélices et quatre hélices. Le tracé des hélices a été fait suivant la méthode de l'ingénieur du Génie Maritime Brard, déjà appliquée aux hélices les plus récentes de la *Normandie* (1), et considérée actuellement comme confidentielle. Le *Pasteur* possède un jeu d'hélices de rechange, hélices type Stone.

### Le service électrique

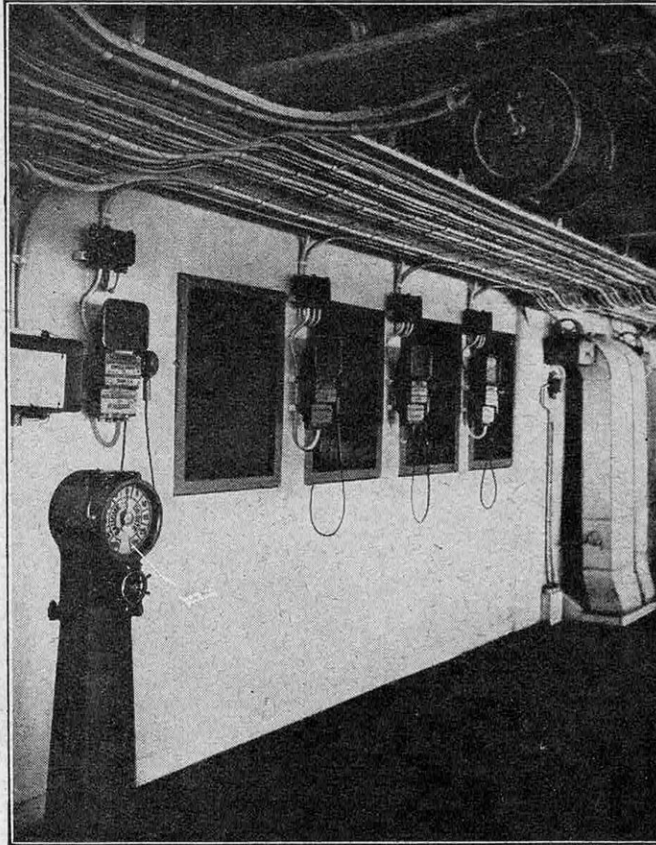
L'électricité à bord du *Pasteur* est produite, pour le courant principal, par 3 génératrices de 1 100 kilowatts chacune (pouvant même fournir 1 375 kilowatts pendant deux heures), la distribution se fait par tranches (12 tranches d'éclairage et 6 tranches de force). Si un incendie se déclare dans une tranche, un électricien de service coupe immédiatement le courant du circuit forcé de cette tranche et en passe l'éclairage sur un circuit alimenté par une source indépendante ; il rend ainsi la tranche en état d'alerte indépendante au point de vue électrique.

Deux groupes électrogènes à moteurs Diesel, situés au-dessus du pont de surimersion, assurent cette alimentation de secours, et, d'une façon plus générale, tous les services électriques de secours : éclairage de la tranche en alerte, éclairage des différents passages, du pont d'embarcation, alimentation des groupes des postes de T. S. F., klaxons d'alarme, pompes à incendie, feux, signaux, protecteurs, éclairage

de la mise à l'eau des embarcations, treuils d'embarcation, etc.

Enfin, on a voulu que certains circuits puissent fonctionner même si un incendie faisait rage et l'on a employé pour cela 40 tonnes de conducteurs et câbles de construction spéciale qui peuvent résister à tout incendie. Tous les circuits de secours et de sécurité en particulier sont constitués par ce genre de conducteurs.

Le principe de construction de ces câbles et conducteurs consiste à remplacer les isolants ordinaires par un isolant qui ait deux propriétés : la première d'être réellement incombustible, la seconde d'avoir une conductibilité thermique aussi grande que possible. Dans ce but les conducteurs et câbles considérés comportent un ou plusieurs fils intérieurs isolés, tant entre eux que par rapport à un tube formant gaine métallique extérieure, par un isolant réfractaire spécial, à base de magnésie, étirable et laminable.



(Saint-Chamond-Granat.)

FIG. 5. — TRANSMETTEUR D'ORDRES POUR LA COMMANDE DE LA BARRE A BRAS

*Une roue à bras réduite est placée sous le cadran portant les indications d'ordre.*

Du point de vue mécanique, ce système d'isolant jouit à la fois de flexibilité, ce qui permet de faire suivre à ces câbles tous les contours sans risque de rupture, et de rigidité, le câble et son isolant restant identiques à eux-mêmes après pose. Au point de vue électrique, une épaisseur d'isolant de 1,5 mm correspond à une tension de service de 200 à 500 volts, la tension d'essai de réception pouvant être fixée entre 2 000 et 2 500 volts ; une épaisseur de 3 mm correspond à une tension de service de 2 000 volts.

Enfin, en ce qui concerne l'incombusti-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 98.

bilité, la température à laquelle peuvent être soumis les câbles sans danger pour leur propre tenue a pour seule limite la température de fusion des métaux constituant l'enveloppe et l'âme, c'est-à-dire que leur endurance au feu est pratiquement assurée. L'isolant, étant constitué par un oxyde métallique stable, n'a aucune tendance à se détériorer sous l'action d'une température élevée. Par ailleurs, avec cet isolant magnésien on constate, à l'inverse de ce qui se passe avec les autres isolants en général, que plus l'isolement électrique est élevé, plus la conductibilité thermique est grande, aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens radial. Nulle part sur le conducteur ne peut se former un point « chaud », la chaleur s'écoule vers les sections voisines ; de même la chaleur développée par effet Joule est rayonnée par la gaine ; les mesures ont montré qu'aux régimes les plus poussés la différence de température entre l'âme et la gaine était de quelques degrés. Ainsi, à bord sont évitées les zones restreintes d'accumulation de chaleur, qui pourraient être la cause d'incendie.

On pourra donc, à bord du *Pasteur* et grâce à l'emploi de ces câbles, assurer le passage du courant même à travers des locaux qui seraient en feu ; l'alimentation des postes de T. S. F. notamment, dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité du navire, ne serait pas interrompue par l'incendie.

## La radio

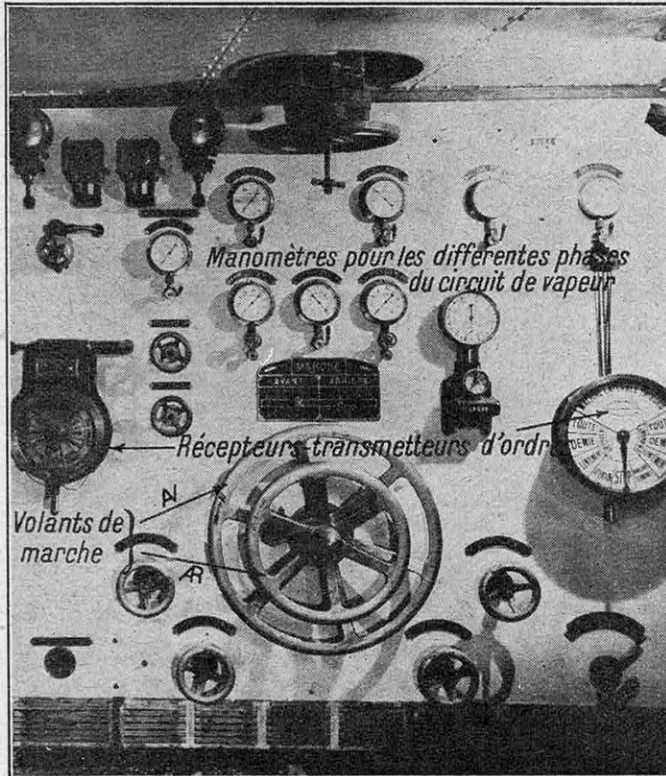
Il n'est aucun navire de 1 600 tonneaux et au-dessus qui ne soit tenu de posséder un équipement radio, mais son installation varie suivant le tonnage du navire ; le *Pasteur*, à ce point de vue, profite des expériences déjà réalisées sur de plus grands

que lui, et son équipement radioélectrique représente le maximum du progrès de la technique radioélectrique.

En outre, les armateurs et les constructeurs ont voulu obtenir une sécurité absolue et ont décidé l'embarquement de deux postes de communications radioélectriques situés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, pour que, même en cas d'incendie intéressant la partie centrale ou une des extrémités du navire, il y ait toujours un poste libre de fonctionner sans gêne. Le poste principal est situé à l'arrière, parce

que, dans cette région du bord, il a pu être plus éloigné de la cheminée et jouir de circonstances favorables pour l'émission comme pour la réception. Il comprend essentiellement un poste à ondes courtes et un poste radiotéléphonique. Il est alimenté par quatre sources : les circuits principaux du bord, le groupe électrogène avant, le groupe électrogène arrière, enfin une batterie d'accumulateurs.

Le poste radio avant est un poste de secours, émettant et recevant sur la bande 600-800 mètres.



(Saint-Chamond-Granat.)

FIG. 6. — LE TABLEAU D'ORDRES DES MACHINES

Chaque machine a son tableau central. Le mécanicien y reçoit les ordres de la passerelle, et prévient celle-ci du « bien compris » en répétant l'ordre. Sous ses yeux, l'ensemble des manomètres lui fait connaître les pressions de la vapeur sur différents points de son parcours, depuis les chaudières jusqu'au condenseur. Au centre, les deux volants de manœuvre : l'un pour la marche avant, l'autre pour la marche arrière.

### La passerelle de navigation et les transmissions

Cette installation radio est complétée par la radio de navigation, à la disposition de l'officier de quart et qui comprend un radiogoniomètre de bord.

Signalons encore comme installation électrique le compas gyroscopique type Brown, le sondeur à ultrasons Langevin-Florisson-Marty et les horloges électriques Brillié distribuant l'heure dans tout le navire.

Les transmissions comprennent des transmissions d'ordres et des transmissions de simples avis.

Les transmissions d'ordres s'effectuent de la passerelle aux machines et à la barre à bras ; les transmissions d'avis se font de la machine à la passerelle, de la barre à la passerelle, du poste de l'officier chargé de la manœuvre arrière à la passerelle.

Il existe un transmetteur d'ordres par machine, donc quatre au total. L'appareil est du système Saint-Chamond-Granat, bien connu de nos lecteurs (1) : c'est une transmission fondée sur le principe de la commande par champ tournant, système qui a trouvé sa place aussi bien à bord des navires de guerre de plusieurs marines que des navires de commerce de différentes nations.

Pour éviter toute fausse manœuvre, le *Pasteur* a été muni d'un appareil électrique indicateur de fausse manœuvre, imaginé par le constructeur même des commandes électriques, et qui est tel que si le mécanicien exécute une manœuvre dans le sens contraire à celui ordonné, une sonnerie retentit et il en est ainsi directement averti.

Quant à l'officier de quart, il va être prévenu de l'exécution de l'ordre par un appareil qui porte le nom « d'indicateur de vitesse et de sens de marche » mais que les marins, dans leur langage, désignent sous le terme plus simple et certainement non moins expressif de « mouclard ». Il apparaît sous la forme de deux cadrans circulaires placés l'un au-dessous de l'autre ; le cadran supérieur porte en son centre une petite hélice, une hélice fantôme, qui est entraînée électriquement par l'arbre porte-hélice avec une réduction de 5 à 1 ; autrement dit, cette petite hélice fera un tour quand la grande hélice à laquelle elle correspond en fera cinq, mais dès que celle-ci est en marche, la petite hélice tourne elle-même et l'officier de quart sait ainsi instantanément dans quel sens et avec quelle vitesse tourne l'arbre porte-hélice. Le cadran inférieur est gradué en

nombre de tours. C'est l'arbre porte-hélice qui, par transmission Saint-Chamond-Granat, commande et l'hélice et le compteur de tours.

La commande de la barre sur un paquebot moderne se fait par télécommande sous pression d'huile. Il en est ainsi à bord du *Pasteur*. Il faut prévoir un appareil de secours en cas d'avarie pour mouvoir le gouvernail, et c'est le rôle de la barre à bras, placée au point le plus voisin du gouvernail ; un transmetteur d'ordres d'angles de barre (0°, 5°, 10°, 15°, 25°, toute) à droite ou à gauche, installé sur la passerelle, lui transmet les indications voulues.

Enfin, que la barre soit commandée par téléMOTEUR ou à bras, il importe, comme pour les machines, que l'officier de quart soit renseigné sur l'exécution réelle de son ordre ; dans ce but, une transmission électrique lui indique, ainsi qu'au timonier qui manœuvre le téléMOTEUR, l'angle que fait le plan du safran du gouvernail avec le plan longitudinal du navire.

### La vie à bord

S'il n'est pas utile de noter tous les détails de la vie à bord des passagers ou de l'équipage, notons toutefois quelques points qui méritent de retenir l'attention.

Le *Pasteur* peut recevoir 740 passagers, dont 284 de première classe. Toutes les cabines ont vue sur la mer, chacune d'elles a donc un hublot par lequel elle peut recevoir la lumière du jour ; cette disposition est particulière au *Pasteur*.

L'équipage comprend un effectif de 500 hommes environ.

Quatre cuisines ont été installées, une cuisine pour les passagers de première et de deuxième classe, qui débite par l'une de ses extrémités à une classe, par l'autre à l'autre, une cuisine pour les passagers de troisième classe, une cuisine pour les passagers israéliques, une cuisine pour l'équipage. Toutes ces cuisines sont exploitées à l'électricité et à la vapeur. Enfin, le navire dispose d'un garage automobile de 36 mètres de long sur 18 mètres de large, desservi par un ascenseur spécial et qui peut recevoir une quarantaine d'autos.

Ainsi conçu, le *Pasteur* va partir le 14 septembre 1939 pour sa première traversée et établir sur la ligne du Sud Atlantique une tradition nouvelle. Tout a été prévu pour le succès de l'expérience, qui se fait sous pavillon français, et qui doit si fortement contribuer à maintenir notre rang dans la hiérarchie des nations maritimes.

H. PELLE DES FORGES.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 21.

# LE « CALCULATEUR D'AILES » RÉSOUT ÉLECTRIQUEMENT LES PROBLÈMES D'AÉRODYNAMIQUE

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*Les progrès de la connaissance scientifique font souvent apparaître, entre des phénomènes physiques essentiellement disparates, des rapprochements qui, au premier abord, peuvent surprendre et même stupéfier. Les analogies ainsi mises en évidence, à la suite généralement de développements mathématiques complexes, peuvent être utilisées à deux fins : d'abord comme procédé d'exposition (les vulgarisateurs en font le plus large emploi ; certains, toutefois, ne se défont pas assez, par suite d'une connaissance insuffisante des questions traitées, des fausses analogies), et surtout comme méthode de découverte, en orientant l'expérimentation dans des voies nouvelles et généralement fécondes. On en trouvera ci-dessous de nombreux exemples. Tout récemment, l'analogie entre la forme des trajectoires des particules d'un fluide en mouvement autour d'un obstacle et la répartition du potentiel autour d'électrodes plongées dans un électrolyte a permis de mettre au point une méthode nouvelle et remarquablement simple dans son application, pour l'étude des problèmes d'aérodynamique, et en particulier de l'écoulement de l'air autour d'ailes de profils divers. Ainsi a pu être réalisé un « calculateur d'ailes » qui, par des procédés purement électriques, évalue avec une précision remarquable la répartition des pressions sur toute l'envergure de l'aile étudiée, d'où se peuvent déduire à la fois sa « portance » totale et la résistance à donner aux matériaux appelés à en constituer la charpente.*

EN langage courant, le mot analogie désigne une ressemblance plus ou moins vague ; mais, en terminologie scientifique, on lui donne une acceptation plus précise : deux phénomènes sont analogues lorsqu'ils obéissent à une même loi. L'analogie est donc localisée à cette loi et les phénomènes peuvent avoir, par ailleurs, des comportements très différents.

Ainsi, lorsque la chaleur était assimilée à un fluide, Sadi Carnot, développant les analogies entre la chute de température dans une machine à vapeur et la chute d'eau dans un moulin, était arrivé à concevoir le grand principe qui porte son nom et qui régit la thermodynamique ; la considération d'analogies entre phénomènes foncièrement différents l'avait donc conduit à des conséquences importantes et exactes. Aujourd'hui encore, on traite les phénomènes capillaires en assimilant la surface d'un liquide à une membrane de caoutchouc tendue. Tout le monde sait encore que les phénomènes de résonance mécanique, acoustique, optique et électrique présentent entre eux une analogie profonde qu'on utilise constamment, non seulement pour des explications sommaires et vagues, mais pour une

étude quantitative et approfondie. Enfin, bien que l'air et l'eau soient deux fluides dissemblables, on connaît les services mutuels que se sont rendus les deux sciences jumelles, l'hydrodynamique et l'aérodynamique.

Lorsqu'on prononce le mot de « courant » électrique, on établit une analogie, au moins verbale, avec un courant fluide ; mais, lorsqu'on va au fond des choses, on est bien forcé de constater que les mouvements des électrons dans un fil de cuivre, ou ceux des ions dans un bain d'électrolyte, sont quelque chose de très différent du déplacement des particules d'air ou d'eau. Mais l'analogie consiste en ceci, que ces deux phénomènes obéissent à des lois de même forme, bien qu'elles s'appliquent à des grandeurs différentes. Ces lois, établies par Laplace, s'expriment au moyen du potentiel ; on constate alors que les mêmes équations régissent des phénomènes très différents en électricité, en magnétisme, en chaleur, en élasticité, en hydrodynamique.

Il existe donc entre ces grandeurs des analogies qu'on peut utiliser pour des fins pratiques. En effet, si ces équations générales qui régissent les phénomènes sont

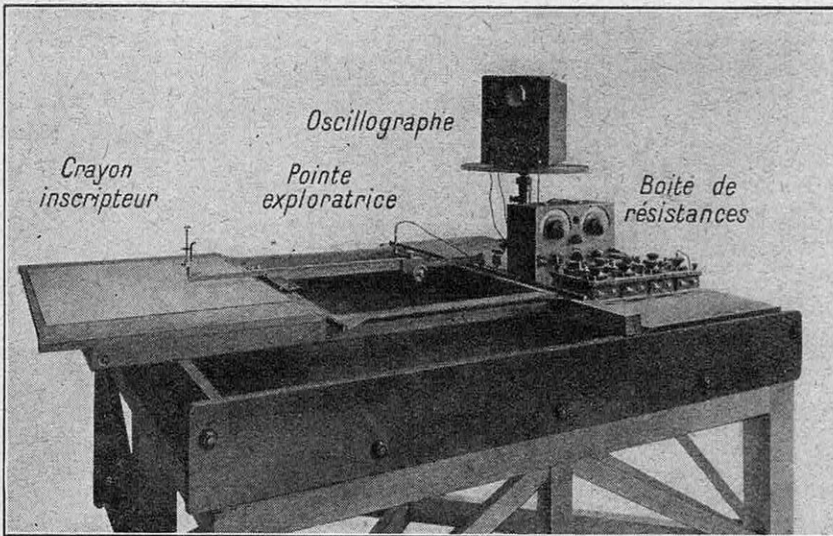


FIG. 1. — LE BASSIN ÉLECTRIQUE POUR L'ÉTUDE DES PROFILS D'AILE  
On remarque sur cette vue tous les éléments décrits sur le schéma de la figure 2.  
Un dispositif de glissières lie le crayon inscripteur à la pointe exploratrice.

connues, elles s'expriment sous forme différentielle et leur solution est compliquée, dans les cas réels, par les « conditions aux limites »; il est bien rare qu'on en puisse déduire, par le seul calcul, une solution numérique, c'est-à-dire utilisable. Les analogies entre un courant électrique et un courant fluide, bien qu'elles soient de pure forme, permet-

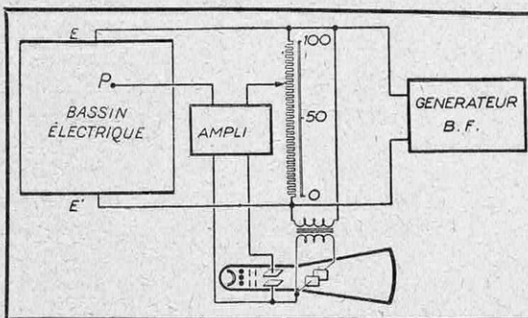


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU BASSIN ÉLECTRIQUE ET DE SES ACCESSOIRES

Le dispositif amplificateur-oscillographe mesure avec une extrême sensibilité la différence de potentiel entre un point de la cuve (aiguille exploratrice P) et un point ( curseur du rhéostat) de potentiel donné. Pour tracer une ligne équipotentielle, on fixe le curseur du rhéostat et on déplace l'aiguille P de manière à annuler la différence de potentiel alternative décelée par l'oscillographe. Le réseau des équipotentielles s'obtient par déplacements successifs du curseur.

tront cependant d'atteindre ces solutions; ainsi, l'enregistrement direct des lignes de flux dans un courant d'air présente souvent de graves difficultés, qui sont écartées lorsqu'on opère avec le courant électrique.

C'est ce qui justifie l'emploi des analogies; leur principe est fort ancien, puisqu'il se trouve exposé dans un mémoire de Kirchhoff qui date de 1845, et qu'une application à la propagation de la chaleur

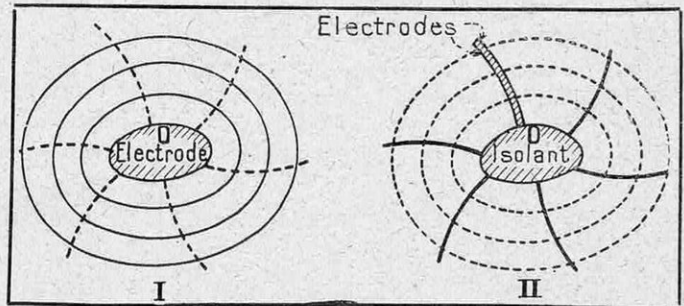


FIG. 3. — LA CIRCULATION D'UN FLUIDE PARFAIT AUTOUR D'UN OBSTACLE, RÉALISÉE AU BASSIN ÉLECTRIQUE

En I, les lignes équipotentielles (trait plein) représentent les filets d'air autour de l'obstacle constitué par l'électrode conductrice. En II, ce sont les lignes de courant (trait pointillé) qui les représentent, l'obstacle étant constitué par un isolant.

dans le sol avait été faite en 1912 par Vito Volterra; de même en France, on peut faire état d'un élégant mémoire de M. Hahn relatif à l'étude du mouvement des fluides autour des aubes d'une turbine.

Il a paru à MM. J. Perès, professeur à la Sorbonne, et L. Malavard, ingénieur de l'aéronautique, que cette méthode d'analogies méritait mieux que des applications sporadiques. Grâce à l'appui du Service technique de l'Aéronautique, ils ont pu installer un Laboratoire rhéographique, qui permet d'apporter des solutions précises à divers problèmes soulevés par l'aérodyna-



mique, mais qui est éventuellement en état de répondre à d'autres questions, s'appliquant, par exemple, à l'élasticité et à l'électrotechnique. Sans aborder ici le côté mathématique de ces problèmes, nous nous bornerons à donner une idée des techniques rhéographiques employées pour les résoudre.

### Les bassins électriques et leur équipement

Dans leurs premières applications, les méthodes rhéographiques étudiaient la répartition des courants et des potentiels dans des plaques métalliques minces ; MM. Pérès et Malavard ont trouvé grand avantage à remplacer les plaques par des bassins isolants contenant un électrolyte dilué ; l'alimentation de ce *bassin électrique* se fait alors

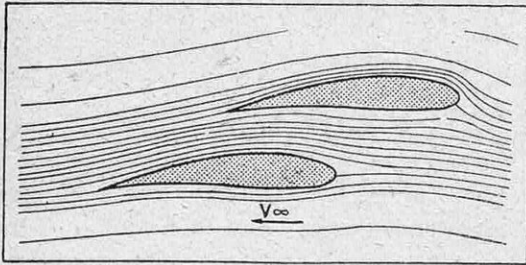


FIG. 4. — L'ÉCOULEMENT DE L'AIR AUTOUR D'UN ENSEMBLE DE DEUX PROFILS D'AILE FORMANT BIPLAN

en courant alternatif, ce qui évite les effets de polarisation et permet une détermination rapide et précise des lignes équipotentielles au moyen du téléphone ou de l'oscillographe cathodique. Ce bassin plat (figure 1), dans lequel le liquide conducteur est contenu sous une épaisseur de 2 à 3 centimètres, a reçu une forme carrée avec, pour les quatre modèles en service, des côtés respectivement égaux à 50, 75, 100 et 150 centimètres ; les dimensions à utiliser dépendent de l'échelle de la réalisation désirée et sont conditionnées par la nécessité d'éviter les perturbations aux parois dans le cas où le champ à représenter est illimité.

Dans tous les cas, la région utile du bassin, celle où sera réalisée l'analogie, est limitée par des parois isolantes et par des électrodes conductrices dont la disposition dépend du problème posé. Le courant étant amené dans le bassin par ces électrodes, il s'agit donc de déterminer la forme de ces lignes équipotentielles ; on y parvient aisément à l'aide de deux pointes conductrices  $P$  et  $P'$ , plongeant verticalement dans le liquide, et qui sont reliées à un téléphone ;

lorsque les deux pointes sont au même potentiel, le téléphone est muet ; il suffira donc, maintenant  $P$  fixe, de déplacer  $P'$  dans le champ pour définir aisément la ligne équipoten-

tielle qui passe par  $P$ . L'emploi d'un pantographe permettra de reporter immédiatement sur un graphique la ligne équipotentielle ainsi définie : la pointe  $P'$  est solidaire d'une coulisse, portant un crayon traceur ; cette coulisse est supportée par un chariot, et un double parallélogramme lui impose un mouvement de translation qui reproduit les mouvements de  $P'$ . Il faut ensuite graduer les lignes ainsi obtenues suivant les valeurs numériques du potentiel, ce qui se fera au moyen d'un pont à corde ou d'un potentiomètre quelconque.

Tel est le principe de la méthode. En pratique, comme le montre la fig. 2, le repère  $P'$  est pris, non pas dans le bassin, mais sur un rhéostat formant pont. On remplace également le téléphone par un oscillographe cathodique.

Examinons maintenant les possibilités actuelles de cette méthode. Le cas le plus simple est celui où on veut réaliser des champs plans parallèles ; le bassin devra alors avoir un fond horizontal, et ainsi contenir une épaisseur constante d'électrolyte.

Si, à une frontière du champ, le potentiel doit être constant, on matérialisera cette frontière par une électrode très conductrice par rapport au liquide du bassin ; si, à une frontière, la

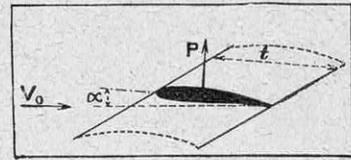


FIG. 5. — INCIDENCE ET PORTANCE D'UNE AILE DANS UN COURANT UNIFORME

$V_0$  figure la direction du courant,  $\alpha_i$  est l'angle d'attaque,  $P$  est la portance et  $t$  est la profondeur de l'aile.

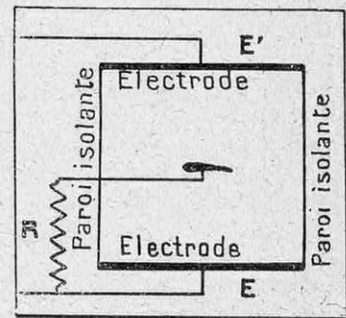


FIG. 6. — COMMENT ON MESURE LA PORTANCE D'UNE AILE D'AVION

Le profil d'aile fonctionne comme une électrode supplémentaire, et l'intensité recueillie mesure la portance qu'aurait l'aile étudiée. La direction des filets d'air serait parallèle aux électrodes du bassin.

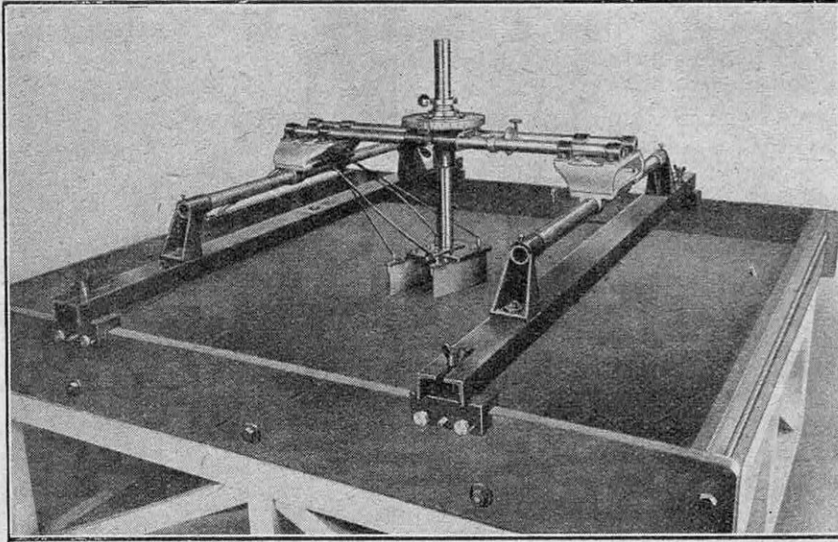


FIG. 7. — COMMENT ON ÉTUDIE AU BASSIN ÉLECTRIQUE LA PORTANCE D'UNE AILE BIPLANE

*Ici la portance est mesurée par l'intensité totale recueillie par les deux électrodes. Un tambour gradué permet de donner à l'angle d'incidence des valeurs variables.*

dérivée normale du potentiel doit être nulle, on la réalisera par une paroi isolante, faite généralement en paraffine ; la figure 3 montre, dans ces deux cas opposés, comment sont alors disposées les lignes équipotentielles (en traits pleins) et les lignes de force (en traits discontinus) qui leur sont orthogonales.

Notons encore que ce même mode de représentation peut s'appliquer aux champs méridiens, c'est-à-dire de révolution autour d'un axe ; on inclinera alors le bassin, de façon que le liquide forme un dièdre dont l'arête coïncide avec l'axe du champ. Enfin, on a pu réaliser des cas encore plus compliqués en donnant au liquide des épaisseurs variées, qui peuvent s'obtenir aisément avec un fond de paraffine convenablement moulé. Mais laissons de côté l'étude de ces possibilités diverses pour montrer, dans des cas simples et concrets, les avantages de la méthode.

### Écoulement autour d'une aile d'avion

Considérons d'abord le cas le plus simple, celui où on peut assimiler l'aile à un cylindre indéfini, dont la section droite présente le profil, terminé par une arête vive, tel que le montre la figure 5. Dans ce cas, la portance  $P$ , c'est-à-dire la composante verticale de la force exercée sur l'aile, est proportionnelle à l'angle d'attaque (désigné sur cette figure par  $\alpha$ ) (1), ainsi qu'à d'autres facteurs, le carré de la vitesse  $V_0$ , la corde

1) Pour de faibles valeurs de cet angle.

du profil  $l$ . Lorsqu'on veut réaliser l'analogie rhéographique de ce phénomène aérodynamique, on est conduit au montage indiqué par la figure 6 : les électrodes  $E$  et  $E'$ , qui assurent l'alimentation électrique du bassin, définissent la direction générale du courant fluide ; pour avoir l'image de la circulation autour du profil, ce profil conducteur doit fonctionner comme une électrode auxiliaire ; il sera donc relié par l'intermédiaire d'une résis-

tance réglable  $R$ , soit à  $E$ , soit à  $E'$ . Le montage s'applique aussi bien au cas de plusieurs profils et permet, par exemple, comme le montre la figure 4, de représenter l'écoulement fluide autour des ailes d'un biplan.

La représentation rhéographique ainsi obtenue permet, non seulement le tracé des lignes de courant, mais, ce qui est tout aussi important, de déterminer numériquement la valeur de la portance  $P$ . Les lois de l'analogie établissent, en effet, que cette portance est liée à l'intensité du courant arrivant au bassin par l'électrode auxiliaire que forme le profil ; elle se déduit donc de la valeur de  $R$  ; de même, la valeur de la pression aéro-

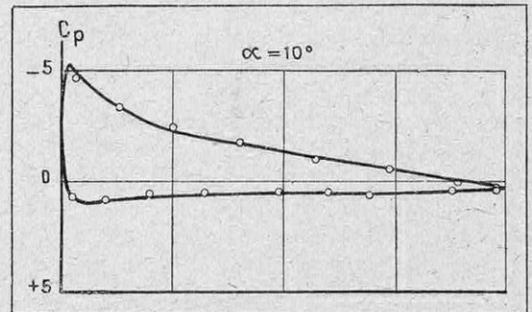


FIG. 8. — RÉPARTITION DES PRESSIONS SUR LES DEUX FACES D'UNE AILE D'AVION

*La pression en un point de l'aile est mesurée par l'intensité recueillie par unité de longueur du profil figuratif. Les deux courbes ont été disposées avec des signes tels que la surface qu'elles délimitent mesure la portance totale.*

FIG. 9. — CALCUL DE LA PORTANCE D'UNE AILE D'ENVERGURE DONNÉE AU MOYEN DU CALCULATEUR D'AILES

En haut de la figure sont représentés le plan de l'aile à étudier et les divers profils que l'on obtient en la coupant transversalement. Sur un bord du bassin électrolytique, on dispose une rangée de petites électrodes couvrant, au total, une longueur proportionnelle à l'envergure de l'aile. Chacune de ces petites électrodes est reliée par une résistance calculée en fonction des données géométriques du profil correspondant (telles qu'elles résulteraient, par exemple, d'une étude préalable du profil dans le bassin de la figure 6) à un point porté à une tension également calculée en fonction des mêmes données. Dans ces conditions, la valeur de la tension de la petite électrode mesure la portance de la portion d'aile considérée. La courbe tracée au bas de la figure représente la variation de cette portance le long de l'aile, la portance totale étant mesurée par l'aire limitée par cette courbe.

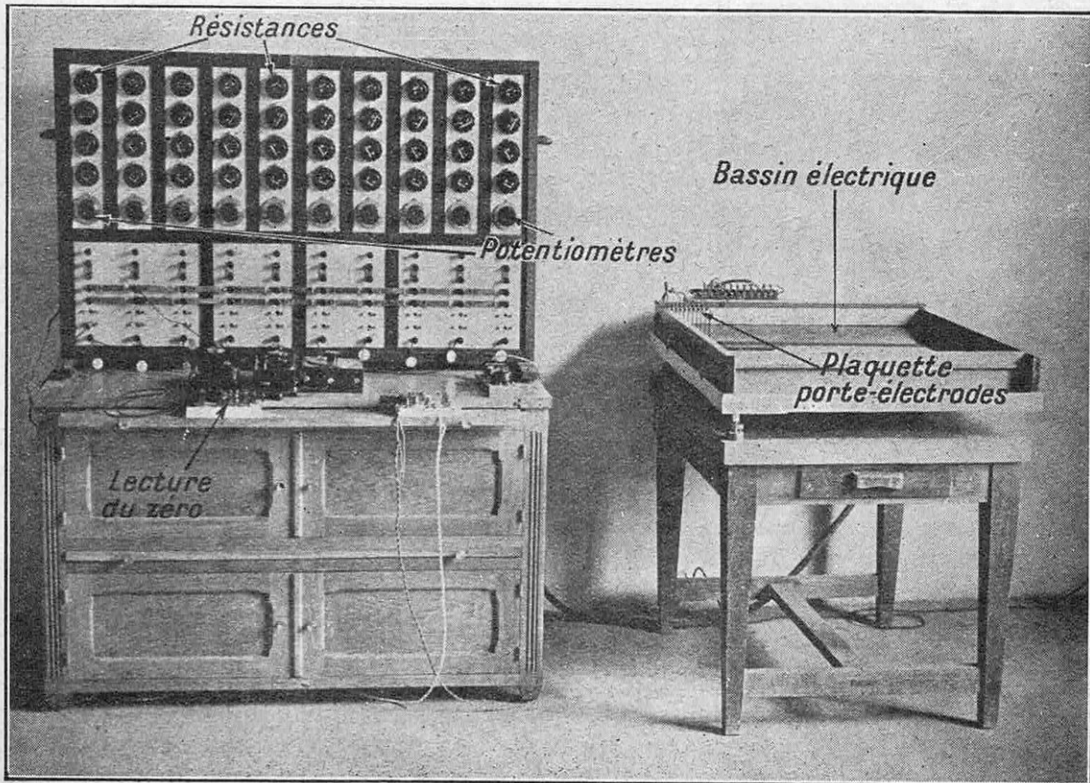
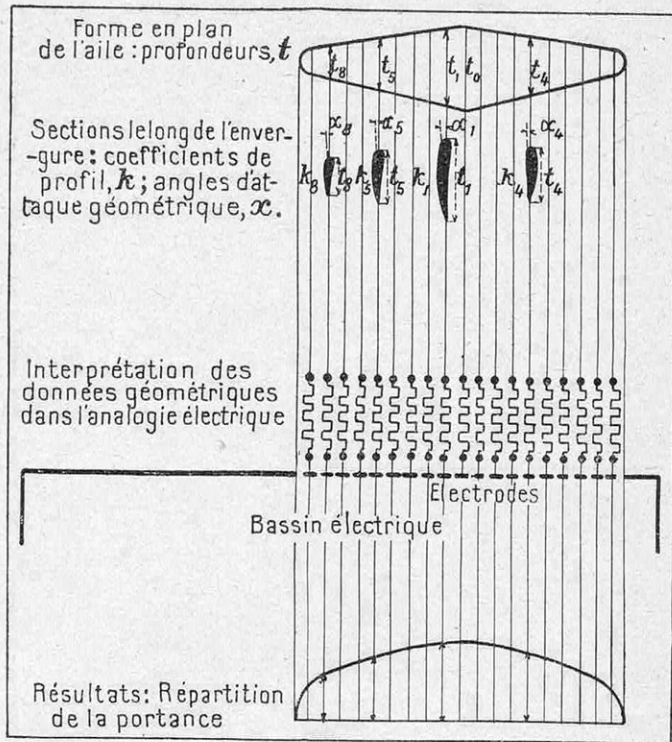


FIG. 10. — VUE D'ENSEMBLE DU CALCULATEUR D'AILES

On voit, à droite, la cuve électrolytique avec la rangée de petites électrodes (voir figure 9). Le tableau de gauche sert à régler la tension appliquée à chaque élément, et la résistance mise dans le circuit de chaque électrode, et à effectuer sur celle-ci la mesure de potentiel qui donne la portance du segment correspondant de l'aile.

dynamique sur un élément du profil s'obtient en isolant, par un plan d'épreuve, le courant correspondant.

On pourra juger de l'exactitude des résultats obtenus par cette méthode en considérant le graphique de la figure 8, qui représente les variations de pression sur l'intrados et l'extrados d'une aile de profil déterminé, cette variation étant positive d'un côté et négative de l'autre. On voit que les points obtenus par la méthode rhéographique se placent très exactement sur la courbe calculée ; mais, comme le calcul de cette courbe est une opération assez longue, la méthode d'analogie permettra de la déterminer, points par points, beaucoup plus rapidement et avec toute la précision voulue.

Passons maintenant au cas réel, qui est naturellement plus compliqué : une aile n'est pas un cylindre indéfini et de section uniforme ; en fait, son envergure est limitée et son profil se modifie en grandeur et en forme suivant la section envisagée. Le passage de ce nouveau cas au précédent peut se faire à l'aide d'une théorie, due à Prandl, et dont le principe est le suivant : les changements de portance, lorsqu'on passe d'une section à la suivante, peuvent être considérés

comme produits par une variation de l'angle d'attaque  $\alpha$ . Cette variation est exprimée mathématiquement, dans la théorie de Prandl, par une équation intégrale, dont la solution numérique est longue et pénible. MM. Pérès et Malavard se sont adressés à la méthode rhéographique pour obtenir une solution plus rapide. La figure 10 représente l'appareil « calculateur d'ailes » qu'ils ont réalisé à cet effet ; on voit à droite le bassin, muni de ses électrodes parasites, tandis que le meuble de gauche groupe les circuits d'alimentation des électrodes, les résistances réglables et les potentiomètres permettant le réglage et la mesure des potentiels. Je n'insisterai pas autrement sur le fonctionnement de ces méthodes analogiques ; mais il est remarquable qu'en effectuant des mesures purement électriques, on ait réussi à calculer, avec une précision très grande, les pressions sur les différentes sections d'une aile à profil variable. Ce résultat permet, non seulement d'évaluer la portance totale de l'aile, mais encore les pressions que supportent ses sections successives et, par conséquent, la résistance des matériaux qui doivent en constituer la charpente.

L. HOULLEVIGUE.

La transmutation des éléments est réalisée couramment aujourd'hui au laboratoire en soumettant les atomes de certains corps à un bombardement de particules électrisées animées de très grandes vitesses et ayant acquis ainsi une énergie suffisante pour pénétrer dans les édifices atomiques jusqu'au voisinage du noyau, malgré les forces répulsives qui s'y opposent. D'autres particules non électrisées, les neutrons, relativement lourdes, puisque leur masse est voisine de celle du proton (noyau de l'atome d'hydrogène) franchissent plus aisément encore la barrière électrique qui protège le noyau et constituent, de ce fait, des agents de transmutation de premier ordre, surtout lorsqu'il s'agit d'atomes très lourds, dont les noyaux portent de grosses charges électriques. Tout récemment, M. Joliot, d'une part, MM. Hahn et Strassmann, d'autre part, effectuant le bombardement de l'uranium par les neutrons, ont obtenu des éléments très différents du point de départ et qui semblent provenir d'un éclatement du noyau d'uranium. Pour la première fois, le physicien est donc parvenu à bouleverser entièrement l'édifice d'un noyau, événement dont la portée pratique peut être très grande, car les désintégrations observées libèrent des quantités d'énergie formidables. Un atome d'uranium de masse atomique 239, donnant un atome de césium de masse 141 et un atome de rubidium de masse 98, libère environ 100 millions d'électrons-volts. M. Pierre Bricout, dans *la Revue générale d'Electricité*, a calculé que l'énergie libérée par gramme de matière soumise à la transmutation serait de 2 millions de tonnes-mètres, alors qu'un gramme de nitroglycérine dégage par explosion seulement 630 kilogrammètres et que le fulminate de mercure, lors de sa déflagration, libère 1,68 tonne-mètre. L'uranium bombardé par les neutrons constitue donc une substance détonante un million de fois plus puissante que nos explosifs. Nos lecteurs trouveront, dans un prochain numéro, une étude détaillée de cette nouvelle conquête de la microphysique expérimentale.

# LE HASARD ET LA LOTERIE NATIONALE

Par Marcel BOLL

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES,  
PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

*La chance et le hasard ne sont que des mots créés pour masquer notre ignorance (1). Nous disons d'un événement qu'il est le résultat du hasard lorsque ses causes sont si nombreuses ou si mal connues qu'il est pratiquement impossible de les démêler et par conséquent d'en prévoir les effets. Il existe cependant une science du hasard dont les fondements et les résultats sont aussi rigoureux que ceux de toute autre science exacte : c'est le calcul des probabilités. Il a fait ses débuts avec l'étude mathématique des jeux de hasard et s'est élevé aujourd'hui aux plus importants objets de la connaissance humaine. C'est grâce à lui, par exemple, que les biologistes arrivent à pénétrer les lois secrètes de l'hérédité et que les physiciens expliquent les propriétés les plus cachées de l'énergie et de la matière. Dans la vie courante, les applications du calcul des probabilités sont également nombreuses, principalement dans le domaine de la démographie (statistiques, assurances, etc...), sans oublier la théorie des jeux, dont on peut dire qu'elle est parvenue à une vérité définitive. L'étude détaillée de l'ensemble des tirages de la Loterie Nationale, après cinq années de fonctionnement, en fournit une démonstration irréfutable, en même temps qu'elle prouve l'excellence des méthodes adoptées pour ces tirages, accordant des chances égales à tous les numéros en compétition. Le calcul des probabilités nous apporte des éléments utiles d'information touchant les résultats d'ensemble d'un grand nombre de tirages ; à aucun moment il ne peut fournir d'indications concernant un cas isolé et indiquer, par exemple, le numéro destiné à gagner. De telles prévisions relèvent, non de la science, mais de l'exploitation de la crédulité des âmes simples, disposées par manque d'esprit critique à accueillir toutes les superstitions les moins vraisemblables, et parmi lesquelles, si l'on en juge par la vogue actuelle des fakirs et « professeurs » d'occultisme, il convient encore de ranger bon nombre de nos contemporains.*

**P**OUR reprendre les phrases du mathématicien Paul Montel, professeur à la Sorbonne, « un grand nombre de nos décisions concernent des événements dont, à nos yeux, certains éléments sont soumis au hasard. Ces décisions sont guidées, voire déterminées par la notion de probabilité, parfois sous une forme imprécise et à peine consciente ». Nous ferons allusion, chemin faisant, à quelques domaines de l'activité sociale, où la « théorie des chances » a pénétré ; mais, ajoute-t-il, les probabilités exercent leur influence, même sur l'esprit et le caractère, « soit d'une manière directe, comme dans l'étude des jeux de hasard, soit indirectement, en nous contraignant à des habitudes de netteté et d'ordre ». Malheureusement, ce sont des sujets où le bon sens de tous les jours se laisse le plus facilement bernier, où les prétendues évidences ne sont réellement que des bévues criardes.

Nous évoquerons, pour commencer, deux anecdotes profitables.

Cinq boules noires et cinq boules blanches sont placées dans un sac opaque, d'où on les

tire une à une à l'aveuglette. On peut alors se livrer à l'une des deux expériences suivantes :

A. On effectue dix tirages successifs, en remettant chaque fois la boule extraite du sac ;

B. On effectue les dix tirages, sans remettre les boules.

Tous ceux qui croient à une influence du passé sur l'avenir dans les suites d'événements aléatoires, tous ceux qui s'imaginent, dur comme fer, qu'une compensation rigide finit forcément par s'établir, commettent une confusion déplorable : ils admettent, d'instinct, que c'est l'alternative B qui s'est produite, alors que, comme dans l'expérience A, on « repart à zéro » à chaque coup.

Le deuxième cas a été indiqué, sous une forme un peu différente, par le savant anglais Arthur Eddington.

En wagon, un jeune soldat est assis en face de moi. La probabilité pour qu'il soit né un lundi est naturellement  $1/7$ . Mais, ayant lié conversation avec lui, je l'ai prié de me montrer son livret militaire, et je constate que la date de sa naissance est le 24 mai 1918 ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 97.



Ces résultats sont schématisés par notre figure 2, où chaque partie est représentée par un centimètre : la probabilité d'une partie donnant 20 P aura ainsi la hauteur d'une bille ; la probabilité d'une partie formée de 10 P + 10 F atteindra la hauteur de six Tours Eiffel superposées ; quant à la certitude (c'est-à-dire l'ensemble de toutes les possibilités), elle équivaut à plus de 32 Tours Eiffel (1).

Le bas de cette même figure spécifie les écarts correspondants à chacun des cas. Dans l'hypothèse 11 P + 9 F, l'écart sur PILE est positif et égal à 1 ; l'écart sur FACE a naturellement la même valeur, mais il est négatif. D'une façon plus concrète, l'écart est égal à la moitié de la « différence » (de la somme d'argent qu'un joueur aurait à payer à son adversaire) ; l'écart nul (2) reçoit également les appellations d'équilibre, d'équilibre résiduel, d'équpartition ou de compensation.

Mais le nombre 20 est encore bien petit...

Les parties de 1 000 coups sont représentées par la figure 3, qui, par la même occasion, nous fera mieux comprendre le côté gauche de la figure 2 ; cette courbe, qui a reçu divers noms (courbe de Gauss, courbe binomiale, courbe en cloche, courbe en chapeau de gendarme), représente les probabilités de tous les écarts. Dans le cas qui nous occupe, elle est pratiquement comprise entre - 75

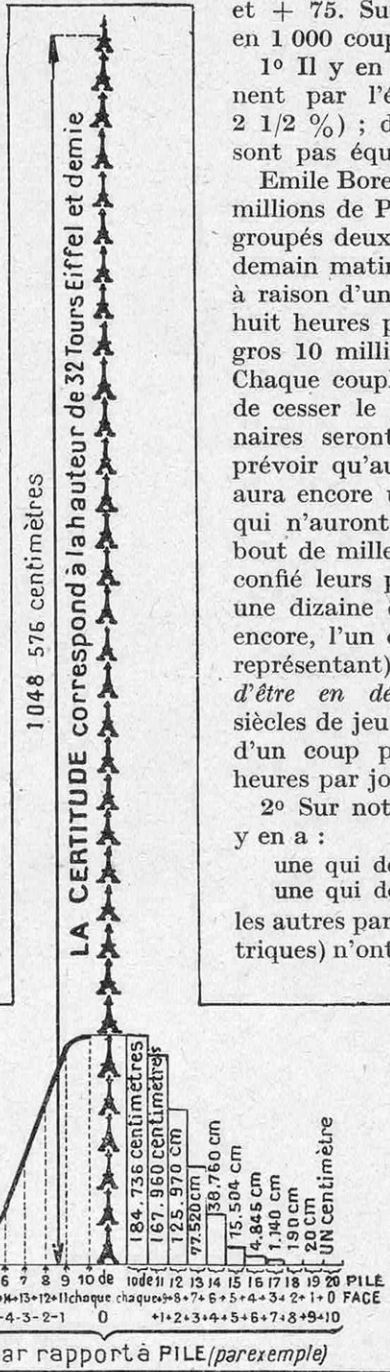


FIG. 2. — LES PARTIES DE PILE OU FACE EN VINGT COUPS

Si l'obtention de (20 PILE + 0 FACE) est représentée par une bille d'un cm de diamètre, la sortie de (10 PILE + 10 FACE) pourrait être figurée, à la même échelle, par la hauteur de six Tours Eiffel qui auraient grimpé les unes sur les autres.

et + 75. Sur un million de parties en 1 000 coups :

1° Il y en a 25 225 qui se terminent par l'équilibre (probabilité : 2 1/2 %) ; donc 974 775 parties ne sont pas équilibrées !

Emile Borel a supposé que les deux millions de Parisiens adultes, s'étant groupés deux par deux, commencent demain matin à jouer à pile ou face, à raison d'un coup par seconde et de huit heures par jour (ce qui fait en gros 10 millions de coups par an). Chaque couple a, en outre, convenu de cesser le jeu, dès que les partenaires seront « quittes ». On doit prévoir qu'au bout de dix ans, il y aura encore une centaine de couples qui n'auront pas terminé, et qu'au bout de mille ans, si les joueurs ont confié leurs parties à leurs héritiers, une dizaine de parties continueront encore, l'un des partenaires (ou son représentant) n'ayant jamais cessé d'être en déficit pendant ces dix siècles de jeu de pile ou face, à raison d'un coup par seconde et de huit heures par jour !

2° Sur notre million de parties, il y en a :

- une qui donne 575 P et 425 F,
- une qui donne 425 P et 575 F ;

les autres parties (encore moins symétriques) n'ont que des chances infimes de se produire.

Ce qui est essentiel, c'est de savoir classer ce million de parties en quatre groupes également nombreux. C'est là une application de calcul infinitésimal, dont on apercevra l'idée directrice en comparant les deux figures 3 et 4 : on part de la surface comprise entre le chapeau de gendarme et l'horizontale, et cette surface est coupée en quatre parties égales, deux surfaces noires et deux surfaces grises ; le calcul montre que les surfaces noires sont limitées par les écarts ±10

(exactement 10,082 4), ce qui signifie que, sur un million de parties de 1 000 coups,

(1) Exprimées en « tant pour cent », les chances de voir une partie de vingt coups aboutir à l'équilibre (10 P + 10 F) sont de 17 1/2 %. Plus exactement, sur un million de parties de pile ou face en 20 coups :

176 197 sont équilibrées, 823 803 ne le sont pas.

(2) D'après la note précédente, l'écart nul est bien moins fréquent qu'on se l'imagine d'habitude.

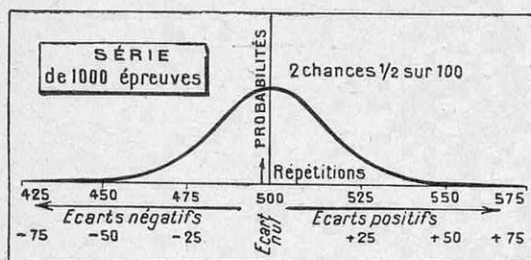


FIG. 3. — LA COURBE NORMALE DES ÉCARTS  
On remarque que les très grands écarts sont pratiquement impossibles ; mais chacun des petits écarts est presque aussi fréquent que le retour exact à l'équilibre (ou équipartition).

il y a quatre catégories de parties :

250 000 comprises entre	{	425 P + 575 F
		490 P + 510 F
250 000 comprises entre	{	490 P + 510 F
		500 P + 500 F
250 000 comprises entre	{	500 P + 500 F
		510 P + 490 F
250 000 comprises entre	{	510 P + 490 F
		575 P + 425 F

Il y a donc une chance sur quatre de se trouver au delà d'un certain écart (positif), une chance sur quatre de se trouver en deçà du même écart (négatif) ; l'écart en question est appelé *écart médian*. C'est là — concurrentement avec les probabilités des compensations — une des notions les plus fondamentales de notre connaissance du hasard.

N'oublions pas que les formules mathématiques ne servent qu'à éviter des calculs arithmétiques longs et fastidieux, et que les résultats sont rigoureusement les mêmes que si on dénombrerait les divers cas un par un (en traçant des bâtons, comme on recense les voix d'un candidat dans une section de vote).

La figure 3 nous montre, en outre, que les écarts importants sont tout à fait exceptionnels : telle est l'expression précise d'une *compensation approximative*. Nous indiquons ci-après les probabilités de dépasser (dans un

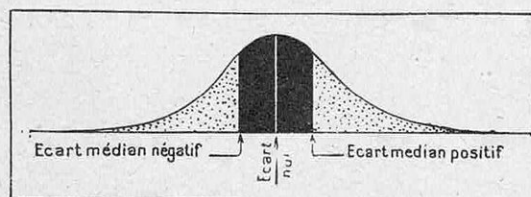


FIG. 4. — L'ÉCART MÉDIAN

Cette notion fondamentale, qui, malgré son caractère tout à fait élémentaire, est si souvent méconnue, permet de subdiviser l'ensemble des 1 000 épreuves en quatre groupes tels que chaque groupe aura une chance sur quatre de sortir.

sens ou dans l'autre) les premiers multiples de l'écart médian (fig. 5).

DÉPASSER l'écart médian. 25 chances sur cent ;  
— le double ..... 9 chances sur cent ;  
— le triple ..... 2 chances sur cent ;  
— le quadruple .. 3 chances sur mille ;  
— le quintuple .. 4 ch. sur dix mille ;  
— le sextuple .... 3 ch. sur cent mille ;  
— le septuple .... 1 ch. sur un million.

Quant à dépasser le décuple de l'écart médian, cette éventualité est d'une invraisemblance inimaginable. Considérons, pour nous en rendre compte, une famille de trois personnes : le père qui est en voyage, la mère restée à la maison, le fils qui fait son service militaire. Eh bien ! il y a plus de chances que ces trois personnes meurent dans la même journée que de voir sortir PILE plus de 600 fois (ou moins de 400 fois)

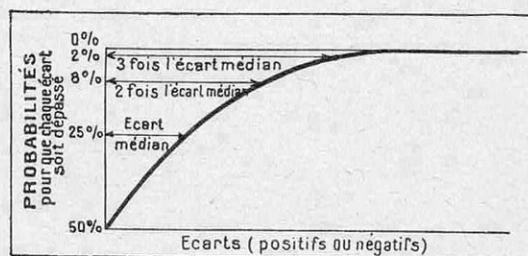


FIG. 5. — PROBABILITÉS DES AUTRES ÉCARTS QUAND ON CONNAIT L'ÉCART MÉDIAN

au cours d'une partie de pile ou face en 1 000 coups !

La courbe en cloche (fig. 3 et 4) est, dans les circonstances les plus simples, l'expression de la *loi du hasard*, de la *loi des grands nombres*. Le savant anglais Francis Galton (1822-1911) a imaginé un appareil (fig. 6), qui permet de la tracer automatiquement. De nombreuses rangées horizontales de clous sont plantées dans une planchette verticale ; par une sorte d'entonnoir, on lâche de la grenaille sur ce réseau de clous ; et des tubes verticaux, en verre et placés en bas, recueillent les grains de plomb. La route de chacun d'eux est « dictée par le hasard » : mille influences la modifient plus ou moins, y compris l'agitation de l'air et les trépidations imperceptibles de l'instrument. Il est humainement impossible de prédire le chemin que suivra un grain, en heurtant différents clous. Et on obtient une représentation de la courbe de Gauss, avec d'autant plus d'exactitude que les obstacles sont plus nombreux.

La courbe en cloche intervient dans les questions les plus diverses : erreurs accidentelles dans les mesures de laboratoire,



phénomènes météorologiques, vitesses des étoiles et des molécules, tirs d'artillerie, biométrie (taille des enfants du même âge, sexe des nouveau-nés, hérédité, ...), démographie (tables de mortalité, morbidité, assurances sur la vie, assurances-invalidité, assurances-maladie, assurances-nuptialité, assurances-accidents, ...), etc.

**Ce que c'est qu'un grand nombre**

Les lois du hasard sont d'autant mieux vérifiées qu'elles concernent un nombre plus grand d'épreuves répétées ; c'est pour cela qu'on emploie l'expression « loi des grands nombres ».

Mais qu'est-ce qu'un grand nombre ?

J'ai examiné jadis un gros ouvrage qui promettait le « gain infaillible » au jeu de roulette : il parlait de l'hypothèse que 10 est un grand nombre, sous prétexte qu'il y a 1 024 parties différentes de pile ou face en dix coups.

Nous venons de parler (fig. 2) des parties de pile ou face en vingt coups : sur 1 048 576 parties, il n'y en a qu'une qui amène 20 fois PILE. Le plus petit nombre de la figure 7 indique — nous le savons — combien de fois le diamètre d'une bille est contenu dans la hauteur de 32 Tours Eiffel superposées ; mais ce n'est là qu'un « grand nombre »... minuscule.

Le deuxième des nombres de cette même figure 7, est en relation avec le nombre (64) des cases d'un jeu d'échecs. Jacques Ozanam (1640-1717) raconte que l'inventeur de ce « noble jeu » — un brahmane indien, qui vivait au  $v^e$  siècle de notre ère — demanda, comme récompense, que le roi lui

accordât la quantité de blé qu'on obtiendrait en plaçant un grain de blé sur la première case de l'échiquier, deux sur la deuxième case, quatre sur la troisième, et ainsi de suite, jusqu'à la soixante-quatrième et dernière case. Le calcul n'offre aucune difficulté (1). Mais, si l'on évalue à 20 000 le nombre des grains de blé contenus dans un litre, on s'aperçoit que les exigences du brahmane se bornaient à une couche de blé d'un mètre cinquante, qui recouvrirait la France tout entière (2).

Le troisième nombre (fig. 7) dérive du nombre des cartes (52) dans un jeu de bridge : c'est le nombre des paquets différents (3) qu'un joueur peut avoir entre les mains, quand, ayant fait « couper », il se dispose à distribuer les cartes (4).

Nous venons de rencontrer des nombres

10 20 64 52

qui conduisent à envisager des nombres respectables. Peut-on préciser à partir de quel moment un nombre est un « grand nombre » ? Cela dépendra de la nature du problème et de l'approxima-

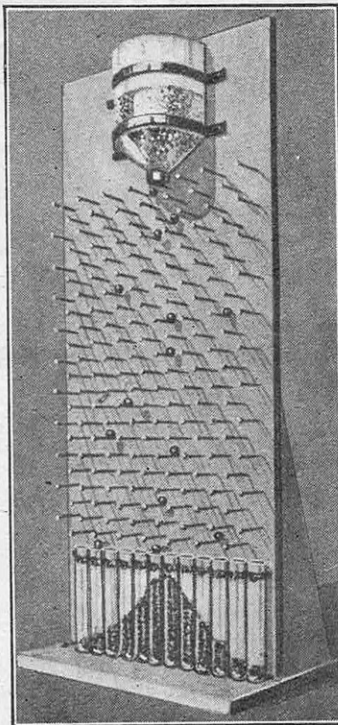


FIG. 6. — TRACÉ AUTOMATIQUE DE LA COURBE EN CLOCHE DE GAUSS

(1) Il suffit d'effectuer l'addition :  $1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{63} + 2^{64}$

(2) Ce nombre est du même ordre de grandeur que le nombre des molécules qui constituent une goutte d'eau.

(3) Il suffit de faire la suite des multiplications :  $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 51 \times 52$  ; (on voit que les produits des nombres entiers consécutifs — ou factorielles — sont de beaucoup supérieurs aux sommes correspondantes des puissances du nombre 2).

(4) Ce nombre est du même ordre de grandeur que le nombre des corpuscules (noyaux atomiques et électrons) présents dans la Voie Lactée.

1 048 576  
18 446 744 073 709 551 615  
80 658 175 170 943 878 571 657 984 856 403 766 975 289 550 440 883 304 344 000 000 000 000

FIG. 7. — DEUX « GRANDS NOMBRES » RELATIVEMENT PETITS ; UN « GRAND NOMBRE » CONFORTABLEMENT GRAND

Le premier représente (fig. 2) le rapport du diamètre d'une bille à la hauteur de 32 Tours Eiffel superposées. Le second est relatif à la légende du jeu d'échecs. Le troisième n'est autre que le nombre exact des paquets différents de cinquante-deux cartes qu'un joueur de bridge peut avoir entre les mains lorsqu'il commence la distribution : ce nombre contient 68 chiffres.

tion que l'on exigera dans la solution : si l'on se contente d'une erreur de 3 pour mille, on pourra souvent attribuer la qualité de « grand nombre » à 30 (lorsqu'il définit la nature d'un problème particulier) ; si l'on veut pousser les calculs jusqu'à une précision d'un millième, les grands nombres ne commencent qu'avec les problèmes définis par le nombre 100 (1).

En divisant l'unité par un « grand nombre », on obtient l'évaluation d'une *probabilité infime*, sur laquelle Emile Borel (1937) a fourni de précieuses indications : « Lorsqu'il s'agit de phénomènes qui intéressent un homme particulier, on choisira une *échelle humaine*, en portant son attention, soit sur le nombre des habitants d'une ville ou d'un pays, soit sur le nombre des secondes qui s'écoulent pendant la durée d'une existence. On arrive à un seul et même résultat, à savoir que les hommes agissent normalement comme si une probabilité d'un millionième pouvait être négligée... Pour évaluer les probabilités négligeables à l'échelle terrestre, on tiendra compte des hommes qui sont sur la Terre et des générations qui se sont succédé : il s'ensuit qu'un événement ne s'est vraisemblablement jamais produit au cours de l'histoire, si sa probabilité est mesurée par une fraction dont le numérateur est l'unité et dont le dénominateur est un nombre de 20 ou 30 chiffres... Si l'on considère enfin l'évolution de tout l'Univers, au cours de milliards de siècles, on peut démontrer que, si la fraction précédente comporte un dénominateur de 200 ou 300 chiffres, elle correspond à une probabilité totalement et absolument négligeable à l'échelle cosmique ».

### Le rôle de la racine carrée dans les lois du hasard

Les lois du hasard ont été exprimées, tout d'abord, par le savant bâlois Jacques Bernoulli (1654-1705). Il ne saurait être question d'en rappeler ici la formulation rigoureuse ; mais nous insisterons néanmoins sur un point essentiel, qui n'exige pas le recours au calcul infinitésimal (2).

(1) Nous avons fait largement les choses en étudiant les parties de pile ou face en mille coups (fig. 3, 4 et 7). Le nombre des parties *différentes* en mille coups est donné par 2 à la puissance mille ; c'est un nombre de 302 chiffres, dont les huit premiers sont : 10 715 181...

(2) La racine carrée se présente, quand on veut calculer approximativement des produits comme :  
 $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10$   
 (page 180) pour des nombres très grands, en appliquant la célèbre formule découverte en 1730 par le mathématicien anglais James Stirling.

Admettons que, dans diverses séries successives, le nombre des événements aléatoires varie comme les nombres :

1 4 9 16 25 36 49 64 81 100

1<sup>o</sup> Les chances de compensation (de retour à l'équilibre) varieront sensiblement comme les nombres :

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

C'est ce qu'oublieient tous les inventeurs de martingales *sans exception*. Ainsi, après 20 épreuves identiques comprenant deux possibilités (par exemple : pile ou face), il y a (fig. 2) :

18 chances sur 100,  
 pour que les deux alternatives sortent en nombres égaux. Après 2 000 épreuves, il y a :

18 chances sur 1 000 ;  
 après 200 000 épreuves :

18 chances sur 10 000, etc.

2<sup>o</sup> Les valeurs de l'écart médian (et, par suite, les valeurs de chacun des autres écarts) varient de façon analogue. Après 500 épreuves, il y a une chance sur deux pour que PILE soit sorti

entre 493 fois et 507 fois ;  
 après 50 000 épreuves :

entre 49 925 fois et 50 075 fois.

Cette loi s'applique aussi bien aux chances de gain (écarts positifs) qu'aux chances de perte ; elle comporte une *conséquence inévitable* pour tous les jeux inéquitables, comme ceux qu'organisent les casinos, où le prélèvement de l'Établissement, étant le même à chaque coup, augmente proportionnellement au nombre des coups, c'est-à-dire comme :

1 4 9 16 25 36 49 64 81 100,

alors que les chances de gain s'accroissent beaucoup moins vite (1), c'est-à-dire comme :

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10.

Si l'on s'en tient à la roulette — où le prélèvement est très modéré —, on peut calculer le nombre de coups au bout duquel le prélèvement aura « rattrapé » le gain probable. En prenant un ensemble de 1 000 joueurs qui auraient, chacun, misé 2 280 fois 10 francs, on trouverait :

250 gagnants,

250 joueurs perdant moins de 315 francs,

250 joueurs perdant entre 315 et 630 francs,

250 joueurs perdant plus de 630 francs.

Il n'y a pas moyen de faire autrement : plus on joue, plus on perd. Les joueurs peuvent couvrir des carnets de chiffres ;

(1) Bien entendu, les chances de perte augmentent de la même manière. Mais, en période de veine, le prélèvement entre en déduction du gain. Et, en période de guigne, le prélèvement vient s'ajouter à la perte.

ils peuvent « faire des calculs », dont le niveau ne dépasse jamais celui de la règle de trois et qui ne tiennent même pas compte de la racine carré ; rien n'y fait. L'indépendance des coups successifs a, pour conséquence nécessaire, l'impossibilité d'un « système de jeu », c'est-à-dire l'impossibilité de compenser à la longue le prélèvement légitime du tenancier (dont les frais généraux sont importants). C'est ce qu'un humoriste a traduit par la phrase lapidaire : « Toutes les martingales finissent par une culotte. »

Les systèmes reposent tous, sans exception, sur un raisonnement enfantin, dont il convient de montrer la fausseté, car des personnes non prévenues risquent de l'employer dans de plus graves circonstances.

Les esprits simplistes commettent une quadruple erreur :

1° Ils appliquent *trop tôt* la loi des grands nombres — ou ce qu'ils imaginent être cette loi — (à partir du sixième coup, par exemple) ;

2° Ce qui les conduit à *sacrifier* la loi fondamentale — *et sans anomalie aucune* — de l'indépendance des coups successifs ;

3° Ils croient à une compensation *rigoureuse*, alors qu'elle n'est qu'approchée (ce qui revient, au fond, à considérer comme certaine une éventualité assez probable) ;

4° Ils chiffrent par une certaine probabilité un événement *qui a déjà eu lieu*, d'où une confusion permanente entre la probabilité et la certitude, entre l'avenir et le passé (1).

Supposons que PILE vienne de sortir cinq fois de suite, en cinq minutes ; on en conclut à la légère que FACE aura « un tout petit peu plus de chances » d'apparaître au prochain coup. Cette affirmation provient de ce que l'on ne voit pas que les probabilités *ne sont pas du tout les mêmes*, selon que l'on se place au début de la partie (mettons : à 16 h), à 16 h 5 et à 16 h 6.

a) A 16 h, la série

P P P P P

a une chance sur trente-deux d'apparaître, toutes les autres possibilités (telles que P F P F F) réunies correspondant à 31 chances sur 32.

De même, toujours à 16 h, la série

P P P P P P

a une chance sur soixante-quatre de sortir (2). « Vous voyez bien, rétorquent nos

(1) Comme dans l'anecdote du militaire et du train (page 179).

$$(2) \text{ Car : } \frac{1}{32} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{64}$$

raisonneurs, que la passe-six (série de six) est beaucoup plus rare que la passe-cinq ! » Oui, mais ils oublient que (encore à 16 h) la série

P P P P P F

a *elle aussi* une chance sur soixante-quatre de se réaliser...

b) A 16 h 5, nos gens répètent le même raisonnement, en attribuant cette probabilité d'un trente-deuxième à la série de cinq PILE, que l'on vient de constater, alors qu'il n'y a plus (à 16 h 5) de probabilité, mais certitude ou, si l'on veut, probabilité de 100 % (une chance sur une). A 16 h 5, la probabilité de

(P P P P P) P

est une chance sur deux ; la probabilité de

(P P P P P) F

l'est également (1). Les passe-six sont certes plus rares que les passe-cinq ; mais, quand on vient d'avoir une passe-cinq, *le plus fort est fait* pour « décrocher » une passe-six.

c) A 16 h 6, toutes les séries précédentes correspondent à une certitude (probabilité de 100 %).

Que ceux qui ont compris l'absurdité de pareils raisonnements ne sourient pas ! Bien rares sont ceux qui ne les ont jamais employés ! Ils se consolent en pensant à leurs prédécesseurs ; l'illustre d'Alembert a « inventé » une martingale, dont Joseph Bertrand (1822-1900) a pu dire : « L'esprit de d'Alembert, habituellement juste et fin, déraisonnait complètement sur le calcul des probabilités » (les inventeurs de systèmes n'ont pas l'excuse d'exceller dans d'autres domaines de l'esprit) ; le philosophe français Pierre-Hyacinthe Azaïs (1766-1845) ne s'était-il pas figuré que les biens et les maux sont « exactement compensés » et qu'ils produisent, pour chaque homme, un résultat équivalent ?

La confiance si répandue — et toujours très vague — dans l'équipartition se précise par les deux principes suivants :

1° Comparé à *n'importe quel* autre écart, l'écart nul (équipartition) est toujours le plus probable ; mais l'écart nul est beaucoup plus rare que *la totalité* des autres écarts.

2° La probabilité de l'écart nul devient de plus en plus faible au fur et à mesure que le nombre des épreuves augmente ; la probabilité de l'ensemble des autres écarts devient de plus en plus considérable.

Si nous scindons un million de coups de pile ou face en *tranches* de mille coups, il se passera fréquemment ceci ; pendant le

$$(1) \text{ On a bien : } \frac{1}{1} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

premier millier de coups, il se produira une vingtaine de retours au zéro (équipartitions) ; cela continuera au cours des quelques milliers suivants ; puis on observera un écart exceptionnel (l'un des joueurs ayant été « en forme » pendant cent ou deux cents coups) ; dès lors, l'équipartition ne réapparaîtra qu'à la suite d'un écart insolite *en sens inverse*, si bien que, pendant plusieurs milliers de coups, on ne notera *aucun* retour à l'équilibre.

Il n'y a aucune contradiction entre l'imprévisibilité des coups successifs (vérité intangible) et la compensation ; car, d'une part, la compensation est bien moins parfaite qu'on ne le croit d'habitude (ainsi que nous l'avons longuement expliqué) ; et, d'autre part, il existe une infinité de manières pour qu'un certain équilibre se rétablisse, en parfait accord avec l'indépendance de chaque coup. Bien au contraire, la rareté croissante des séries de plus en plus longues et l'équivalence des deux alternatives à chaque coup sont deux affirmations identiques : elles se déduisent rigoureusement l'une de l'autre. Exprimer des doutes à ce propos, c'est se trahir soi-même, c'est prouver que l'on ne comprend rien aux jeux (ce qui n'est pas grave), ni au hasard (ce qui l'est davantage).

### La ruine au jeu

Le joueur, fasciné par l'appât du gain, ne songe pas à la ruine qui le guette, ou, plutôt, il n'y songe... qu'après. Le calcul des probabilités fournit, sur ce point encore, des indications rigoureuses, qui permettent d'y songer utilement... avant.

Occupons-nous tout d'abord d'un jeu *équitable*, comme pile ou face, où nous distinguerons divers cas :

1° Les deux adversaires engagent des sommes égales : chaque joueur a alors une chance sur deux de ruiner l'autre, quel que soit leur « système », quelles que soient les mises qu'ils risquent à chaque coup.

2° Supposons que l'un d'eux, Richard, dispose de 9 000 francs et que l'autre, Modeste, a une réserve de 1 000 francs. On

démontre que Modeste a dix chances sur cent de ruiner Richard, mais que Richard a quatre-vingt-dix chances de ruiner Modeste. Dans un jeu équitable, c'est toujours *le plus riche* qui a le plus de chances de gagner : le joueur le plus riche, moins sensible à la perte, peut soutenir le plus longtemps l'adversité. Pour une fois, la sagesse des nations a raison : l'eau va toujours à la rivière !

3° En précisant davantage, admettons que Modeste risque son billet de mille par enjeux de 100 francs contre un consortium dont les réserves sont illimitées. On obtient la courbe de la figure 8, qui s'appelle la

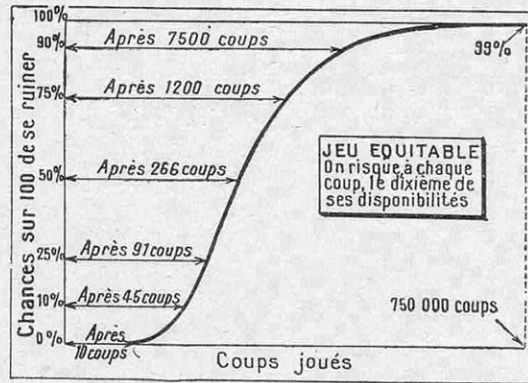


FIG. 8. — LA RUINE DES JOUEURS

La probabilité de ruine est donnée, d'une façon rigoureuse, par cette courbe, dite courbe en S, qui se déduit par intégration de la courbe en cloche (fig. 3).

courbe en S (ou ogive de Galton), et qui se déduit sans peine (1) de la courbe en chapeau de gendarme (fig. 3) ; on y remarque que Modeste a une chance sur deux de « tenir le coup » 266 fois.

4° Quant à Richard, il sera peut-être tenté de tenir le raisonnement suivant : « Disposant d'un capital de 9 000 francs, j'accepterai comme adversaires tous les détenteurs d'un billet de

mille qui consentiront à jouer, cent francs par cent francs, contre moi à un jeu équitable. Les mathématiques m'apprennent que je les ruinerai les uns après les autres... »

En fait, les mathématiques ne lui apprennent pas du tout cela :

a) La courbe (fig. 5) nous enseigne que les gains réalisés s'accroissent très lentement ;

b) Richard assimile une probabilité notable avec la certitude, et il se figure que ce qui est valable contre un joueur le deviendra contre plusieurs, par simples additions ;

c) S'il a neuf chances sur dix (avec son capital de 9 000 francs) de ruiner le premier joueur, il aura dix chances sur onze (avec son nouveau capital de 10 000 francs) de ruiner le second, mais comme :

$$\frac{9}{10} \times \frac{10}{11} = \frac{9}{11}$$

il n'aura que neuf chances sur onze de ruiner les deux premiers joueurs l'un après

(1) Par une opération du calcul infinitésimal, appelée *intégration*.

l'autre ; donc deux chances sur onze de se ruiner lui-même. De proche en proche, on voit qu'après avoir affronté neuf « clients », ses propres chances de ruine atteindront 50 % (1) et qu'elles augmenteront ensuite indéfiniment...

...Adieu veau, vache, cochon, couvée.

Les savants sont unanimes à le reconnaître, depuis Huygens, de Montmort, de Moivre, Lagrange et Ampère jusqu'à Joseph Bertrand et Eugène Rouché, sans parler des contemporains : un banquier, qui tiendrait des paris *équitable*s contre tous les joueurs qui se présenteraient, serait *sûr* de se ruiner, car le public peut être assimilé à un joueur unique, extrêmement riche. J. Bertrand remarque, parmi bien d'autres, « qu'il n'en est plus de même, dès que le jeu cesse d'être équitable et qu'un avantage, si petit soit-il, écarte la certitude de ruine. Le prélèvement du tenancier est nécessaire : il importe seulement de ne pas l'exagérer ».

Si les joueurs isolés, à moyens limités, sont, pour un jeu équitable, destinés à une ruine certaine, en misant indéfiniment, leur ruine reste aussi certaine, mais bien plus rapide (2), dans un jeu réel, dans un jeu de Casino, où le règlement est institué de telle sorte qu'un prélèvement est automatiquement perçu à chaque coup. Comme le dit fort bien Louis Bachelier, « penser qu'un jeu désavantageux à chaque coup puisse être avantageux dans l'ensemble est une absurdité qui déconcerte un esprit sain et lui semble inconcevable ». Et, cependant, combien de gens se comportent comme s'ils le croyaient ! Les inventeurs de systèmes s'apparentent à l'épicier légendaire, qui perdait un peu sur chaque article vendu et se rattrapait sur la quantité...

(1) Résultat tout naturel, puisque les neuf adversaires possèdent, à eux tous, 9 000 f.

(2) La courbe en S (fig. 8) est beaucoup plus verticale. A la roulette, la probabilité de ruine est de 50 % après 230 coups ; à la boule, après 85 coups seulement. A comparer avec ce que nous avons dit ci-dessus (en 3°).

## L'étude mathématique de la Loterie Nationale

Il existe un excellent moyen de faire bien comprendre ces notions primordiales que sont l'*équipartition* et l'*écart médian* : c'est de prendre comme exemple la Loterie Nationale, à laquelle les Français s'intéressent tous plus ou moins, et de la considérer comme un phénomène naturel, susceptible d'une étude scientifique *complète*.

Lorsqu'on songe au rôle de la « Science » dans les loteries, la plupart des gens se figurent qu'il s'agit « de trouver un procédé » pour connaître à l'avance le gagnant. Une telle croyance est excusable chez les profanes : n'avons-nous pas rencontré un professeur de philosophie dans une Faculté, qui écrivait cette phrase compromettante : « On peut prévoir, à peu près, au moins de temps à autre, quel est le numéro qui va sortir ? »

En d'autres termes, son affirmation laisse supposer qu'il y a une solution précise à la question suivante : « Etant donné que chaque numéro peut *indifféremment*

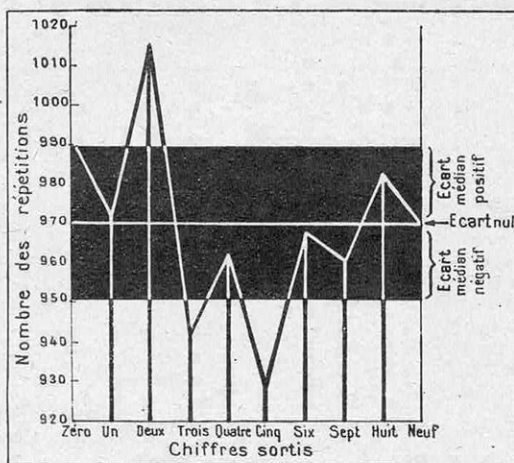


FIG. 9. — LA SORTIE DES CHIFFRES ISOLÉS APRÈS CINQ ANS DE LOTERIE NATIONALE. La ligne horizontale blanche correspond à l'écart nul (équipartition) ; les deux bandes noires définissent l'écart médian : la moitié des pointages se situent normalement à l'intérieur des bandes noires, la moitié à l'extérieur.

(1) être tiré d'une sphère (qui en contient dix), quel est celui qui va sortir au prochain coup ? » C'est à peu près comme si on demandait « comment faut-il s'y prendre pour tracer un carré rond ? » ; et tout le monde se souvient du problème fameux que les anciens proposaient à la sagacité des nouveaux dans les premiers âges de l'Ecole polytechnique (fin du XVIII<sup>e</sup> siècle) : « trouver l'âge du capitaine, connaissant la vitesse de son navire et la hauteur du mât ». La prédiction des futurs numéros de Loterie est le fait de naïfs ou d'escrocs, qui oublient (ou veulent oublier) qu'une des premières règles de l'esprit scientifique consiste à constater qu'il y a des questions *mal posées*, auxquelles on ne peut faire *aucune réponse* correcte.

Le premier tirage a eu lieu le 7 novembre

(1) Nous allons voir que l'expérience conduit à une vérification *rigoureuse* du mot « indifféremment ».

1933, ce qui représente, jusqu'à fin 1938, cinq années de fonctionnement (1), comprenant 66 tirages. *Le seul problème*, que ce « phénomène naturel » comporte, c'est de vérifier *après coup* si l'ensemble de ces tirages obéit réellement aux lois du hasard, en ce qui concerne :

a) d'une part, la répétition des dix chiffres isolés (2) ;

b) d'autre part, la répétition des nombres de six chiffres (3).

Les chiffres isolés atteignirent le nombre 9 700 (exactement).

Il serait absurde de penser que *chaque* chiffre « devrait » sortir 970 fois : une telle compensation rigoureuse n'a qu'une chance infime de se produire au cours de nombreux milliards de siècles !

Au contraire, on peut se demander quelle est la probabilité pour qu'un des dix chiffres (4) sorte 970 fois sur 9 700 tirages. On trouve alors 13 chances 1/2 sur 100, soit, en moyenne, une fois toutes les huit périodes de 5 ans (5).

(1) En comptant l'exercice 1933-1934 (11 tirages) pour un an.

(2) En laissant naturellement de côté les dix, les onze et les douze (ainsi que les treize et les quatorze, s'il y a lieu).

(3) On ne retiendra donc pas, dans ce cas, les nombres de cinq chiffres (jusqu'au 9 octobre 1934), ni les nombres compris entre 1 000 001 et 1 500 000 (qui sont apparus, pour la première fois, le 20 juillet 1935).

(4) Un *quelconque* d'entre eux, sans préciser lequel. Il faudrait d'ailleurs distinguer deux cas, suivant qu'un *seul* des chiffres remplit cette condition (prob. : 11,95 %) ou qu'au *moins un* des chiffres la remplit (prob. : 13,50 %).

(5) Nous allons voir que le NEUF est justement sorti 970 fois. Cela n'infirme, ni ne confirme notre calcul : la vérification devrait porter sur 200 ou 300 exercices analogues à celui qui s'est terminé à la fin de 1938. Comme dit Emile Borel, « non seulement le calcul des probabilités ne nie pas les cas exceptionnels, mais il les prévoit, et ce serait si ces cas exceptionnels ne se produisaient jamais que le calcul des probabilités serait en défaut ».

Mais, ce qui est plus intéressant, c'est de calculer l'écart médian, que l'on trouve égal à 19,4. Cela signifie, rappelons-le, que la moitié des chiffres donneront, en moyenne :

entre 950,6 et 989,4 répétitions ;

Un quart des chiffres, moins de 950,6 ;

Un quart des chiffres, plus de 989,4.

Le graphique (fig. 9) et le tableau (fig. 10) montrent qu'il en est bien ainsi. La série des tirages a été très régulière, comme on pouvait s'y attendre à la suite des précautions minutieuses qui ont été prises.

Au cours de ces cinq années, le chiffre DEUX a été « en veine », le chiffre CINQ « en guigne », mais l'un et l'autre assez

légèrement. Si la Loterie continue à fonctionner dans les années 1939-1943, il y a 71 chances sur 100 pour qu'un chiffre présente un écart supérieur au plus grand de tous ceux qui viennent d'être relevés (en l'espèce, à celui du chiffre DEUX).

Chiffres isolés sortis	Répétitions observées	Ecart en valeur absolue	Prob. d'un écart supérieur
ZÉRO .....	990	20	48,885 %
UN .....	972	2	93,284 %
DEUX.....	1 015	45	11,623 %
TROIS.....	942	28	33,705 %
QUATRE.....	962	8	77,371 %
CINQ .....	929	41	16,058 %
SIX .....	968	2	93,284 %
SEPT.....	960	10	72,246 %
HUIT .....	982	12	67,386 %
NEUF .....	970	0	98,650 %
Moyenne → 970		19,4 ←	Ecart médian

FIG. 10. — LA SORTIE DES CHIFFRES ISOLÉS A LA LOTERIE

Ce tableau fournit les éléments nécessaires pour construire le graphique de la figure 9. Il y avait près de 12 chances sur 100 pour qu'un numéro quelconque fût en aussi grande veine que l'a été le chiffre DEUX pendant ces cinq ans.

Le dépouillement des nombres de six chiffres donne

également lieu à de curieuses remarques : on en note 543, qui se répartissent comme l'indique le tableau (fig. 11) : l'accord entre la théorie et l'expérience est aussi satisfaisant que possible (1).

La « théorie » repose sur ce fait que tous les numéros ont la même chance de sortir (ici : une chance sur un million), *quel que soit le mode de tirage* : qu'on extraie un numéro dans un grand sac qui en contiendrait un million (1) ou que les six chiffres sortent les uns après les autres de six sphères, suivant la technique judicieusement adoptée (2). Naturellement, on ne classe pas ces numéros en les pointant un par un : ce « petit » travail, à raison de 250 numéros à l'heure, exigerait 100 semaines de quarante heures, avec de gros risques de

(1) Autrement dit, les écarts sont tout à fait normaux.

(2) Si le mode de tirage avait une influence, il n'y aurait pas de vérification possible (fig. 11).

se tromper. Mais la puissance des mathématiques est telle que la classification peut être terminée en un temps 80 000 fois plus court, soit en une demi-heure environ (1). Il y a là une réponse péremptoire à ceux qui « se méfient » des mathématiques ; comme disait le savant Joseph Fourier, qui vivait au début du siècle dernier, « l'emploi du calcul est comparable à l'usage d'un instrument dont on connaît exactement la précision ».

Premier résultat inattendu : les nombres, dont les six chiffres sont *tous différents*, sont

fanés, c'est que le 333 333 est un événement insolite, alors que, dans le premier million des nombres entiers, il y en a peut-être cinq cent mille ou huit cent mille qui ont une physionomie très banale, et qu'un simple coup d'œil ne distingue pas des autres : l'acheteur, qui détenait le 690 267 à la 11<sup>e</sup> tranche 1938 (fig. 11), n'a pas eu à se réjouir, lorsque le 232 051 gagna 5 000 000 (1).

Il importe maintenant de se demander quelle est l'« espérance mathématique » d'un acheteur de billet, c'est-à-dire « le juste prix de la chance », comme disait

Catégories	Exemples	Dates et lots	Répétitions observées	Répétitions théoriques	Prob. d'un écart supér <sup>r</sup>
Chiffres tous pairs.....	844 802	4 nov. 1938 (500 000)	7	8	49,273 %
Chiffres tous impairs .....	779 599	7 août 1938 (5 000 000)	7	8	49,273 %
Chiffres pairs et impairs....	807 158	27 nov. 1936 (1 000 000)	529	527	39,285 %
TOTAUX.....			543	543	
SIX chiffres identiques ....	333 333	non sorti	0	0	
CINQ chiffres identiques ..	447 444	non sorti	0	0	
QUATRE ch. identiques ..	799 899	6 mai 1937 (1 000 000)	6	6	90,027 %
QUATRE+DEUX.....	616 661	non sorti	0	1	44,047 %
TROIS chiffres identiques..	595 452	26 août 1936 (500 000)	50	55	69,757 %
TROIS+DEUX.....	033 037	27 déc. 1938 (500 000)	22	24	67,963 %
TROIS+TROIS .....	922 299	non sorti	0	0	
DEUX chiffres identiques .	232 051	4 nov. 1938 (5 000 000)	244	246	80,901 %
DEUX+DEUX .....	257 287	2 mai 1938 (3 000 000)	126	123	76,004 %
DEUX+DEUX+DEUX .	586 685	17 fév. 1936 (3 000 000)	8	6	61,042 %
Chiffres tous différents ....	130 742	11 janv. 1938 (3 000 000)	87	82	62,058 %
TOTAUX.....			543	543	

FIG. 11. — POINTAGE DES 66 TIRAGES DE LA LOTERIE NATIONALE

Ce tableau reproduit les diverses catégories des nombres de six chiffres. Les trois colonnes de droite dénotent une régularité exemplaire, puisque des divergences plus fortes avaient entre 40 et 80 chances sur 100 de se produire.

relativement exceptionnels (2). Mais, à l'autre bout, ceux dont les six chiffres sont *tous pareils*, sont encore bien plus rares : il y en a évidemment 10 sur un million, et il n'est pas étonnant qu'il n'en soit sorti aucun, au cours de nos 543 tirages.

Nous touchons ici à une superstition assez répandue parmi les acheteurs de billets : s'ils ont à choisir entre les deux numéros : 333 333 et 690 267,

la plupart d'entre eux préféreront le deuxième : « Comment voulez-vous qu'il sorte un TROIS de chacune des six sphères ? » Mais ils ne remarquent pas que la sortie du second numéro exige des conditions aussi difficiles à remplir... Ce qui dérouta les pro-

Augustin Cournot (1801-1877). Le meilleur moyen d'y voir clair, c'est de supposer qu'un joueur soit assez fortuné pour se procurer tous les billets d'une tranche, ce qui lui coûterait 150 millions ; il recevrait — si nous nous référons à une tranche actuelle — pour 90 millions de lots. On en déduit sans peine un conseil utile aux joueurs, qui désireraient avoir une chance sur quatre de gagner au moins un gros lot (valeur moyenne : 1 million) au cours des dix années qui vont suivre : il leur suffit, pour cela, de prendre, à chaque tranche, 2 700 billets entiers (le choix des billets n'a, bien entendu, aucune importance). S'ils se bornaient à acheter 27 billets entiers à chacune des tranches, ils auraient une chance sur quatre

(1) J'ai donné les résultats exacts à la page 144 de mon livre *La chance et ses jeux de hasard*.

(2) Il n'y en a que 151 200 (sur un million).

(1) Le tirage du 29 juillet 1939 a attribué le gros lot au n° 555 531 qui comporte quatre 5 successifs

de gagner au moins un gros lot pendant les dix prochains siècles... Ce n'est pas en engageant un petit capital qu'on aura beaucoup de chances de gagner gros !

Quant au *bilan* d'une tranche, il peut s'établir ainsi :

Vente des billets .....	150 millions
Paiement des lots .....	90 —
RESTE .....	60 —
A déduire : frais et invendus..	15 —
BÉNÉFICE DE L'ÉTAT .....	45 —

En tablant sur une quinzaine de tranches, la Loterie nationale, bon an, mal an, fait rentrer environ 700 millions dans les caisses publiques (sur un budget de nombreuses dizaines de milliards). Une goutte d'eau dans la mer, en quelque sorte...

### La psychologie de la Loterie Nationale

N'allons pas croire que les mathématiciens restent prisonniers de leurs chiffres ! C'est une fiction propagée par ceux qui poussent le mépris de la contradiction au point d'« admirer » les savants et de se croire, en même temps, plus « malins » qu'eux...

Au contraire, *il ne fait pas de doute* que, si le calcul des probabilités nous apporte un élément indispensable d'information, cet élément n'est qu'un des facteurs, qui vont intervenir dans la décision à prendre.

Les autres facteurs sont d'ordre psychologique.

La Loterie vend de l'espoir (1), et l'on peut affirmer, avec la plupart des savants, qu'il n'est pas absolument déraisonnable de payer 11 francs une espérance mathématique de 6 francs ou de payer 100 francs une espérance mathématique de 60 francs. Comme dit Emile Borel, « les personnes qui gagnent un gros lot trouvent même généralement qu'en prenant leur billet, elles ont été sages et prévoyantes... » Pour la plupart, les joueurs de Loterie croient faire un usage judicieux de leur argent ; ce sont, en réalité, des amateurs de sensations fortes, qui remédient, dans la mesure de leurs moyens, aux embarras financiers de la France.

Dans le tome I de l'*Encyclopédie française* (1937), Emile Borel conclut : « Une

(1) Il en est de même des casinos. Loterie et casinos s'opposent ainsi aux compagnies d'assurances, qui, elles, vendent de la sécurité. Espoir et sécurité sont des denrées précieuses et rares, qui doivent naturellement se payer *au prix fort*.

certaine inégalité est nécessaire aux sociétés. Si elle existe entre les fortunes, cela est dû à des causes qui ne sont pas toutes également légitimes, et on comprend que certaines injustices fassent souhaiter des différences moins profondes entre les conditions des hommes... L'emploi systématique et généralisé de la loterie pourrait être un de ces moyens ; car il est permis de penser que l'enrichissement au moyen d'un gros lot n'est pas plus immoral que l'enrichissement au moyen de certaines spéculations » (1).

### Le mystérieux hasard

Nous en avons assez dit pour que nos lecteurs se rendent compte que les probabilités posent des problèmes complexes, dépassant de beaucoup une intelligence moyenne qui les aborde directement, sans préparation suffisante. En face du hasard, l'homme de la rue manifeste des réactions bien connues, qui ont été notées par divers auteurs : des mathématiciens, comme Emile Borel dans son dernier livre (2) ; des philosophes, comme Achille Ouy, qui dirige la Revue internationale de Sociologie ; des littérateurs non conformistes, comme Louis Léon-Martin ou Gabriel Timmory.

Il s'agit de sujets touchant de près aux passions humaines ou qui émeuvent automatiquement la sensibilité. Bon nombre d'« adultes blancs et civilisés » demeurent indéfiniment dans un état intellectuel qui ne dépasse guère la mentalité infantile : instinctivement, l'être humain pense comme un primitif animiste, géocentriste, anthropomorphiste ; il est tiraillé entre ses connaissances scolaires, vite oubliées, et les apports des conversations, des lectures choisies au hasard, des scènes de la vie quotidienne interprétées tant bien que mal. Comment voulez-vous qu'il s'y retrouve ? Le résultat, c'est la débauche des amulettes, des porte-bonheur, des talismans, des fétiches. Tout finit par prendre une signification déterminante ou prémonitrice : le

(1) Dans l'état social d'aujourd'hui, ces opinions sont applicables aux grands établissements de jeux (aux établissements honnêtes, naturellement). Sans insister sur ce fait qu'ils font vivre un personnel important et qu'ils versent beaucoup d'argent dans les caisses de l'Etat, ils remplissent une double fonction : dispenser de l'espoir aux humbles (dont il faut faire l'éducation pour leur éviter des dépenses disproportionnées) ; aider les riches à lutter contre le désespoir (ce qui constitue, au même titre que les autres formes du luxe, un moyen d'égaliser les fortunes).

(2) *Valeur pratique et philosophie des probabilités* (1939).



fer à cheval, la corde de pendu, le trèfle à quatre feuilles, les couverts mis en croix, un miroir brisé, un chapeau sur un lit, un parapluie ouvert dans une chambre, les trois cigarettes, les treize à table, toucher du bois, passer sous une échelle, éternuer trois fois, casser un verre...

Cette faune de superstitions trouve un asile de choix dans le cerveau des joueurs invétérés, qui sont toujours de grands émotifs. L'un est sûr de gagner, parce qu'il y a longtemps qu'il perd, et l'autre, parce qu'il y a longtemps qu'il gagne. L'un entre toujours au Casino du pied droit, l'autre du gauche. L'un change de table tous les quarts d'heure ; l'autre, toutes les quarante minutes. L'un mise

sur son numéro de vestiaire, l'autre préfère celui de sa chambre d'hôtel. D'autres, enfin, se livrent à des « calculs savants » à partir de leurs dates de naissance, de première communion, de « tirage au sort » ou de mariage. « Bien entendu, ajoute Borel, le joueur prétendra toujours que les affirmations les plus absurdes sont *proouvées* par des observations, le plus souvent même par ses observations personnelles. Il a, par



FIG. 12. — STATUE ÉQUESTRE EN BRONZE DE LOUIS XIV, DANS LE HALL DE L'HOTEL DE PARIS, A MONTE-CARLO

*Ce cheval est couronné : le vernis de son genou droit a disparu, par suite des caresses de plusieurs générations de joueurs, qui attribuent à ce geste une vertu magique s'ils l'accomplissent tout de suite avant de se rendre aux salles de jeux.*

exemple, commis une fois l'imprudence de jouer un vendredi 13, et il a perdu tout ce qu'il a voulu : on ne l'y reprendra pas. Tel autre, au contraire, pensera que le nombre 13 le favorise : il faut bien, en effet, si deux joueurs s'affrontent un 13, qu'il y ait un gagnant et un perdant. » Tout cela constitue un usage caricatural de la notion de causalité, notion qui, en dépit de l'opinion vulgaire, n'a même pas l'excuse d'être scientifique.

La théorie des jeux est parvenue, depuis longtemps, à une *vérité définitive*, à laquelle d'illustres savants — comme Denis Poisson (pour le trente et quarante) et Joseph Bertrand (pour le baccara) — n'ont pas été étrangers. Les joueurs et, tout spécialement, les

inventeurs de systèmes seront les derniers à s'en apercevoir. Notons, en passant, cette situation privilégiée, car il existe, en science, bien peu de domaines où il ne reste plus rien d'essentiel à découvrir. Le hasard n'est mystérieux que pour les âmes simples, c'est-à-dire pour ceux qui ne savent pas poser un problème précis, en distinguant ce qu'on en connaît et ce qu'on en ignore.

MARCEL BOLL.

Le vignoble du Midi dépasse largement 400 000 hectares. Un hectare produit en moyenne 1 500 kg de sarments par an. Le poids total de sarments atteint donc annuellement 600 000 tonnes. Le poids de charbon de bois obtenu par carbonisation, égal théoriquement à environ le 1/5 du poids total, ressort donc à 120 000 tonnes. Si l'on songe que 1 200 kg de charbon de bois équivalent à 1 000 litres d'essence, on voit que la carbonisation des sarments pourrait aboutir à une diminution d'importation annuelle de 1 million d'hectolitres d'essence, rien que pour le Midi. Pratiquement, on est encore loin d'atteindre un pareil rendement dans les essais entrepris. Il n'en demeure pas moins qu'il y a là une source de combustible pour gazogènes fort intéressante et facile à exploiter puisqu'elle se renouvelle chaque année, tandis que la forêt met de dix à vingt ans pour autoriser une nouvelle coupe.

# VERS LA DISPARITION DES MALADIES INFECTIEUSES PAR LES MÉTHODES MODERNES D'IMMUNISATION

Par Pierre KESZLER

*La généralisation de la sérothérapie curative, grâce aux progrès accomplis dans la préparation des sérums (1), a réduit considérablement la mortalité due aux maladies infectieuses (diphthérie, peste, tétanos, gangrène). Mais mieux vaut prévenir que guérir. Le but de la vaccinothérapie est précisément de mettre l'organisme en état de défense en provoquant l'élaboration, dans son sein, de substances spéciales (les antitoxines) qui s'opposent à la prolifération des bactéries génératrices de l'infection. Cette méthode a enregistré, au cours de ces dernières années, des progrès non moins notables que ceux de la sérothérapie. C'est ainsi qu'après avoir utilisé exclusivement comme vaccins des microbes de virulence atténuée ou tués, on a démontré que, pour certains d'entre eux (diphthérie, tétanos), le principe conférant l'immunité est présent, non dans les bacilles eux-mêmes, mais dans les toxines qu'ils libèrent dans leurs bouillons de culture. Par un traitement approprié, on sait aujourd'hui détruire cette toxicité en respectant le pouvoir immunisant et obtenir ainsi des anatoxines dont l'injection représente aujourd'hui le traitement préventif le plus efficace contre certaines maladies. Enfin, dernière conquête de la vaccinothérapie, les travaux de Ramon et Zoeller ont permis de mettre au point la technique des « vaccinations associées », immunisant l'homme à la fois contre la typhoïde, la diphthérie et le tétanos. Telles sont, très schématisées, les étapes du développement logique de l'application à la thérapeutique des théories pastoriennes, grâce auxquelles la lutte contre les maladies infectieuses peut enfin être conduite avec succès sur une très grande échelle.\**

**L**ORSQUE Jenner découvrit la « vaccine », il apprit bien à immuniser bêtes et gens contre la variole, mais il ignorait complètement par quel mystère cet intéressant résultat était acquis. C'était un fait d'expérience.

Ce fut le triomphe de Pasteur que de déceler le processus de ces phénomènes et d'étendre la méthode à l'ensemble des maladies infectieuses. Certes, ni Pasteur ni ses disciples immédiats ne furent en mesure de combattre efficacement les innombrables maladies d'origine microbienne qui, chaque année, opèrent des ravages considérables tant parmi les humains que parmi les animaux domestiques.

Bien que d'immenses progrès aient été accomplis, nombre de graves infections échappent encore à la sagacité des biochimistes. Les recherches se poursuivent, et chaque jour apporte la contribution d'un savant à l'édifice commun.

Déjà, on peut dire que certaines maladies, mortelles autrefois, sont en régression très

marquée, et qu'en tout état de cause nous sommes armés pour éviter les issues fatales. La sérothérapie a réduit considérablement la mortalité due à certains bacilles tels que ceux de la diphthérie, de la peste, du tétanos ou de la gangrène.

Mais les résultats sont encore bien meilleurs si l'on substitue l'immunisation *préventive* à la sérothérapie *curative*.

## Comment se confère l'immunité

Selon le principe même de Pasteur, un organisme atteint d'une maladie infectieuse peut, s'il en réchappe, se trouver désormais à l'abri d'une nouvelle infection. Tout se passe comme si cet organisme, ayant conservé le souvenir de la maladie, disposait à l'avenir de moyens appropriés pour empêcher les bactéries d'élire à nouveau domicile dans ses tissus ou ses humeurs.

Or, ces « moyens appropriés » ne sont autres que les antitoxines circulant dans le sang et que l'organisme avait élaborées pour sa propre défense. Tous les procédés tendant à immuniser un individu contre un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, page 31.

infection auront donc pour but de provoquer la formation d'antitoxines spécifiques, ces antitoxines rendant pratiquement l'organisme inhabitable pour les bactéries génératrices de l'infection.

Selon la nature des microbes ou virus, la sensibilité plus ou moins grande de l'espèce aux germes pathogènes, les méthodes d'immunisation varient assez sensiblement.

On peut, et c'est la pure méthode pastoriennne, provoquer une maladie bénigne au moyen de cultures microbiennes vivantes, mais de virulence atténuée. C'est le cas de la rage et du charbon.

Si l'atténuation se révèle insuffisante, on tue le microbe, et la maladie bénigne n'est plus provoquée par les bactéries elles-mêmes, mais par les poisons contenus dans les cellules tuées. La plupart des vaccins existants relèvent de cette technique.

Certains microbes sont en eux-mêmes inoffensifs, mais

les poisons ou toxines issus de leur métabolisme sont capables, en circulant dans l'organisme, de provoquer des troubles fonctionnels pouvant déterminer la mort. L'exemple fameux de Mithridate suggéra aux savants d'inoculer de très petites quantités de ces poisons à un organisme sain en vue de provoquer les réactions d'autodéfense telles qu'elles se produisent en cas d'injection de bactéries vivantes. L'expérience antique reprise au laboratoire confirma les résultats séculaires. On peut

«mithridater» un organisme progressivement, jusqu'à lui inoculer des quantités de toxine plusieurs fois mortelles. L'immunité est obtenue. On a appelé propriété *antigénique* cette aptitude de certaines substances à provoquer dans l'organisme la formation d'anticorps susceptibles de neutraliser leur toxicité, et *antigène* toute substance jouissant de la particularité antigénique.

### Des toxines aux anatoxines

Jusqu'en 1923, on n'utilisa comme vaccin que des microbes atténués ou tués (vaccin anticharbonneux de Pasteur, vaccin antityphoïdique, etc.), ou bien des virus atténués (vaccin jennérien) où le principe immunisant est représenté par le bacille ou le virus lui-même. Pour d'autres germes, tels que ceux de la diphtérie ou du tétanos, le principe immunisant n'est plus renfermé dans le bacille, mais dans les substances toxiques que l'on trouve dans le

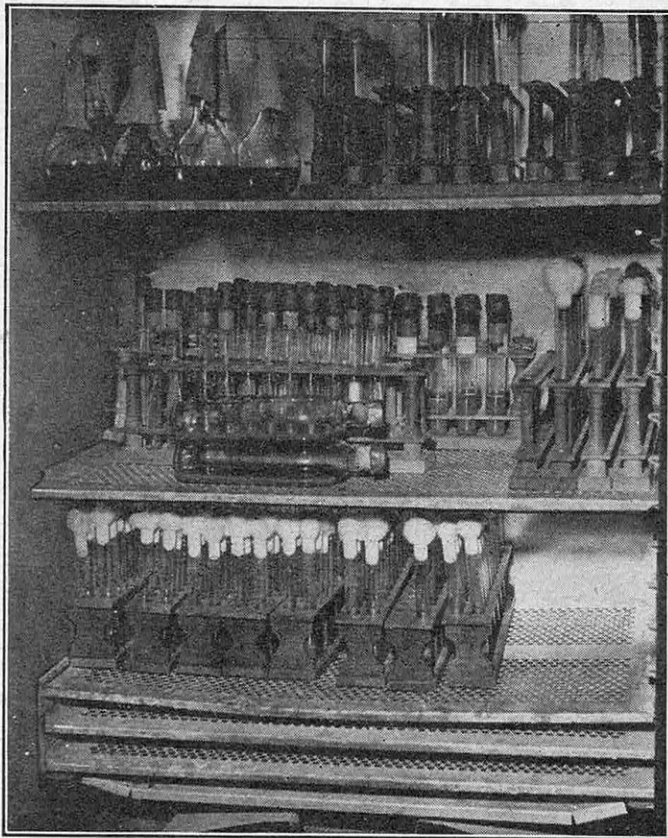


FIG. 1. — LES CULTURES MÈRES A L'INSTITUT PASTEUR  
*Dans une étuve sont conservées toutes les cultures mères destinées à la préparation des vaccins. Chaque tube ou chaque ballon porte, outre les indications précisant la nature et la race du bacille, la date du dernier repiquage. Ce sont ces cultures, constamment renouvelées, qui constituent la source de toutes les colonies microbiennes cultivées intensivement pour la production de quantités considérables de vaccins.*

bouillon de culture. Or, ces toxines, contenant bien le principe immunisant, possèdent aussi la fâcheuse propriété de provoquer la maladie et même la mort. Le docteur Ramon s'attacha à détruire le poison de la toxine tout en respectant son pouvoir immunisant ou antigénique.

Après maintes recherches et par une méthode fort simple, il est parvenu à ce résultat merveilleux de pouvoir inoculer des quantités importantes de ces *anatoxines* sans que l'organisme en souffre et tout en

provoquant une énergique riposte d'anticorps. L'immunisation par anatoxine représente donc actuellement le moyen le plus sûr et le plus efficace de préserver hommes et animaux de certaines maladies. Toutefois, toutes les bactéries ne se prêtent pas à la préparation des anatoxines, et c'est pourquoi toutes les méthodes d'immunisation sont utilisées par le corps médical comme par le corps vétérinaire.

### La préparation des souches

Quel que soit le mode d'immunisation adopté, il faut toujours commencer par préparer les cultures microbiennes mères.

Certaines bactéries et certains virus possèdent la propriété de s'atténuer ou, au contraire, de s'exalter par des passages sur d'autres espèces. Par exemple, le bacille du rouget du porc, inoculé au lapin, s'exalte et devient de plus en plus virulent pour le lapin, mais, par contre, s'atténue proportionnellement pour le porc. Si le passage a lieu sur le pigeon, la virulence s'exalte tant pour l'oiseau que pour le porc. On peut ainsi obtenir une gamme de virulence dans laquelle on prélèvera l'échantillon voulu pour conférer l'immunité.

D'autres germes sont atténués héréditairement par la chaleur ; ils sont donc traités convenablement dans des étuves. D'autres encore perdent leur virulence par vieillissement.

Enfin, pour toutes les immunisations faisant appel à des germes tués ou à leurs toxines, on cultive les souches de telle sorte

qu'elles atteignent leur maximum de virulence. Selon leurs propriétés, les conditions de la culture varient. Tandis que le bacille diphtérique, aérobique, est cultivé dans de petits ballons garnis de peu de bouillon et repiqué tous les trois jours afin de profiter de l'exaltation des cultures jeunes, le microbe du tétanos peut être conservé un peu n'importe comment, sa résistance à la mort

étant certainement la plus extraordinaire du monde vivant. Des spores tétaniques, prélevées sur des momies enfouies depuis six mille ans, ont instantanément retrouvé leur virulence une fois ensemençées dans un bouillon convenable. Le même bacille résiste aussi bien à une température de 100° qu'à une ultrapression de 18 000 atmosphères. On peut le conserver indéfiniment dans des ampoules scellées sous le vide... Pratiquement, afin de favoriser sa culture, on l'entretient dans un bouillon

maintenu dans un vide relatif, le germe étant anaérobie.

Le bacille d'Eberth (fièvre typhoïde) se cultive par passage sur la souris aux fins d'exaltation. Nous pourrions multiplier les exemples, montrant que, pour chaque bactérie ou virus, d'innombrables expériences ont été conduites afin d'obtenir des souches-mères aussi parfaites que possible.

Ajoutons que des cultures d'un même microbe sont ensemençées avec des germes provenant des régions auxquelles le vaccin est destiné, certaines espèces présentant des caractères différents selon les latitudes.

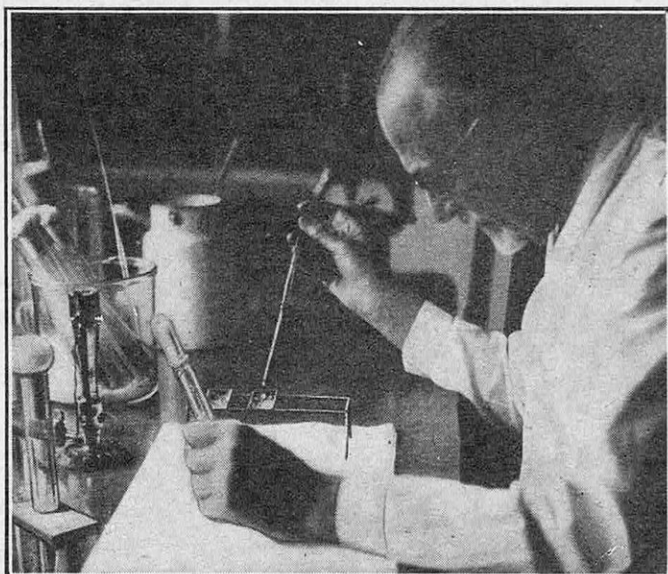


FIG. 2. — ÉTUDE COMPARATIVE DE PLUSIEURS CULTURES  
*Plusieurs souches d'une même espèce sont contenues dans les tubes à essai que l'on aperçoit au premier plan. Afin de les comparer entre elles, on prélève une goutte de chacune d'elles que l'on étale sur une lamelle de verre. Le simple aspect extérieur du liquide formant une mince pellicule sur le verre peut déjà apporter d'utiles renseignements. Mais c'est l'observation microscopique et un certain nombre d'expériences chimico-biologiques qui détermineront les caractéristiques exactes de chaque culture. Tous ces contrôles sont indispensables pour obtenir des vaccins dont les propriétés soient toujours semblables à elles-mêmes. Devant l'expérimentateur, un bec Mecker à flamme très chaude est continuellement utilisé pour stériliser tous les objets servant à ces délicates manipulations.*

### La préparation industrielle des vaccins tués

Tandis que les vaccins vivants ou atténués sont utilisés à partir des souches elles-mêmes, il n'en va pas de même pour les vaccins composés de germes morts.

Il y a plusieurs moyens de détruire les bactéries. L'action de la chaleur est suffisante dans un grand nombre de cas. Parfois on se sert d'un antiseptique, le formol, ou l'éther; enfin, on peut « lyser » les germes en les soumettant à l'action de diastases ou encore des bactériophages de d'Hérelle (1).

La plupart des vaccins courants étant préparés par l'action de la chaleur, nous allons voir comment des quantités considérables sont obtenues en très peu de temps.

Quel que soit le germe, la méthode reste la même. Il n'est que certaines particularités de détail qui varient d'une bactérie à l'autre.

On commence par confectionner un bouillon de culture en faisant bouillir de la viande. On obtient ainsi un liquide épais, de la gélose, que l'on dépose dans des flacons à flancs plats. Après stérilisation à l'autoclave, les flacons, ou boîtes, dont on obture les goulots avec du coton stérilisé, sont refroidis. La gélose se fige et on peut alors ensemençer les boîtes. Un ballon de culture mère est muni d'une sorte de pipette grâce à laquelle quelques gouttes de culture sont projetées sur la gélose de chaque boîte. On étend alors la culture sur toute la surface de la gélose en inclinant le flacon en

tous sens. Puis les boîtes sont empilées dans des étuves à 37°, où elles restent environ dix-huit heures.

A ce moment, une pellicule microbienne recouvre la gélose. Pour la détacher, on verse dans la boîte de l'eau salée à 8 ‰, que l'on siphonne ensuite dans des récipients aseptisés. Ces récipients sont étuvés à des températures et pendant des temps variables, selon les germes, afin d'obtenir la mort des bactéries. Au sortir de l'étuve, le contenu des ballons est étudié au microscope et essayé sur des cobayes, afin de contrôler la mort des germes, leur pouvoir antigène et leur densité au centimètre cube. Après quoi, il ne reste plus qu'à enclorre le liquide dans des ampoules stériles (1).

Parfois il faut associer plusieurs cultures tuées dans les mêmes ampoules. C'est le cas notamment du vaccin T. A. B. qui contient par cm<sup>3</sup> : 1 800 millions de bacilles typhiques, 1 200 millions de bacilles paratyphiques A et autant de paratyphiques B.

### Comment on obtient des tonnes d'anatoxine

Nous avons vu plus haut que la méthode de Ramon permettait de transformer les

toxines élaborées par certains bacilles en antigènes non toxiques ou *anatoxines*.

Pour le moment, trois anatoxines seulement sont délivrées à la thérapeutique : l'anatoxine diphtérique, l'anatoxine tétanique et l'anatoxine staphylococcique. C'est

(1) Les ampoules en verre étiré pouvant se fendiller de façon imperceptible, et des accidents s'étant produits, le verre étiré a été remplacé par du verre moulé.

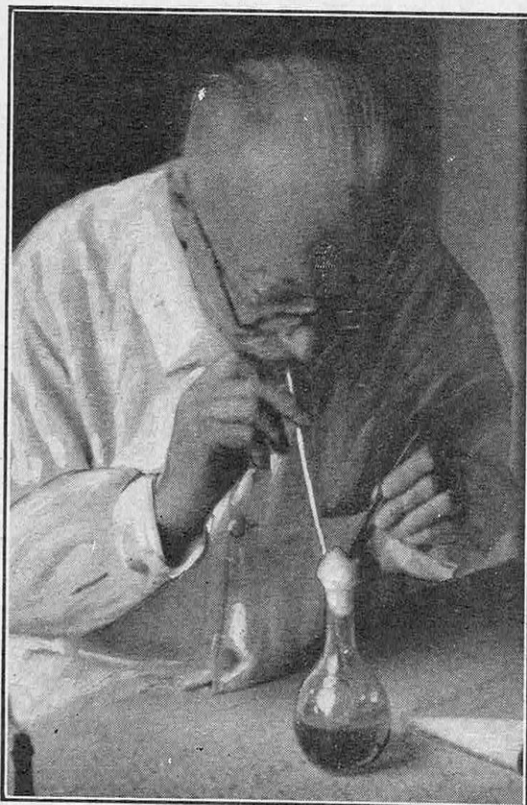


FIG. 3. — COMMENT ON PROCÈDE AU REPIQUAGE DU BACILLE DIPHTÉRIQUE

*Tous les trois jours, le bacille diphtérique est réensemencé afin de disposer constamment de bactéries jeunes de virulence maximum. C'est toujours la même souche originelle qui est entretenue depuis 1894, époque à laquelle le biologiste américain W. Park envoya au professeur Roux le microbe qu'il avait isolé. On remarquera que le prélèvement dans le tube à essai contenant la culture mère se fait à l'aide d'une pipette. Afin d'éviter que par inadvertance des germes puissent arriver jusqu'à la bouche de l'opérateur, un tampon de coton stérilisé est glissé dans le tube.*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 253, page 36.

que, jusqu'à présent, on ne peut préparer les anatoxines qu'en partant des toxines secrétées par les bactéries ou *exotoxines*. Or nombre de germes n'expulsent pas leur poison, mais le contiennent; ces toxines sont dites *endotoxines*. Des savants s'efforcent actuellement de les isoler afin de pouvoir les transformer également en anatoxines.

Le premier problème, pour faire de l'anatoxine, c'est de produire des hectolitres de toxines. Pour cela, on prépare des bouillons de culture extrêmement riches, en faisant

montrer que c'est après ce délai que les toxines dissoutes dans le bouillon possèdent le titre le plus élevé.

Outre le bouillon, les flacons renferment des « peaux » qui ne sont que des amas de milliards de bactéries. Un premier filtrage sépare ces membranes du liquide. Un second, sur filtre Chamberland, retient tous les germes qui, non agglutinés, avaient franchi le filtre de papier.

Les bocaux contenant les toxines sont alors titrés par la méthode de floculation de

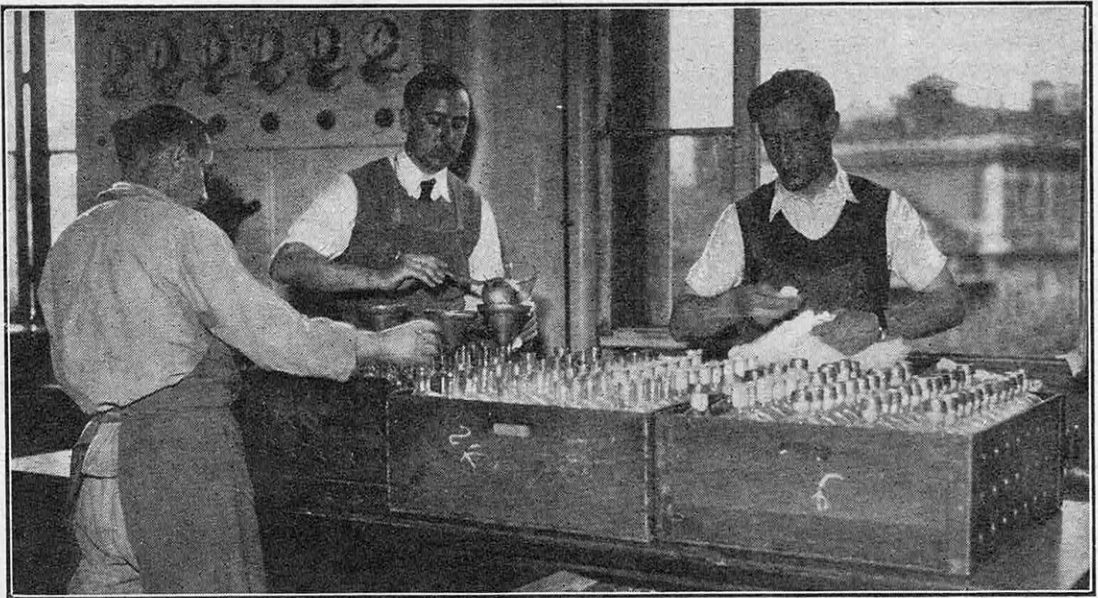


FIG. 4. — LE GARNISSAGE DES « BOITES » DE BOUILLON

*Le bouillon de gélose encore chaud est déposé dans les flacons plats appelés « boîtes ». Quelques centimètres cubes seulement suffisent à former une couche couvrant un des côtés plats de chaque boîte. Avant de laisser refroidir la gélose, on couche les boîtes à plat. De la sorte, le bouillon se fige en une pellicule régulière sur laquelle sera étendue la petite quantité de culture mère destinée à proliférer.*

digérer par des pepsines et de l'acide chlorhydrique de la viande de bœuf bouillie dans de l'eau. Après vingt-quatre heures de cette digestion artificielle, le liquide est décanté, alcalinisé, stérilisé et additionné de glucose. Ce bouillon est alors versé dans des flacons de forme différente, selon qu'il s'agit de la toxine tétanique ou de la toxine diphtérique. Les flacons destinés au tétanos sont larges de la base et amincis vers le haut; ils sont remplis aux deux tiers. Les flacons destinés à la diphtérie sont larges de base et cylindriques; on ne les garnit que d'un demi-litre de bouillon, en laissant un grand volume d'air.

Au moyen d'une pipette, ces flacons sontensemencés et placés dans des étuves à 35° pendant douze jours. L'expérience

Ramon, et qui consiste en la neutralisation d'une quantité connue de sérum de titre précis par la toxine.

Transportées alors à Garches, les toxines produites par l'Institut Pasteur de Paris sont soumises à l'action du formol (4 cm<sup>3</sup> par litre), puis étuvées durant un mois à la température de 38/40°. Et cette toxine tétanique, dont 1 cm<sup>3</sup> aurait fourni 50 000 doses mortelles pour le cobaye, est devenue un liquide si inoffensif que 5 cm<sup>3</sup> inoculés à un cobaye de 250 g ne troublent en rien sa croissance régulière. Or, ces 5 cm<sup>3</sup>, s'ils étaient toxiques, représenteraient 250 000 doses mortelles. Pour la diphtérie, les chiffres seraient respectivement 5 000 et 15 000 doses mortelles.

Pourtant ce liquide, s'il a perdu sa toxicité,

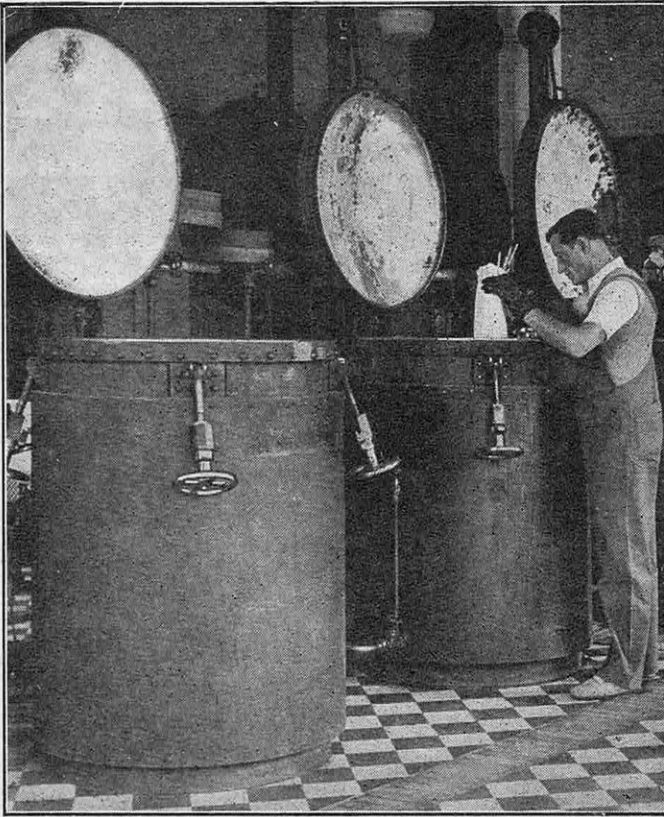


FIG. 5. — LA STÉRILISATION DES BOUILLONS DE CULTURE  
*Avant l'ensemencement, les bocaux qui contiennent les bouillons sont stérilisés dans de vastes autoclaves chauffés à la vapeur.*

possède toujours la propriété de pouvoir être titré par la méthode de floculation. Il continue de neutraliser l'antitoxine et a conservé son pouvoir antigène. C'est l'anatoxine.

Avant d'être scellée en ampoules, l'anatoxine est titrée à nouveau, et une solution de bleu de méthylène est ajoutée à l'anatoxine diphtérique afin de la distinguer aisément.

Les progrès réalisés dans la préparation des bouillons de culture, le développement des colonies microbiennes et le traitement des toxines ont permis d'améliorer le titre des anatoxines. De 8 qu'il atteignait lors des premières expériences, il est parvenu à 30.

Enfin, ajoutons que chaque « passe » de préparation est de 300 litres, et qu'à ce jour il a été délivré environ 15 t d'anatoxine diphtérique par le seul Institut Pasteur de Garches.

### L'efficacité de l'immunité antidiphtérique obtenue par l'anatoxine

Les chiffres mieux que toutes les « impressions » fournissent la preuve de l'efficacité. A Paris, où à peine 50 % des enfants ont été vaccinés, la mortalité diphtérique est passée de 318 en 1928 à 72 en 1938, soit une économie de 246 vies humaines. Au Canada, où la vaccination antidiphtérique, selon la méthode de Ramon, a été entreprise très largement (70 à 80 % de vaccinés), la mortalité par diphtérie passe, dans l'Ontario, de 10,8 pour 100 000 habitants à 0,8. A Hamilton, ville de 150 000 habitants, il n'y a plus eu de décès dû à la diphtérie depuis 1930 et aucun cas de diphtérie depuis 1933. A Toronto (650 000 habitants), la morbidité passe de 164 pour 100 000 habitants, en 1930, à 3,5 pour 100 000, sans aucun décès en 1937. A New York, le célèbre W.-H. Park, qui envoya en 1894 les souches mères de diphtérie au professeur Roux, a abandonné sa méthode personnelle d'immunisation pour procéder à la vaccination par anatoxine. En 1929,

la diphtérie tuait 700 personnes, soit 11,2 pour 100 000 habitants, dans la grande cité

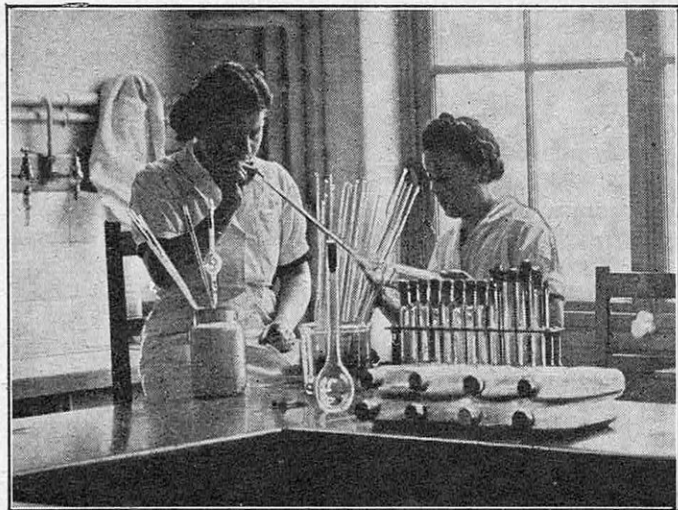


FIG. 6. — L'ENSEMENCEMENT DES BOUILLONS BACTÉRIENS  
*Au moyen d'une pipette, on introduit quelques gouttes de culture mère qu'on étale ensuite sur toute la surface de la gélose.*

américaine. En 1936, 35 victimes seulement, soit 0,47 pour 100 000. A Genève, ville où cependant la liberté individuelle est respectée plus que partout ailleurs, la vaccination a été rendue obligatoire, en 1932, pour les enfants des écoles. Résultat : en 1936, plus aucun décès par diphtérie.

### Les vaccinations associées

*La Science et la Vie* a déjà signalé à ses lecteurs le principe des vaccinations associées. Il est intéressant de connaître comment l'expérience, en la matière, triompha

Garches, que les chevaux producteurs de sérum fournissaient une antitoxine de titre beaucoup plus élevé lorsqu'un abcès s'était déclaré au point d'injection de l'antigène. Des expériences méthodiques confirmèrent cette constatation fortuite. Approfondissant la question, le docteur Ramon comprit que ce n'était pas tant l'infection locale qui favorisait l'augmentation du taux antitoxique, mais bien plutôt l'œdème inflammatoire en résultant qui entravait la diffusion de l'antigène dans l'organisme. Après avoir essayé divers moyens pour provoquer

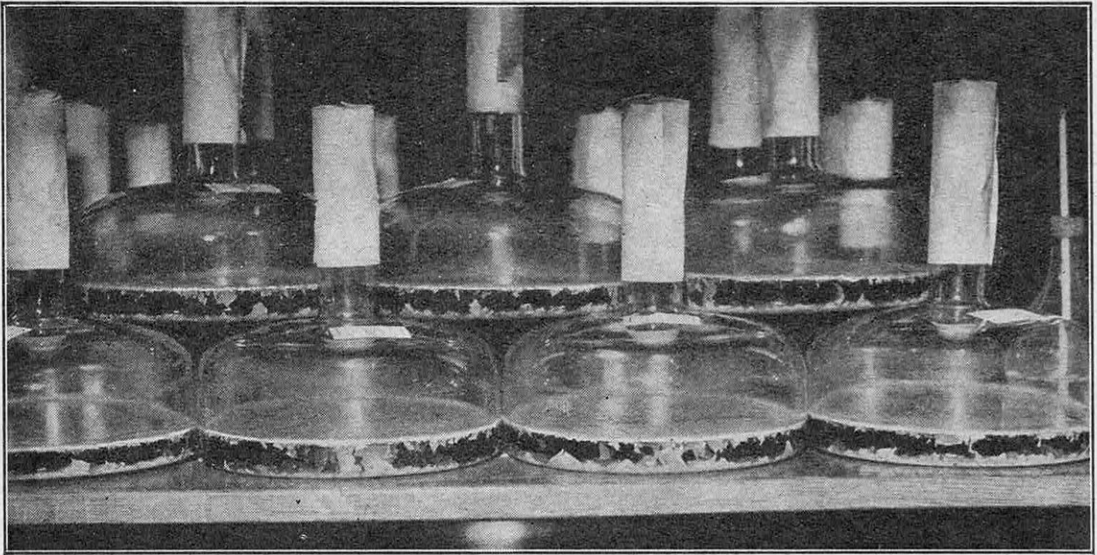


FIG. 7. — L'ÉTUVAGE DES TOXINES

*Après ensemencement, les bocalux contenant les bouillons sont placés dans une étuve réglée sur la température la plus favorable pour chaque espèce de bacille. Ici, nous voyons les flacons contenant les microbes de la diphtérie après quelques jours d'étuvage. Les colonies microbiennes forment sur la surface du bouillon et même dans le bouillon une sorte de croûte molle. Le bouillon est peu à peu transformé en solution de toxine. Après douze jours, il sera filtré sur bougie.*

de la théorie. Jusqu'aux environs de 1925, il était admis, d'après les travaux d'auteurs allemands, que l'organisme ne pouvait faire simultanément les frais de plusieurs immunisations spécifiques. Il y avait bien l'exception du vaccin T. A. B. antityphoparatyphoïdique A et B, mais on admettait que ces trois bactéries étaient de la même famille et que, dans ce cas, il n'y avait pas de concurrence entre les antigènes. Cette théorie de la *concurrence des antigènes* obligeait donc à des injections multiples et successives pour conférer à un sujet une immunité polyvalente. Dans certains hôpitaux américains, les infirmières devaient subir douze injections. La généralisation de cette méthode s'avérait difficile. Or, dans le même temps, le docteur Ramon constatait, à

cet œdème, il adopta le tapioca stérilisé, et nous avons vu, à propos des sérums (1), que, grâce à cet artifice, il avait obtenu des antitoxines d'un titre trente fois supérieur. Mais ce résultat, pourtant intéressant, ne l'empêcha pas d'entrevoir une fissure dans l'édifice de la concurrence des antigènes. Associant ses travaux à ceux de Chr. Zoeller, il eut l'idée d'injecter simultanément, à l'homme, l'anatoxine tétanique et le vaccin T. A. B., ce dernier devant jouer le rôle du tapioca pour retenir l'anatoxine le plus longtemps possible.

Maintes expériences montrèrent la fécondité de cette méthode, qui, inoffensive, se révéla par surcroît d'un rendement accru sous le rapport de l'immunité conférée.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 265, page 31.



Un nouveau progrès fut celui de l'adjonction de l'anatoxine diphtérique au vaccin associé déjà réalisé. Ainsi, trois injections triples devenaient suffisantes pour immuniser solidement l'homme contre trois infections aussi graves que la typhoïde, la diphtérie et le tétanos.

Trois injections tout de même, l'expérience montrant que, pour obtenir une immunisation durable, il fallait solliciter l'or-

formations occupant des ports et des garnisons où la diphtérie sévissait à l'état endémique. On utilisa l'association T. A. B. anatoxine diphtérique. L'épreuve de Schick, qui permet de vérifier l'état de réceptivité ou d'insensibilité au bacille diphtérique, fut négative chez 100 % des sujets vaccinés. Devant ce succès, un nouveau pas en avant a été fait en adjoignant aux deux précédents antigènes l'anatoxine tétanique. Depuis

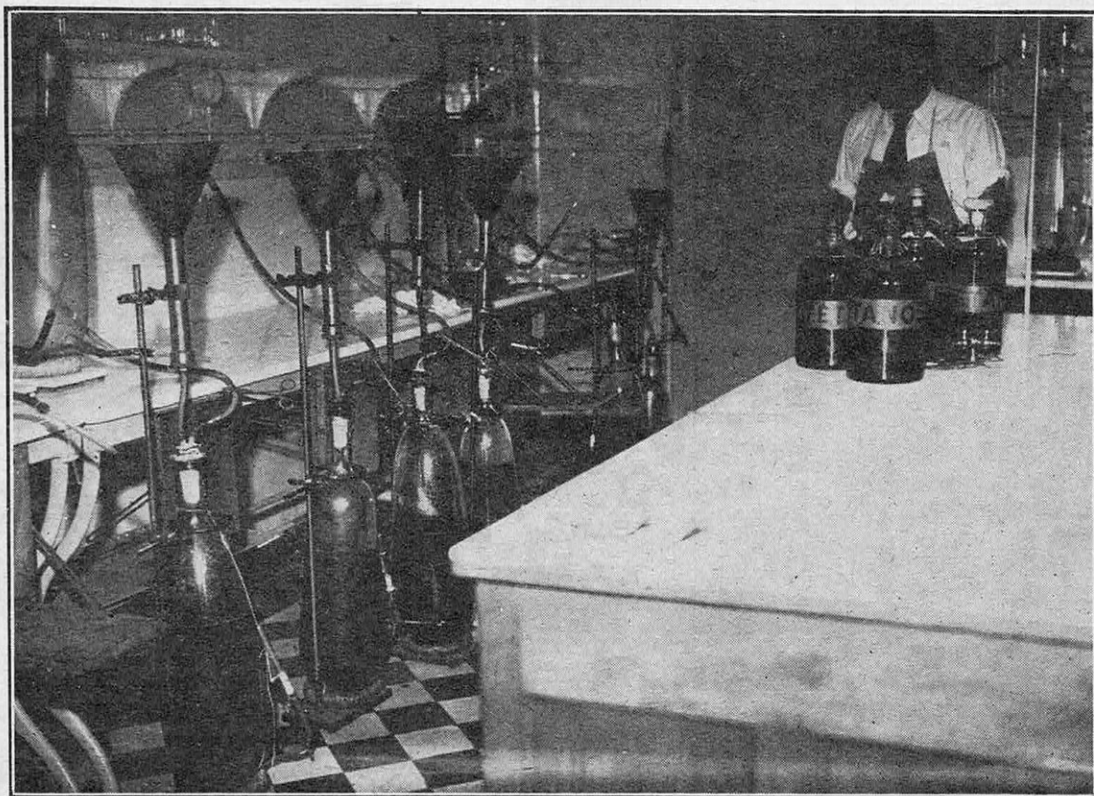


FIG. 8. — LE FILTRAGE DES TOXINES

*Après le séjour dans l'étuve, les bouillons de culture (tétanique en l'espèce) sont filtrés sur bougie Chamberland-Pasteur, afin que toutes les bactéries soient retenues sur la porcelaine. Le liquide recueilli contient la toxine dont le taux est exactement mesuré.*

ganisme à plusieurs reprises. Les deuxième et troisième injections renforcent et prolongent l'effet de la première immunisation. D'une manière générale, l'immunité n'apparaît pas immédiatement. Elle atteint sa valeur après douze ou quinze jours, et on peut la mesurer en titrant le sérum prélevé sur le patient.

### Quelques résultats

C'est en 1932 que fut inaugurée dans l'armée française la méthode des vaccinations associées. Les premiers résultats, sévèrement contrôlés, portaient sur des

le 15 août 1936, une loi rend cette vaccination associée obligatoire dans l'armée et, aussitôt, la morbidité diphtérique a diminué dans des proportions considérables, la mortalité tendant vers zéro. L'hôpital du Val-de-Grâce eut à traiter, en 1928, 163 cas de diphtérie et 2 furent mortels ; en 1932, 123 cas dont 3 mortels ; en 1935, 145 cas sans issue fatale (grâce au sérum) ; en 1936, avant la généralisation de la méthode, 98 cas dont 1 mortel ; en 1937, après la première campagne méthodique, 13 cas seulement, et, en 1938, 9 sans mortalité pour ces deux années. Dans la région militaire de l'Est,

172 cas en 1933, 19 en 1937. Encore faut-il ajouter que les cas de maladie sont souvent observés sur des sujets non encore vaccinés.

Enfin un contrôle fort instructif a été pratiqué dans des corps de troupe, portant sur 7 000 soldats. Un certain nombre des vaccinés firent l'objet de prises de sang au cours des mois qui suivirent la vaccination. Au bout d'un an, 99 % des sujets étaient encore immunisés.

Les résultats obtenus à l'étranger confirment pleinement ceux que nous citons ci-dessus.

Quant à l'efficacité du T. A. B., l'expérience à grande échelle pratiquée de 1914 à 1918, dans toutes les armées, avait été assez probante pour que son emploi fût rendu obligatoire dans toutes les formations militaires.

Dans le domaine vétérinaire, les résultats ne sont pas moins encourageants, puisque le tétanos a complètement disparu, dans la cavalerie française, depuis que tous les chevaux sont immunisés au moyen de l'anatoxine.

La plupart des maladies des animaux domestiques peuvent être aujourd'hui prévenues ou guéries par la vaccination, la vaccinothérapie ou la sérothérapie. Seule, la fièvre aphteuse attend toujours son vaccin ou son sérum spécifique.

### Comment obtenir le plus haut rendement des méthodes d'immunisation

Depuis que la vaccine est pratiquée universellement, on peut dire que la variole a disparu. Que, demain, on confère l'immunité contre la diphtérie non plus seule-

ment aux soldats, mais à tous les habitants d'un pays, et l'on peut affirmer que les bacilles, ne pouvant plus proliférer sur des organismes, se raréfieront au point de disparaître. Certes, on ne peut espérer chasser ainsi les microbes de la typhoïde ou du tétanos qui ne pénètrent dans les individus qu'accidentellement, mais, si tout le monde est immunisé, les chances de morbidité et de mortalité se trouveront singulièrement réduites.

Par ailleurs, les recherches inlassables de maints savants disséminés dans toutes les parties du globe concourent à découvrir dans les germes mêmes les substances chimi-

ques qui engendrent la maladie. On veut parvenir à disséquer la bactérie, afin d'isoler sa toxine, l'analyser et trouver l'élément chimique capable de la détruire, et, par cette voie, la bactériologie retournera à ses origines purement pastoriennes. Le fronton de l'Institut Pasteur ne s'orne-t-il pas de cette inscription : *Chimie biologique?*

PIERRE KESZLER.

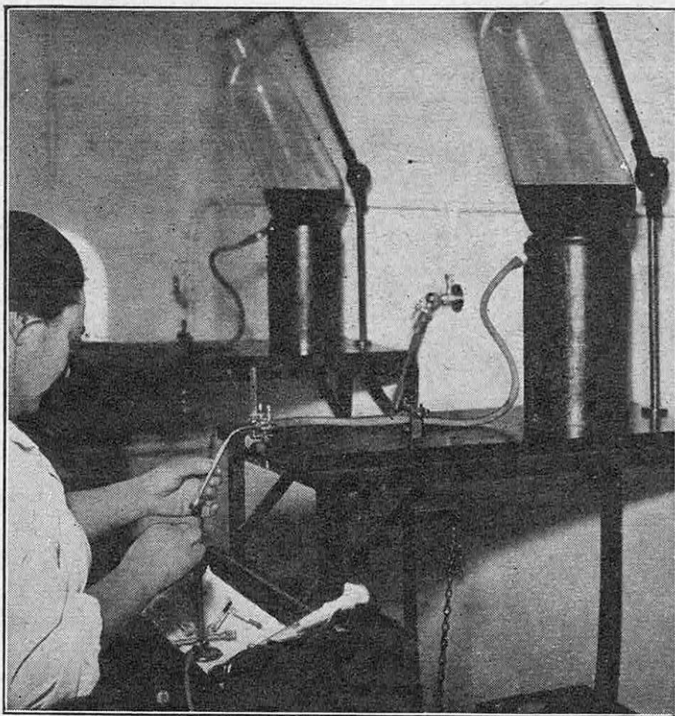


FIG. 9. — LA MISE EN AMPOULES DES VACCINS

*Les vaccins contenus dans les « allonges » sont amenés par des tubes en caoutchouc jusqu'à un embout dont le diamètre est inférieur à celui du col des ampoules. Des repères, tracés sur ces dernières, permettent de les emplir exactement du nombre de centimètres cubes désiré. Notons que les ampoules en verre soufflé ou étiré pouvant se fissurer de manière invisible (des accidents se sont produits), l'Institut Pasteur n'utilise plus que des ampoules en verre moulé. Afin d'éviter toute possibilité de contamination, les ouvrières n'ont aucun contact direct avec l'orifice de l'ampoule. En effet, ces dernières, après stérilisation, sont bouchées avec un tampon de coton stérilisé. Le col de l'ampoule est passé à la flamme avant d'être glissé sur l'embout de la machine et le coton, retiré au moyen d'une pince flambée avant chaque manipulation, n'est remplacé sur l'ampoule qu'après être passé lui aussi sur la flamme.*

# LES NOUVELLES LAMPES ÉLECTRONIQUES POUR LE RADIORÉCEPTEUR MODERNE

Par Michel ADAM

INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

*Les remarquables progrès des postes radiorécepteurs, enregistrés au cours de ces dernières années, sont dus, pour une grande part, aux perfectionnements apportés à la conception et à la réalisation des lampes électroniques. Cette évolution, à la fois profonde et rapide, semble encore loin, aujourd'hui, d'être terminée, si l'on en juge par les tendances nouvelles qui se manifestent vers l'utilisation des faisceaux électroniques dirigés et de l'émission secondaire. La « cinématique électronique » est l'art de diriger les électrons avec précision vers les électrodes qu'ils doivent atteindre ; son application aux lampes modernes a permis d'améliorer sensiblement leurs caractéristiques tout en réduisant les manifestations nuisibles à la qualité des auditions, dues à la turbulence des électrons. Grâce à l'émission secondaire, d'autre part, il est possible de multiplier le nombre de ces électrons libres et d'accroître ainsi dans de fortes proportions le gain des lampes et leur puissance. La mise en œuvre de ces principes nouveaux, qui n'en est encore sans doute qu'à ses débuts, semble devoir apporter, au cours des années prochaines, une rénovation profonde de la technique des radiorécepteurs.*

## Les éléments d'une lampe moderne

LA technique radioélectrique d'il y a quelques années ne connaissait guère qu'un seul type de tube d'usage général qui remplissait toutes les fonctions : amplification haute fréquence, changement de fréquence, détection, amplification basse fréquence, etc. Il les remplissait également mal ; aussi, dès que l'on chercha à accroître la puissance et la sensibilité des récepteurs, on fut amené à étudier des tubes spécialisés dans chaque fonction, réalisant dans chaque cas particulier les performances optima. Chacun de ces différents types reçut peu à peu des perfectionnements importants par élimination systématique des défauts reconnus à l'usage et qui apparaissaient au fur et à mesure que la technique des circuits radioélectriques s'étendait vers des fréquences sans cesse plus élevées et s'orientait vers l'accroissement de la sensibilité des récepteurs, la facilité et la stabilité du réglage, l'augmentation de la qualité et de la puissance du poste.

Des raisons strictement économiques, telles que la diminution de la consommation, l'abaissement du prix de revient des récepteurs par réduction du nombre de lampes utilisées et par simplification des circuits associés ont conduit les constructeurs à combiner dans une même enceinte (en verre, en métal ou mixte) plusieurs struc-

tures remplissant des fonctions différentes et possédant, suivant les cas, un certain nombre d'éléments communs. Chacune de ces structures individuelles consiste en une cathode qui libère des électrons et une ou plusieurs électrodes qui les accélèrent, les contrôlent ou les reçoivent.

Les lampes électroniques modernes montées sur les postes secteurs (1) comportent, en général, une cathode à chauffage indirect, dont le filament, alimenté en courant alternatif, est entouré d'un isolant réfractaire supportant la cathode proprement dite en nickel recouvert d'oxydes alcalinoterreux (strontium et baryum) à grand pouvoir émissif. Grâce à l'inertie calorifique de cet ensemble, la fréquence du secteur ne donne lieu à aucun ronflement. Les progrès accomplis dans la fabrication des couches émissives ont permis, pour une même émission électronique, d'abaisser la température de régime de la cathode, d'où une économie sensible sur la puissance consommée pour le chauffage et une réduction appréciable de la vitesse d'évaporation des métaux alcalinoterreux, qui se traduit par un accroissement de la « vie » du tube.

(1) Les lampes nouvelles qui équipent les postes alimentés par piles, tels les postes valises, dont la vogue est très grande aux Etats-Unis en particulier, possèdent un filament à chauffage direct recouvert d'oxydes alcalinoterreux et à très faible consommation (60 ou 120 milliampères sous 2 volts pour les tubes américains).

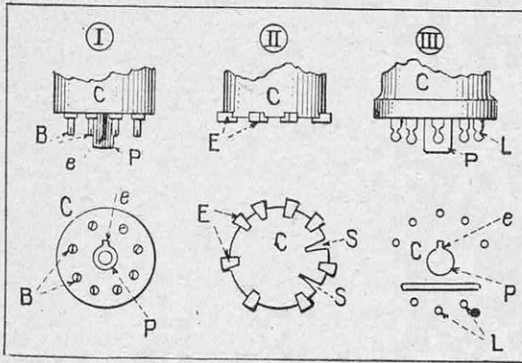


FIG. 1. — DIVERSES FORMES DE CULOTS DE LAMPES ÉLECTRONIQUES MODERNES

I. CULOT OCTAL. Ce culot C est muni de broches B et possède un pivot central isolant P pourvu d'un ergot e, qui permet d'engager la lampe sans fausse manœuvre. — II. CULOT A ERGOTS. Ce culot isolant C est muni d'ergots métalliques E qui assurent le contact des connexions avec les ressorts du support; deux saignées S augmentent l'isolement en accroissant la « ligne de fuite ». — III. CULOT ALLEMAND (Telefunken). Dans ce culot à pivot central isolant P et ergot e, les broches L sont plus écartées que dans l'octal et des écrans peuvent être placés dans les fentes entre les broches.

Pour assurer dans une même fabrication la constance des caractéristiques et en même temps conférer aux lampes une plus grande résistance aux chocs, on a reconnu la nécessité d'accroître la rigidité et de réduire les dimensions des électrodes qui sont petites et ovales et dont les supports en nickel-chrome sont très solides. Les dimensions des lampes ont ainsi pu être réduites, en volume, dans la proportion de 8 à 1.

La nature des matériaux utilisés pour la fabrication des différentes électrodes et les formes qui leur sont données sont étudiées spécialement pour éviter ou au moins

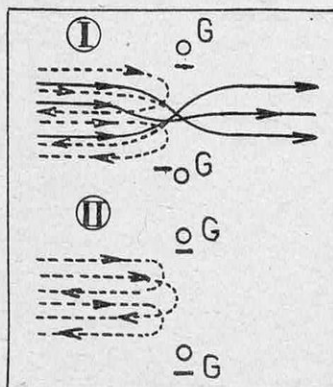


FIG. 2. — COMMENT SE COMPORTENT LES ÉLECTRONS AU VOISINAGE D'UNE GRILLE

En I, la grille faiblement polarisée laisse passer un certain nombre d'électrons à travers les barreaux (traits pleins). Mais certains autres sont repoussés

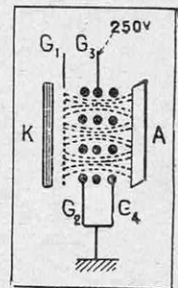
(traits ponctués). En II, la grille fortement polarisée repousse les électrons qui ne peuvent la franchir.

réduire toute émission parasite, source de phénomènes perturbateurs. L'isolement entre électrodes présente en particulier une grande importance, tout défaut de cet isolement entraînant des bruits de fond et des perturbations. Les « ponts » isolants (en mica) qui, à l'intérieur du tube, supportent à leurs deux extrémités les électrodes, jouent à cet égard un rôle capital; on leur donne des formes variables pour accroître la « ligne de fuite » entre électrodes, c'est-à-dire la plus courte distance qui sépare deux électrodes en suivant la surface de l'isolant; dans le même but, on les recouvre parfois de magnésie, ce qui réduit les effets nuisibles (crachements) dus aux dépôts de métaux alcalinoterreux provenant de l'évaporation de la cathode (1).

Parmi les électrons émis par la cathode, il en est qui peuvent venir frapper les

FIG. 3. — FONCTIONNEMENT D'UNE LAMPE A PARCOURS ÉLECTRONIQUE COMMANDÉ PAR GRILLES MULTIPLES

Les électrons, émis par la cathode K, traversent la grille de commande  $G_1$ , puis, attirés par la grille écran  $G_3$ , portée à un haut potentiel positif, se précipitent sur l'anode A. Au passage, ils sont repoussés par les grilles  $G_2$  et  $G_4$ , qui les concentrent en faisceaux et leur évitent d'être captés en cours de route.



parois du tube, d'où, si cette paroi est isolante, accumulations locales de charges négatives qui donnent naissance à des décharges parasites. Aujourd'hui, chaque fois qu'il est nécessaire, les ampoules de verre sont recouvertes intérieurement d'une couche de graphite et extérieurement d'une peinture métallique qui forme écran de blindage (cage de Faraday) et que l'on relie soit à la masse, soit à une source convenable de polarisation.

Une question capitale est celle de la capacité entre électrodes, qui doit être aussi réduite que possible, parce qu'elle représente un couplage indésirable entre les divers éléments de la lampe. On diminue cette capacité en étudiant la forme des électrodes et en réduisant la longueur de leurs connexions, jusques et y compris le

(1) Ils peuvent être dus aussi au dépôt du « getter », métal alcalin (généralement magnésium) que l'on évapore par courants de haute fréquence à la fin des opérations de pompage pour absorber les gaz résiduels qui se trouvent encore dans l'ampoule et ceux qui se dégageront peu à peu des électrodes pendant le fonctionnement de la lampe.

culot. C'est pourquoi l'ancien culot à broches a été remplacé, soit par un culot à ergots périphériques, soit par un culot dit « octal » et constitué par des broches plus écartées, disposées autour d'un pivot central isolant à ergot, qui évite tout risque de fausse manœuvre dans le placement de la lampe sur son support (fig. 1).

Pour augmenter l'isolement de la grille de commande et diminuer sa capacité, on la connecte souvent à un téton métallique fixé au sommet de l'ampoule. Cependant, cette disposition paraît être complètement abandonnée aujourd'hui dans les nouvelles lampes allemandes et américaines pour des raisons de facilité de construction.

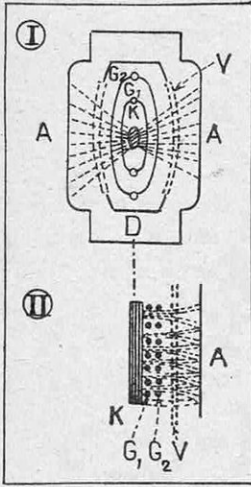


FIG. 4. — COMMENT FONCTIONNE UNE TÉTRODE A CATHODE VIRTUELLE

La coupe transversale de la tétrode est figurée en I, la coupe longitudinale en II. On aperçoit la cathode K, les grilles  $G_1$  et  $G_2$ , la cathode virtuelle V, les plaques de déviation D et l'anode A. La grille d'arrêt, chargée de repousser

vers l'anode le rayonnement secondaire de cette électrode, est remplacée par un rideau d'électrons appelé cathode virtuelle V et produit par les plaques de déviation D à faible potentiel.

### Les nouvelles tendances : la cinématique électronique

Depuis un an, des progrès presque révolutionnaires ont été accomplis dans le domaine de la lampe de réception, par l'application de principes nouveaux connus sous le nom de « cinématique électronique ». C'est l'art de diriger l'électron dans tel ou tel sens, de lui faire atteindre le but sans coup férir et avec le meilleur rendement, tout en évitant les effets parasites qui se traduisent par des bruits de souffle, chuchotements de transmodulation (1) et distorsions. On a donc cherché à perfectionner les lampes en disciplinant les électrons dont la turbulence cause tout le mal.

(1) Manque de sélectivité apparent du récepteur, qui fait entendre, sous forme de chuchotement, les émissions voisines de celle pour laquelle le réglage a été fait, lorsque ces émissions sont très puissantes. Ce défaut est dû à la « courbure » des caractéristiques des lampes.

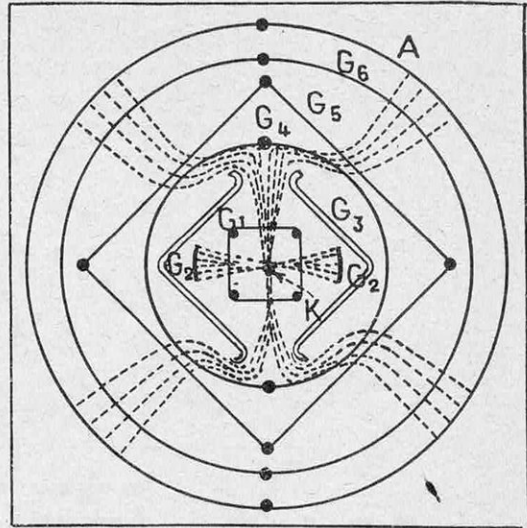


FIG. 5. — COMMENT FONCTIONNE UNE OCTODE A ÉMISSION ÉLECTRONIQUE DIRIGÉE

On distingue dans l'octode deux éléments : 1° l'élément oscillateur triode constitué par la cathode K, la grille  $G_1$  et la grille  $G_2$  formant anode; 2° l'élément modulateur pentode comportant la même cathode K, les grilles  $G_4$  (écran),  $G_5$  (de commande) et  $G_6$  (d'arrêt), ainsi que l'anode A. Les deux éléments sont séparés et indépendants.

La figure 2 montre le trajet des électrons au voisinage d'une grille. On sait que si cette électrode est faiblement négative, une partie des électrons passe entre les barreaux, l'autre étant repoussée (I); si elle est fortement négative, tous les électrons sont repoussés (II).

L'étude systématique du trajet des électrons dans les champs électrostatiques engendrés par des électrodes diverses, dont l'exemple ci-dessus présente un cas particulier relativement simple, a conduit les constructeurs de tous les pays à réaliser récemment trois nouveaux types de tubes dits à *parcours électronique dirigé*, à *émission électronique dirigée* et à *caractéristique basculante*.

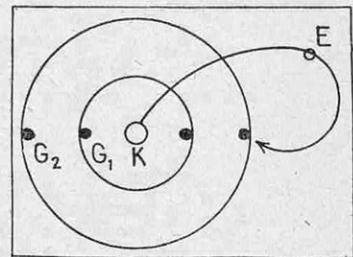


FIG. 6. — PARCOURS LIBRE D'UN ÉLECTRON

Dans les tubes électroniques où l'électron E n'est ni dirigé, ni commandé, son trajet est parfois fantaisiste et ce n'est pas toujours le plus court chemin d'un point à un autre, comme le montre la figure.

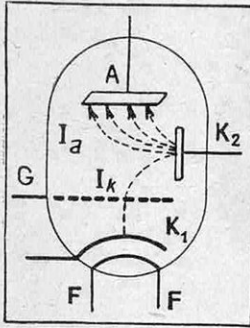


FIG. 7. — PRINCIPE DE LA PENTODE A ÉMISSION SECONDAIRE

Les électrons primaires, émis par la cathode  $K_1$ , frappent la surface émissive de la cathode  $K_2$  à émission secondaire. Les électrons secondaires ainsi libérés forment le courant anodique  $I_a$ , qui est beaucoup plus élevé que le courant cathodique  $I_k$ .

### Lampes à parcours électronique commandé

Le bruit de souffle d'une lampe est dû au fait que le courant qui la traverse est transporté par des électrons, donc discontinu, et que, sur leur trajet entre cathode et anode, un nombre sans cesse variable (suivant les lois du hasard) de ces électrons est absorbé au passage par la grille-écran (1). Cet effet est donc d'autant plus sensible que le courant de la grille-écran est plus important. Il faut donc le réduire et, pour cela, on concentre le faisceau électronique entre les barreaux des grilles de telle sorte que l'électron, lancé à toute vitesse, ne peut être happé au passage par la grille-écran. C'est ce que montre la figure 3. Les grilles  $G_2$  et  $G_4$ , polarisées négativement, repoussent les électrons et concentrent leur flux. Malgré sa tension élevée (250 V), la grille-écran  $G_3$  ne peut guère capter d'électrons.

C'est un fait bien connu des auditeurs que le bruit de souffle croît lorsqu'on reçoit des fréquences plus élevées, c'est-à-dire des émissions sur ondes de plus en plus courtes. Dans ce cas, le bruit de souffle est provoqué surtout par le premier circuit d'accord. Cependant, l'emploi de lampes à électrons commandés apporte une amélioration sensible en réduisant la fraction de ce bruit de souffle due aux lampes.

### Lampes à émission électronique dirigée

Le problème est plus complexe que le précédent. On ne cherche plus seulement à réduire la turbulence des électrons pendant leur parcours, mais encore à les répartir entre telle ou telle voie au moyen d'électrodes spéciales, dites de déviation.

(1) La grille écran, portée à un potentiel positif par rapport à la cathode, constitue une électrode supplémentaire intercalée entre la grille de commande et l'anode, pour éliminer les couplages parasites entre ces deux électrodes par suite de leur capacité mutuelle. Elle a pour effet, en outre, de rendre le courant électronique indépendant du potentiel de l'anode, en soustrayant l'émission électronique de la cathode à l'action de l'anode.

Le premier exemple de tels tubes est une lampe qui dérive de la pentode basse fréquence et qui s'apparente également à la catégorie précédente. La cinquième électrode d'une pentode est constituée par une grille dite « grille d'arrêt », portée à une tension négative et destinée à arrêter le rayonnement secondaire (1) de l'anode ; elle est donc disposée entre la grille-écran précédente et l'anode. On constate que cette grille d'arrêt déforme le champ et introduit à certains régimes une distorsion notable. Pour atténuer ce défaut, il suffit d'enlever la grille d'arrêt et de la remplacer par un « rideau d'électrons » ou « cathode virtuelle » qu'on aperçoit sur les coupes transversale et longitudinale de la lampe (fig. 4).

Du coup, la pentode devient une tétrode (lampe à quatre électrodes), mais elle présente deux plaques de déviation  $D$ , polarisées négativement, qui repoussent les électrons anodiques secondaires et les dissidents pour les regrouper sur les deux « cathodes virtuelles »  $V$ . Pour le reste, le fonctionnement est identique à celui d'une pentode,  $G_1$  étant grille de commande et  $G_2$  grille-écran.

A cette catégorie appartiennent les tubes 6 L 6 et 6 V 6 de la série américaine.

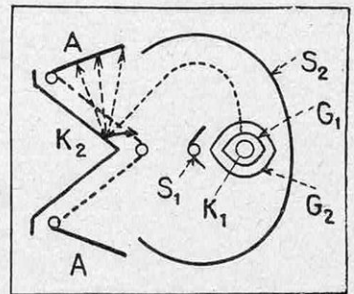
L'émission électronique dirigée a été appliquée avec succès aux octodes, c'est-à-dire aux lampes oscillatrices-modulatrices à 8 électrodes. On peut, en effet, écrire l'égalité suivante :

Octode (8 électrodes) = triode (3 électrodes) + pentode (5 électrodes).

(1) Lorsqu'une électrode quelconque est frappée par un électron à grande vitesse, celui-ci, en abandonnant son énergie cinétique, peut libérer plusieurs autres électrons qui peuvent atteindre d'autres électrodes plus positives placées à son voisinage immédiat. C'est ce qu'on appelle l'émission secondaire.

FIG. 8. — COUPE TRANSVERSALE D'UNE PENTODE A ÉMISSION SECONDAIRE

Les électrons issus de la cathode chaude  $K_1$  traversent la grille de commande  $G_1$  et la grille-écran  $G_2$ , puis sont dirigés sur la cathode froide  $K_2$  par l'écran de déviation  $S_2$ , d'où l'émission secondaire est renvoyée sur l'anode  $A$ , dont la tension est de 100 V supérieure à celle de la cathode froide, protégée contre les volatilisations de la cathode chaude par l'écran de déviation  $S_1$ .



Pour mieux séparer la fonction oscillatrice (triode) de la fonction modulatrice (pentode), les éléments du montage ont été isolés à l'intérieur de la lampe : seule la cathode *K* est commune (fig. 5). La triode oscillatrice comporte la cathode *K*, la grille *G*<sub>1</sub> et l'anode *G*<sub>2</sub> utilisant le faisceau électronique horizontal.

La modulatrice emploie le faisceau électronique vertical et toutes les autres électrodes. Séparé par les tiges *T* de la grille de commande *G*<sub>4</sub>, le faisceau modulateur se divise, s'incurve, franchit *G*<sub>5</sub> écran, *G*<sub>6</sub> suppresseur et atteint l'anode *A*. L'écran *G*<sub>3</sub> forme séparateur entre l'oscillateur et le modulateur.

L'avantage essentiel est la séparation des deux fonctions et l'affaiblissement de la turbulence. Dans une octode sans concentration, l'électron fait l'école buissonnière et n'atteint son but qu'après un parcours sinueux (fig. 6).

Avec la nouvelle octode, de fonctionnement plus stable, on observe une diminution du « glissement de fréquence » (1), très sensible sur les ondes courtes. Ce qui signifie que lorsque l'évanouissement affecte une réception, ce n'est plus une autre station qui est entendue à la place de la première.

La « cinématique électronique » permet ainsi de réaliser maintenant des lampes

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 254, page 159.

présentant des caractéristiques très améliorées. En particulier, les nouveaux tubes électroniques fournissent un « gain de conversion » élevé (c'est-à-dire une amplification notable en même temps qu'ils effectuent l'opération du changement de fréquence).

### Lampes à caractéristique basculante

Les lampes déjà anciennes, dites « à pente variable » (1), avaient été créées pour permettre un contrôle automatique de la sensibilité du récepteur suivant l'intensité du signal reçu, le maximum de sensibilité correspondant au minimum d'intensité du signal. Le gain d'amplification de ces lampes variait très simplement avec la valeur de la polarisation négative des grilles. Dans les lampes à « caractéristique basculante », on adjoint à cette variation de polarisation grille une variation simultanée de la tension de la grille écran

qui renforce cette action. C'est pourquoi on les appelle aussi lampes à « glissement de tension d'écran ».

Le basculement de caractéristique est appliqué à toutes les lampes amplificatrices

(1) La « pente » d'une lampe représente l'inclinaison sur l'horizontale de la portion utilisée de la courbe de fonctionnement de la lampe (obtenue en portant en abscisses les tensions-grilles et en ordonnées le courant-plaque). En bref, elle correspond à l'amplification que peut fournir la lampe.

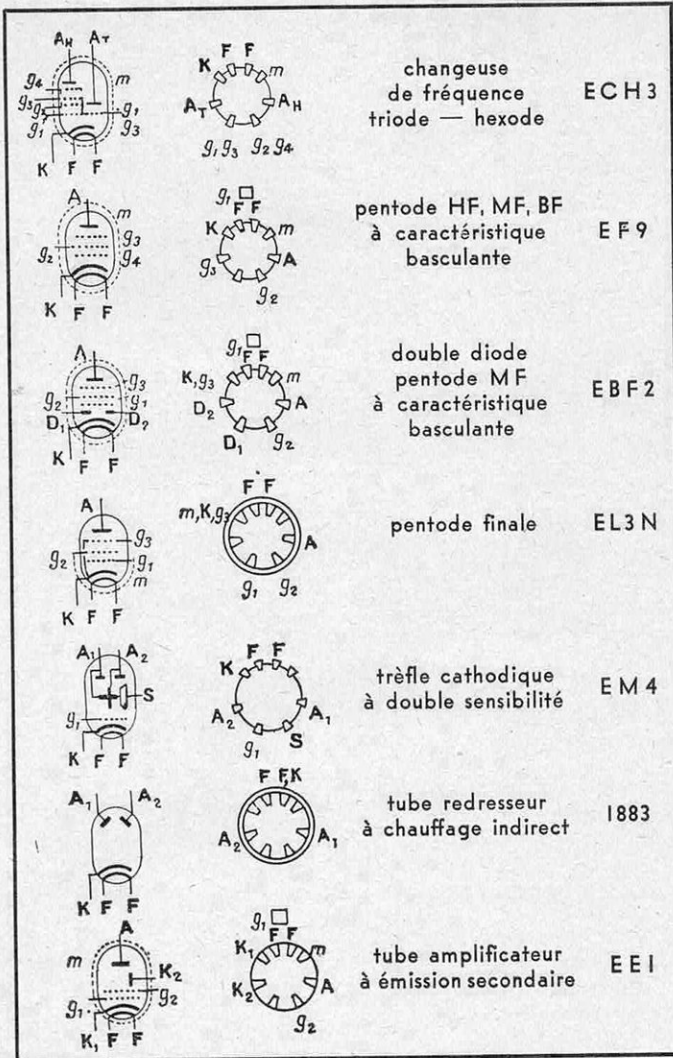


FIG. 9. — SCHÉMA SYMBOLIQUE ET DISPOSITION DES CONNEXIONS SUR LES CULOTS DES LAMPES DE LA SÉRIE EUROPÉENNE « STANDARD » POUR 1939-1940

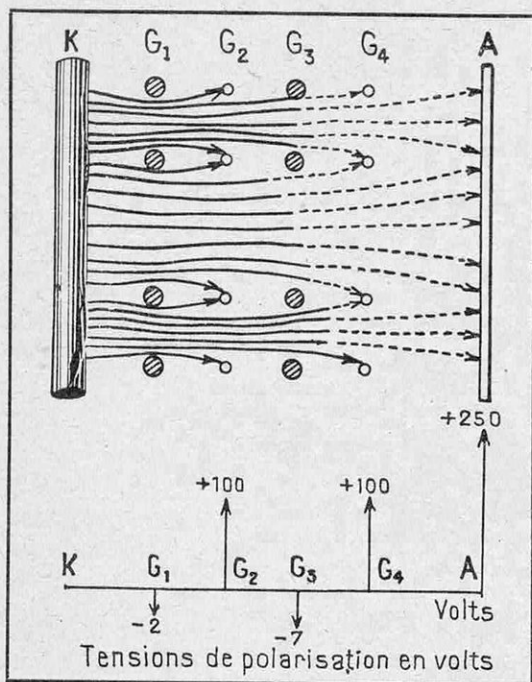


FIG. 10. — SCHEMA DE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT D'UNE TRIODE-HEXODE

Dans la triode-hexode ECH3, le trajet des électrons est celui schématisé par les lignes. Les grilles  $G_1$  et  $G_3$ , négatives, repoussent les électrons, qui sont au contraire attirés par les grilles  $G_2$  et  $G_4$ , positives, ainsi que par l'anode. Le schéma du bas montre en grandeur et en signe les tensions respectives appliquées aux diverses électrodes.

de la série européenne. Il permet, sans distorsion gênante, une variation de 15 à 100 du gain d'amplification.

### Lampes à émission secondaire

Dans la recherche de la puissance, on est limité par les possibilités de l'émission électronique de la cathode. Aussi, après avoir lutté contre l'émission électronique secondaire de certaines électrodes, a-t-on eu l'idée de la provoquer et de la canaliser pour augmenter le débit des lampes.

A cet effet, on utilise le faisceau cathodique pour bombarder une électrode possédant un certain pouvoir émissif et qui, sous l'effet de ce bombardement, libère des électrons secondaires.

Le principe de cette action est représenté sur la figure 7. Le courant cathodique  $I_k$ , issu de la cathode chaude  $K_1$ , traverse la grille de commande  $G$  et attaque la « cathode froide »  $K_2$ , qui émet à son tour un courant anodique  $I_a$  beaucoup plus fort que le courant cathodique.

Les métaux utilisés normalement pour

les électrodes des lampes ont une faible émission secondaire. Le nickel, en particulier, ne donne aucune multiplication d'électrons. Pour les électrodes dont on veut utiliser l'émission secondaire, on utilise de préférence des plaques d'argent oxydé recouvertes de césium (1).

La multiplication des électrons, c'est-à-dire le rapport des électrons secondaires aux électrons primaires, est maximum et égal à 8,5 pour une tension de 500 V environ entre cathode chaude et cathode froide. Pour une tension de 200 V, ce rapport tombe à 7 ; à 150 V, il n'est plus que de 5. Comme il faut au moins 100 V de plus entre cathode froide et anode, le minimum de tension totale sera de 250 V.

Si l'on ne prend pas de précautions spéciales, la longévité du tube est très courte, parce que la cathode froide se recouvre, en quarante heures, d'une couche de baryum et d'oxyde de baryum provenant de la cathode chaude. Il faut prévoir un écran qui arrête les particules de baryum entraînées.

On a créé cette année deux tubes à émission secondaire, dont l'un pouvant servir d'oscillateur pour ondemètre-hétérodyne, changeur de fréquence avec gain de conversion élevé.

La coupe de ce tube est représentée sur la

(1) Pour accroître leur longévité, on utilise aussi, parfois, des plaques de nickel recouvertes d'oxyde de magnésium ou des plaques d'aluminium.

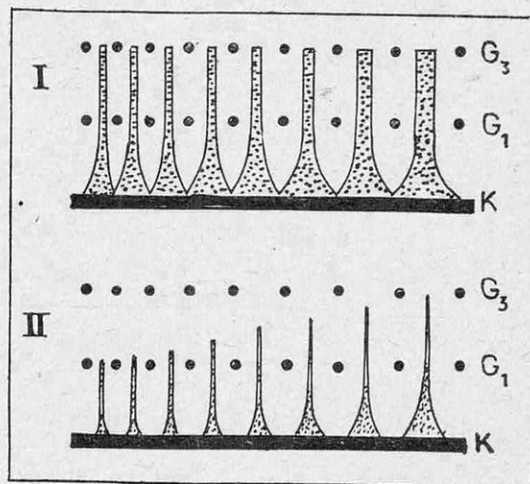


FIG. 11. — PASSAGE DES ÉLECTRONS A TRAVERS LES GRILLES A PAS VARIABLE

Sur les coupes I et II, on remarque que le pas des grilles  $G_1$  et  $G_3$  va en croissant de la gauche vers la droite. Il en résulte que : pour une polarisation faiblement négative de  $G_1$  (I), tous les électrons traversent les grilles ; pour une polarisation fortement négative (II), seuls les électrons de droite passent et la « pente » diminue.



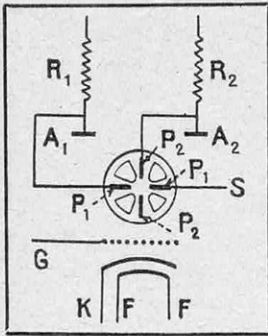


FIG. 12. — SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INDICATEUR CATHODIQUE EM 4 A DOUBLE SENSIBILITE

On distingue les anodes  $A_1, A_2$ , les résistances de tension  $R_1, R_2$ , l'écran  $S$ , les plaques de déviation  $P_1, P_2$ , le filament  $F$ , la cathode  $K$  et la grille  $G$ .

figure 8. Les électrons primaires, issus de la cathode chaude  $K_1$ , traversent les grilles  $G_1$  et  $G_2$ , puis sont déviés par l'électrode  $S_2$  et projetés sur la cathode froide  $K_2$ , d'où le flux secondaire est dirigé sur l'anode  $A$ . L'écran  $S_1$  évite que le rayonnement direct du flux cathodique primaire ne vienne désensibiliser la cathode froide. Le tube reçoit une tension anodique de 250 V, une tension de grille-écran de 150 V et une tension de cathode froide de 150 V. Le courant anodique atteint 8 mA, le courant de cathode secondaire 6 mA, la pente 14,5 mA : V et la résistance interne, 100 000 ohms.

Il existe aussi une lampe à émission secondaire pour ondes très courtes, que nous décrirons à ce propos.

**Lampes européennes, lampes américaines. Vers la normalisation en France**

En raison des différences de conception et de fabrication (et aussi pour certaines raisons commerciales), on distingue, depuis longtemps déjà,

les lampes de réception des séries européennes et celles des séries américaines. A l'origine, les lampes américaines différaient des lampes européennes, d'une part, par la valeur de leur tension de chauffage (2,5 V et 6,3 V contre 4 V en Europe), d'au-

tre part par leurs caractéristiques moins poussées, leur consommation plus grande et aussi la forme de leur culot. Depuis quelques années, les deux techniques se rapprochent singulièrement, au point que les lampes des séries européennes et américaines de 1939-1940 ont des caractéristiques comparables. Nous ne pouvons songer à donner ici la liste complète des lampes des deux séries, désirant nous borner aux nouvelles séries standard établies après accord entre les producteurs français, comme suite à la mise en application de la normalisation.

L'année 1939 marque le début de cette importante mesure. Elle s'imposait pour de nombreuses raisons.

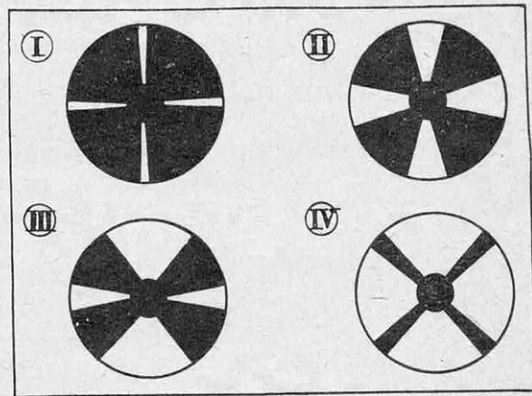


FIG. 14. — ASPECTS DE L'INDICATEUR CATHODIQUE EM 4

En I, tube au repos ; II, réception faible ; III, réception moyenne ; IV, réception forte.

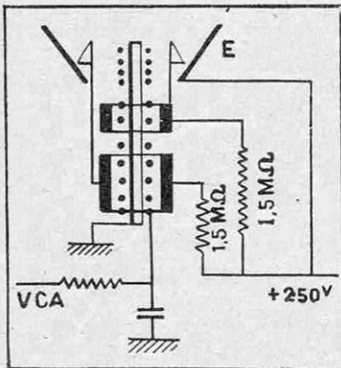


FIG. 13. — SCHEMA DE L'INDICATEUR CATHODIQUE VISUEL EM 4 A DOUBLE SENSIBILITE

L'écran  $E$ , en forme d'entonnoir, est porté à 250 V. Cette tension est réduite par résistance pour les deux anodes.

D'abord, le développement anarchique des divers types de lampes depuis quelques années, puis la nécessité de réaliser des lampes plus perfectionnées, plus stables et rigoureusement interchangeables. La normalisation s'est imposée plus rapidement en France qu'aux Etats-Unis, en raison de la limitation des marchés intérieur et extérieur.

La normalisation sera facilitée à l'avenir par l'emploi de procédés techniques nouveaux. C'est ainsi que les laboratoires ont étudié une lampe « tout verre » qui n'a plus de support d'électrodes, plus de culot et qui sort du pompage entièrement terminée. Dans le même ordre d'idées, la lampe « tout acier » permet d'aboutir à des simplifications de montage.

La figure 9 donne le tableau de la nouvelle série standard des lampes européennes. Elle est destinée aux récepteurs classiques à quatre lampes et est complétée par un treble cathodique, un tube redresseur et, le

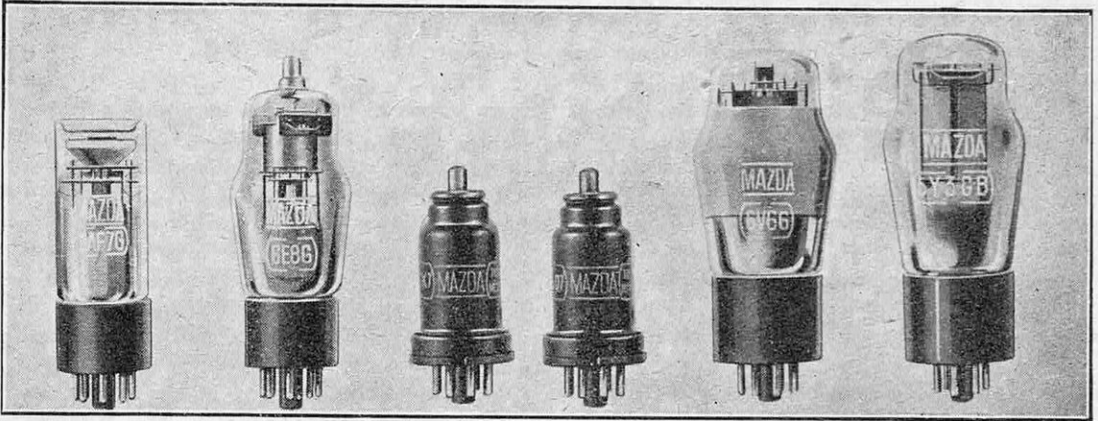


FIG. 15. — ASPECT DES LAMPES DE LA NOUVELLE SÉRIE NORMALE AMÉRICAINE (MAZDA)  
De gauche à droite : 6 AF 7 G, indicateur cathodique ; 6 E 8 G, triode-hexode ; 6 K 7, pentode à haute fréquence ; 6 Q 7, double diode-triode ; 6 V 6 G, tétrode à faisceaux électroniques ; 5 Y 3 GB, redresseur.  
Les lampes en verre ont un indicatif terminé par la lettre G.

cas échéant, par un tube amplificateur à émission secondaire.

Voici des précisions sur deux lampes nouvelles de cette série, la triode-hexode et l'indicateur visuel.

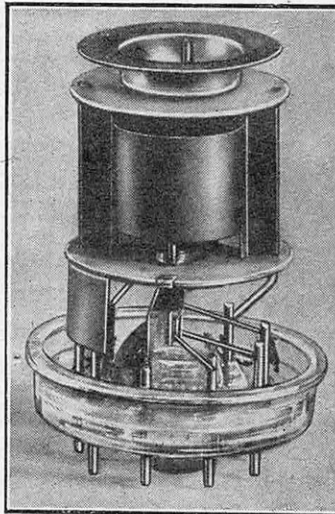
La triode-hexode est une lampe à caractéristique basculante ; elle possède un souffle réduit et un effet « antifading » efficace. La figure 10 montre le trajet des électrons à travers les grilles depuis la cathode jusqu'à l'anode, ainsi que la tension de polarisation de ces électrodes ; celles qui sont négatives ont été représentées en noir. La triode-hexode possède des grilles  $G_1$  et  $G_3$  dont les pas sont identiques, mais sont étudiés pour fonctionner en pente variable. En l'absence de contrôle automatique de volume (antifading), les électrons cathodiques traversent entièrement les grilles (fig. 11, I). Mais, dès que ce contrôle fonctionne,  $G_1$  devient négatif et les électrons ne traversent plus qu'une partie des grilles, celle où le pas est le plus large (fig. 11, II). Ainsi le gain de conversion diminue, du fait de la grille de commande, du fait de la troisième grille et du fait de la tension glissante de la grille-écran  $G_4$ .

L'indicateur cathodique visuel à double sensibilité est un perfectionnement du « trèfle cathodique » bien connu, monté conformément au schéma de la figure 12. Il

se compose de deux triodes au lieu d'une seule, ayant même cathode  $K$ , même grille  $G$  et deux anodes  $A_1$  et  $A_2$ . Le montage des électrodes est donné par la figure 13. Les deux paires de « feuilles » du trèfle ont des sensibilités différentes. L'une,  $P_1$ , s'ouvre entièrement pour 6 V ; l'autre,  $P_2$ , ne s'ouvre entièrement que pour 18 V. Ainsi,

lorsque croît l'intensité de réception, l'aspect du trèfle change-t-il conformément aux schémas de la figure 14. Grâce à ce « trèfle », on peut opérer le réglage d'un poste sur des émissions de puissances très différentes.

L'ensemble des lampes « standard » pour la France, de la série dite américaine, ne présente que peu de différences avec celles de la série européenne. Elle est représentée sur la figure 15, où l'on aperçoit quatre lampes en verre et deux « tout acier ».



(Photo Miniwatt Dario.)

FIG. 16. — CONSTRUCTION INTERNE DU TUBE TOUT VERRE POUR ONDES TRÈS COURTES EE 50

### Lampes pour ondes très courtes

Nous ne parlerons ici que des lampes de réception, laissant de côté les magnétrons et stroboscopes utilisés pour l'émission.

Pour les ondes inférieures à 5 m, on a étudié aux États-Unis des lampes de petites dimensions, dites lampes-glands, en raison de leur forme. Leurs ampoules en verre ont à peu près 30 mm de hauteur et 20 mm de diamètre maximum. Elles ne possèdent pas

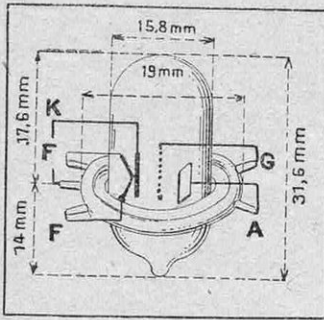


FIG. 17. — TRIODE-GLAND POUR ONDES TRÈS COURTES (PHILIPS, R. C. A.)

On distingue : A, broche d'anode ; FF, filament ; K, broche de cathode ; G, broche de grille.

Le triode-gland (fig. 17) peut servir de détectrice, amplificatrice et oscillatrice sur des ondes au plus égales à 0,50 m (600 mégahertz).

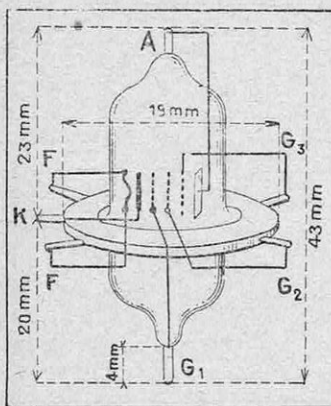


FIG. 18. — PENTODE-GLAND POUR ONDES TRÈS COURTES (PHILIPS, R. C. A.)

On distingue les broches : A, anode ; G<sub>1</sub>, grille de commande ; G<sub>2</sub>, grille écran ; G<sub>3</sub>, grille d'arrêt ; FF, filament ; K, cathode.

de culot et la sortie des électrodes est assurée par des tiges métalliques radiales sortant d'une couronne en verre qui entoure l'ampoule comme la capsule du gland.

Dans cette catégorie, on a créé une triode et une pentode. La triode-gland (fig. 17) peut servir de détectrice, amplificatrice et oscillatrice sur des ondes au plus égales à 0,50 m (600 mégahertz).

La pentode-gland (fig. 18) a des dimensions légèrement plus grandes que la triode. La sortie de l'anode et celle de la grille de commande G<sub>1</sub> se font par les deux sommets de l'ampoule.

La création la plus récente est celle d'un tube « tout-verre » à émission

secondaire (fig. 16 et 19). Le culot est remplacé par un bourelet de verre soudé à l'ampoule et d'où les connexions, qui émergent de bossages en verre, viennent appuyer contre des ressorts de contact. La longueur et la capacité des connexions sont ainsi très réduites.

Le pincement des électrodes dans le pied disparaît et les fils de sortie se confondent avec les supports d'électrode, disposés en cercle. On obtient une très faible capacité grille-anode par l'emploi d'un écran métallique qui recouvre la partie inférieure du tube et est mis à la masse par l'une des neuf griffes.

Ce tube a été étudié pour les très hautes fréquences de la télévision pour lesquelles il convient parfaitement.

De cette étude, on peut conclure que la technique de la réception n'a pas encore atteint le stade de la stabilisation, puisque tout récemment sont apparues des applications de principes nouveaux, caractéristiques basculantes, électrons commandés et dirigés, émission électronique secondaire et autres dont il est malaisé de prédire dès à présent le développement.

Malgré tout, les constructeurs du monde entier se sont préoccupés, d'ores et déjà, de rationaliser les séries et de normaliser les différents types de tubes. Mais il n'est pas douteux que des découvertes nouvelles nous réservent encore des surprises dans un proche avenir.

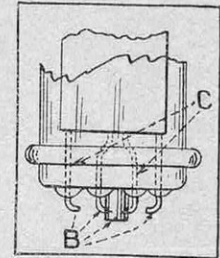


FIG. 19. — MONTAGE DES BROCHES B ET DES CONNEXIONS C D'ÉLECTRODES C DANS LA LAMPE TOUT VERRE (MINIWATT-DARIO)

MICHEL ADAM.

La plus importante exploitation télégraphique du monde est la compagnie américaine « Western Union Telegraph » qui disposait, au 1<sup>er</sup> janvier 1938, de 400 000 km de lignes aériennes, souterraines et sous-marines. A l'écoulement du trafic étaient affectés 20 445 bureaux télégraphiques et près de 17 000 sous-centraux. Un des plus récents perfectionnements techniques introduit sur ce réseau entre New York, d'une part, Chicago, Washington, Atlanta et Buffalo d'autre part, consiste en un procédé permettant la transmission simultanée par courants porteurs (1) de 96 télégrammes sur un seul circuit et dans un seul sens. Pour donner une idée du volume du trafic que cette exploitation écoule chaque année, nous signalerons seulement le développement intense des télégrammes de félicitations sur formules de luxe. Plus de 5 millions de ces télégrammes sont expédiés annuellement aux Etats-Unis d'Amérique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 306.

# LA PROJECTION SUR GRAND ÉCRAN, PROBLÈME CAPITAL POUR L'AVENIR DE LA TÉLÉVISION

Par André VILLENAVE

*Les dimensions des images fournies par les récepteurs de télévision actuellement sur le marché sont, en général, fort réduites, et la surface qu'elles couvrent dépasse rarement quelques décimètres carrés. Leur agrandissement et leur projection sur des écrans, même de quelques mètres carrés seulement, soulèvent de nombreuses difficultés d'ordre pratique pour lesquelles d'ingénieuses solutions ont été proposées et expérimentées dans différents pays. Elles montrent, par leur diversité même, que la technique de la télévision est aujourd'hui encore en pleine évolution. Cependant les résultats déjà obtenus permettent d'espérer que, dans un avenir prochain, le « téléviseur » accompagnera le projecteur cinématographique dans les salles de spectacle modernes et que, même à domicile, l'obtention d'images plus étendues, mais non moins lumineuses et non moins fouillées dans les détails, lèvera un des obstacles qui s'opposent encore à la diffusion de la télévision parmi le grand public.*

**B** IEN que la télévision semble, dans presque tous les pays, avoir dépassé le stade expérimental, bien que des émissions régulières aient lieu depuis plusieurs années dans les grandes capitales européennes, bien que les Américains aient cru le moment venu, il y a quelques mois, à l'occasion de l'Exposition Internationale de New York, d'inaugurer leurs émetteurs au sommet des gratte-ciel de la Cité et de « lancer » commercialement la télévision — avec quelque prudence, il est vrai —, il demeure encore difficile de prévoir dans quel sens s'orientera le développement de cette technique nouvelle. Peu après les premières tentatives couronnées de quelque succès d'il y a une dizaine d'années, nombreux furent ceux qui prédirent à la télévision un essor comparable à celui de la radio-diffusion. On est aujourd'hui, semble-t-il, moins affirmatif, en partie du fait des difficultés spéciales rencontrées dans la propagation des ondes très courtes qui limitent le rayon d'action des émetteurs, en partie aussi du fait que le prix d'un récepteur de bonne qualité demeure assez élevé. Sans doute cette dernière difficulté ira-t-elle en s'atténuant au cours des années prochaines, mais rien ne permet cependant d'affirmer que l'appareil de télévision viendra un jour prendre place, dans chaque foyer, à côté du radiorécepteur ou qu'il se confondra avec lui, et que cette nouvelle technique ne s'orientera pas plutôt vers les représen-

tations collectives, plus accessibles à l'amateur modeste qui ira à la télévision comme il va maintenant au cinéma (1).

Il est encore trop tôt pour parler avec certitude, mais, depuis longtemps cependant, pratiquement depuis l'origine, les ingénieurs se sont efforcés d'obtenir des images susceptibles d'être observées simultanément par toute une assistance. Tout récemment encore, plusieurs firmes renommées ont présenté en France, en Angleterre, en Allemagne ou aux Etats-Unis des démonstrations de télévision sur grand écran, c'est-à-dire sur un écran de 4 à 16 m<sup>2</sup>, suivant les modèles, alors qu'un récepteur type familial ne dépasse que tout à fait exceptionnellement 10 dm<sup>2</sup>. Il y aurait le plus grand intérêt, même pour les appareils mis entre les mains des particuliers, à obtenir des images non seulement lumineuses et fouillées, mais aussi de dimensions raisonnablement étendues, le format « carte postale » ou même légèrement supérieur se prêtant mal à l'observation simultanée par plusieurs personnes dans les conditions de confort dont chacun est en droit de jouir chez soi. Il existe sur le marché des récepteurs que l'on pourrait appeler à « écran

(1) On a annoncé récemment en Angleterre que la Compagnie des théâtres Odéon a commandé des appareils récepteurs de télévision pour équiper toutes les salles de projection qu'elle exploite et qui sont au nombre de 300. Seules seront équipées au début les 60 salles de la région de Londres en attendant la construction de nouveaux émetteurs en province. Il s'agit de récepteurs Scophony, dont il est question plus loin.

moyen », qui donnent par projection sur un écran des images de 40 à 60 cm de côté, ce qui est appréciable. Les solutions adoptées sont dans ce cas les mêmes, à l'ordre de grandeur près, que celles expérimentées pour les projections sur grand écran.

D'une manière générale, la technique de la réception sur grand écran est, sauf dans quelques réalisations spéciales, identique dans son principe à celle des récepteurs ordinaires, mais compliquée, en outre, par les problèmes spéciaux que pose l'obtention d'images couvrant une grande surface. On y retrouve, pour la synthèse de l'image, le même antagonisme entre les procédés élec-

rôle important étant donné la grande surface couverte. L'anglais Baird est même parvenu ainsi l'an dernier à exécuter des démonstrations de télévision en couleurs sur grand écran (3,60 m × 2,50 m). La décomposition de l'image s'effectuait suivant 120 lignes, entrelacées en six groupes de 20 lignes (fig. 1). Déjà, pour cette faible définition, le tambour circulaire à miroirs qui constituait l'analyseur tournait à 6 000 tours/mn. On voit à quelles difficultés on se heurte lorsqu'on cherche à accroître la finesse de l'image par suite des vitesses de rotation excessives qu'atteignent rapidement les tambours à miroirs ; d'autre part, les systèmes de télévision actuellement

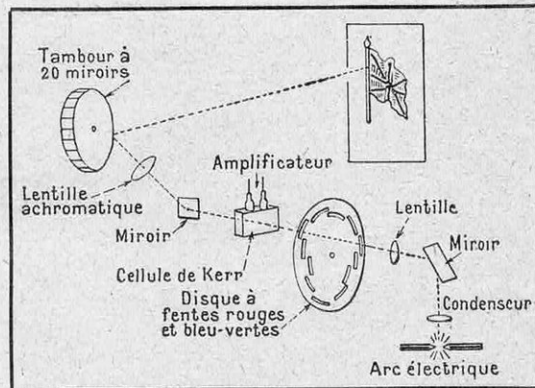
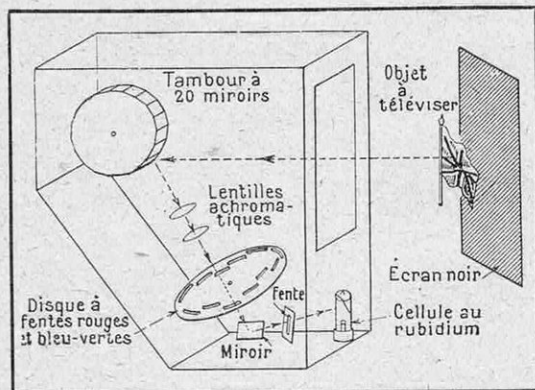


FIG. 1. — SCHEMAS DE PRINCIPE DE L'ÉMETTEUR ET DU RÉCEPTEUR DANS LE SYSTÈME DE TÉLÉVISION EN COULEURS SUR GRAND ÉCRAN DE J. L. BAIRD (ANGLETERRE)

*C'est un système exclusivement mécanique, comportant, à l'émission et à la réception, des tambours portant 20 miroirs et tournant à 6 000 tours/min. Les disques à fentes tournent à 500 tours/min, les fentes, au nombre de 12, portant des filtres colorés alternativement bleu-verts et rouges. La « définition » de l'image correspond à 120 lignes entrelacées à raison de 6 fois 20 lignes par image. L'écran mesure 3,60 m sur 2,50 m.*

troniques (ou cathodiques) et les procédés mécaniques. On sait que le gros avantage des premiers réside dans le fait que les tubes à rayons cathodiques ne comportent aucun organe matériel mobile, et que, les actions électriques s'effectuant pratiquement sans inertie, le faisceau d'électrons qui « balaye » l'image peut être dévié et modulé avec la plus grande aisance et la plus grande rapidité : le procédé cathodique se prête donc admirablement à la télévision à haute définition, c'est-à-dire où les détails de l'image sont plus fouillés. Les procédés mécaniques, qui opèrent le balayage de l'image par un rayon lumineux dévié par des tambours à miroirs, fonctionnent d'une manière parfaite tant que le nombre de lignes suivant lesquelles l'image est décomposée n'est pas trop élevé. En fait, il y a plusieurs années déjà que ces derniers ont été utilisés avec succès pour des projections sur grand écran, domaine où la finesse de l'image joue cependant un

utilisés officiellement (455 lignes entrelacées par image et 25 images complètes par seconde en France) rendent très difficile la synchronisation des moteurs d'entraînement de ces tambours par les impulsions de synchronisation transmises par l'émetteur. Malgré ces difficultés et l'avance considérable prise au cours de ces dernières années par la télévision cathodique, le balayage mécanique conserve ses adeptes que de récents perfectionnements sont venus encore encourager, ainsi que nous le verrons plus loin.

### La télévision cathodique avec projection sur grand écran

Rien ne paraît plus simple, à première vue, que de placer devant un tube cathodique un dispositif optique donnant directement sur un écran une image agrandie de l'image fluorescente qui se forme sur le fond du tube. En pratique, on rencontre de nombreuses difficultés qui sont loin d'être entièrement sur-

montées, et dont les principales viennent de ce que la quantité de lumière émise par le fond fluorescent du tube est toujours réduite et que, par la projection, on la répartit sur une beaucoup plus grande surface, sur laquelle on risque de ne plus rien distinguer. Nous verrons plus loin par quels procédés on s'efforce d'accroître la quantité de lumière utilisable. Quelle qu'elle soit, il convient de l'utiliser au maximum, et dans ce but on utilise des optiques de projection de très grande luminosité ( $f/1,6$ ) et dont le diamètre atteint 12 cm. De tels objectifs présentent en général de graves défauts optiques et introduisent des distorsions gênantes que l'on parvient à corriger par divers artifices.

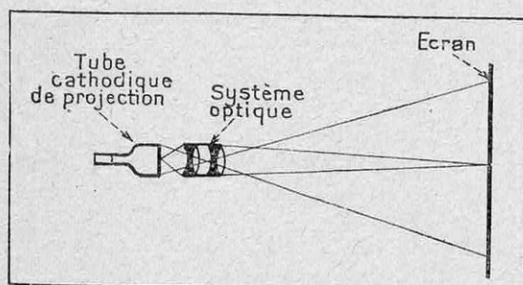


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA PROJECTION SUR GRAND ÉCRAN DE L'IMAGE FORMÉE SUR L'ÉCRAN FLUORESCENT D'UN TUBE CATHODIQUE

Sur certains tubes (fig. 3) on forme l'image fluorescente, non plus sur un fond plat, mais sur un fond concave, dont la courbure correspond à celle du champ de l'objectif. D'autres constructeurs, au contraire, utilisent des tubes de projection avec fond optiquement plan, mais déforment systématiquement l'image fluorescente de telle manière qu'après projection elle redevienne correcte. Cette prédéformation est obtenue électriquement par un balayage approprié.

Malgré l'emploi de tels objectifs lumineux, le rendement du système de projection ne dépasse guère 4 %, c'est-à-dire qu'une fraction importante de la lumière rayonnée dans toutes les directions par la substance fluorescente de l'écran échappe à l'optique de projection et ne se retrouve pas sur l'écran. Divers artifices sont parfois utilisés pour améliorer le rendement. C'est ainsi que sur le fond du tube peut être collée une lentille (fig. 4) ayant un indice de réfraction égal à celui du verre

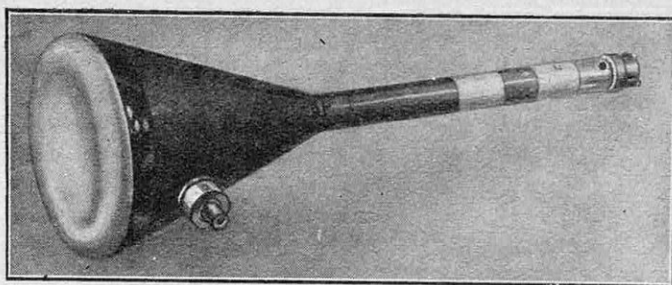


FIG. 3. — TUBE ÉLECTRONIQUE DE PROJECTION A FOND CONCAVE DONT LA COURBURE EST DESTINÉE A CORRIGER LES DÉFORMATIONS PROVOQUÉES PAR LES COMBINAISONS OPTIQUES A GRANDE OUVERTURE (PHILIPS, HOLLANDE)

de l'ampoule, et qui a pour mission de rabattre vers le centre une partie des rayons lumineux dirigés latéralement. On introduit ainsi des distorsions supplémentaires qu'il importe de corriger, mais on double presque le rendement lumineux.

On a proposé aussi, dans le même but, de placer le tube dans un réflecteur parabolique, mais il ne semble pas qu'aucun constructeur utilise actuellement ce montage.

Quant à l'écran de projection lui-même, il diffuse la lumière qui vient le frapper. S'il est « parfait », il la répartit dans les différentes directions suivant la « loi de Lambert », que traduit le graphique *c* de la figure 5. En prenant certaines précautions dans la fabrication du verre dépoli qui constitue l'écran, on peut modifier sensiblement cette répartition, par exemple suivant les courbes *b* et *a*. Il en résulte un renforcement appréciable de la luminosité de l'écran pour une personne placée dans son axe. Avec certains de ces écrans spéciaux la quantité de lumière reçue dans l'axe est environ dix fois

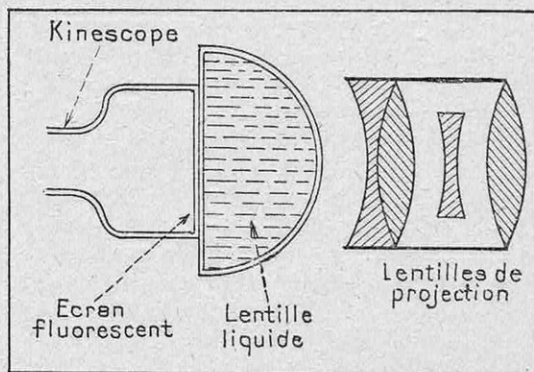


FIG. 4. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UNE LENTILLE AUXILIAIRE DESTINÉE A AUGMENTER LA LUMINOSITÉ DE LA PROJECTION

*Cette lentille rapproche de l'axe du projecteur une partie des rayons qui s'en écartaient initialement.*

supérieure à celle qu'il recevrait avec un écran diffusant ordinaire.

Portons maintenant notre attention sur l'écran fluorescent lui-même, d'où vient en dernière analyse toute la lumière. Il est généralement à base de sulfure de zinc et de cadmium (lumière à peu près blanche) ou de silicate de zinc et de manganèse ou wilémitite (lumière verte). Il est frappé par le faisceau d'électrons cathodiques qui excite sa fluorescence, le « spot » lumineux ayant dans les tubes de bonne qualité un diamètre de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre.

Ces écrans constituent, à l'heure actuelle, la partie la plus vulnérable du tube cathodique de projection car ils supportent péniblement le bombardement électronique intense auquel ils sont soumis. La luminosité du spot étant d'autant plus grande que les électrons qui le frappent sont plus nombreux et sont animés d'une vitesse plus grande, on est conduit à augmenter la tension d'accélération de ces électrons qui, chez les tubes de projection, atteint 50 000 V ou 60 000 V contre 6 000 environ dans les tubes cathodiques observés directement.

L'énergie électrique du spot représente alors environ 0,5 watt par cm<sup>2</sup> de surface

avec une émission de lumière de 20 lumens par watt. Malheureusement, toutes les substan-

ces fluorescentes connues se détruisent peu à peu sous l'action du bombardement par des électrons rapides et le tube devient rapidement inutilisable. Les tubes de projection ont ainsi en moyenne une « vie » voisine de 200 heures. Les mêmes écrans utilisés avec des tensions moins élevées auraient une longévité beaucoup plus grande.

Il convient de signaler ici un brevet récent qui fournit un moyen simple et original pour rénover un grand nombre de fois les surfaces fluorescentes ainsi détruites. Le tube de projection a son écran fluorescent disposé vers le bas et utilisé non plus par transparence, mais par diffusion directe du côté bombardé ; il est d'ailleurs ainsi plus lumineux. Le dépôt est pulvérulent et très épais, de sorte que lorsque sa surface supérieure est « usée », on la renouvelle très simplement en agitant le tube pour amener à la surface la poudre fluorescente fraîche.

Voici quelques chiffres concernant les dimensions des écrans dans les appareils réalisés par quelques firmes mondiales : Lorenz (Allemagne) 50 cm x 60 cm et 4 m<sup>2</sup>, Telefunken (Allemagne) 2,20 m x 2,50 ; Fernseh A. G. (Allemagne) 3 m x 3,60 m ; Baird (Angleterre), 60 cm x 50 cm et 4,50 m x 6 m ; E. M. I. (Angleterre), 4,50 m x 3,60 m ; Philips (Hollande), 40 cm x 50 cm et 3 m x 2 m 80.

En France, la Compagnie Française de Télévision utilise des tubes cathodiques avec tensions d'accélération très élevées, de l'ordre de 35 000 V, au lieu de 4 000 à 7 000 V dans les tubes ordinaires. L'image

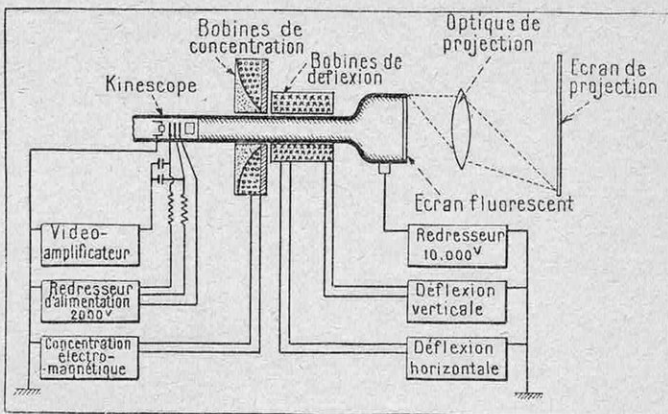


FIG. 6. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU « KINESCOPE » DE PROJECTION (R. C. A., ÉTATS-UNIS)

Dans le kinescope, la déflexion du faisceau cathodique est obtenue par l'action d'un champ magnétique engendré par des bobines placées autour du col de l'ampoule. L'écran fluorescent est soigneusement dressé et poli.

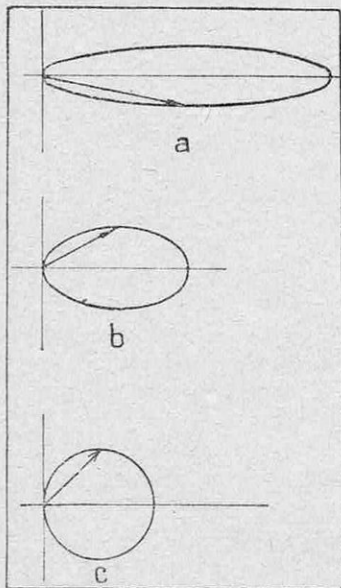


FIG. 5. — COURBES DE DISPERSIONS DE TROIS VERRES DÉPOLIS DIFFÉREMMENT TRAITÉS

c : courbe théorique correspondant à la diffusion par une surface « parfaite » (loi de Lambert) ; b et a : courbes obtenues avec des écrans présentant des degrés de matage divers. La courbe a diffuse la lumière principalement suivant la normale à la surface de l'écran.

formée sur l'écran du tube, de dimensions relativement réduites (9 cm × 12 cm) est très lumineuse et peut être projetée sur un écran en verre dépoli placé à une distance de l'ordre de 1,50 m à 3 m suivant les dimensions de la projection à obtenir. L'image présentée au théâtre Marigny en février dernier couvrait 2 m × 1,60 m. Les présentations du Centre Expérimental de Montrouge sont effectuées couramment sur écran de 1 m × 0,80 m.

### Les tubes à écrans métalliques

La destruction trop rapide des écrans fluorescents sous l'action des bombardements électroniques violents semble, pour l'instant du moins, être un sérieux handicap pour les tubes cathodiques de projection. C'est pourquoi certains techniciens ont préconisé de remplacer dans les tubes ces écrans trop fragiles par de minces feuilles métalliques, d'assez faible épaisseur pour qu'elles soient portées localement à l'incandescence là où elles sont frappées par le faisceau électronique. On a proposé de faire usage dans ce cas de feuilles de tantale ou de tungstène, capables de supporter des températures de l'ordre de 2 500° absolus sans fusion ni évaporation dans le vide. L'épaisseur maximum à donner à ces feuilles dépend de la finesse que l'on cherche à obtenir pour l'image. Il faut, en effet, d'une part,

que l'énergie calorifique de chaque élément de l'image ne déborde pas sur les éléments voisins, et, d'autre part, qu'entre deux passages du faisceau électronique sur le même élément celui-ci perde totalement sa brillance sous le seul effet de la radiation thermique. L'Anglais Myers a démontré que, pour le tantale, cette épaisseur devait être inférieure au millième de millimètre, si l'on voulait que la

« brillance » disparût en moins d'un vingt-cinquième de seconde (il faut, pour cela, que la température puisse revenir de 2 500° K à 1 600° K, température pour laquelle l'élément considéré redevient sombre).

Les écrans métalliques auraient pour une même énergie cathodique un rendement lumineux nettement plus élevé que les meilleurs écrans fluorescents connus. Malheureusement, la fabrication de feuilles aussi minces, et d'épaisseur constante, ne semble guère possible actuellement. Cependant, on peut tourner la difficulté au prix de quelques complications : la feuille mince de tantale peut être remplacée par un dépôt de fines particules sur un support réfractaire. Ce support fut tout d'abord constitué par une couche de noir de fumée, l'image étant cette fois utilisée du côté du balayage cathodique. Malheureusement, par suite de sa tension de vapeur trop élevée, l'évaporation du noir de fumée dans le vide, après quelques heures de fonctionnement, suffit à obscurcir le ballon du tube cathodique et à le rendre inutilisable. Aussi a-t-on remplacé le noir de fumée par un corps réfractaire moins volatil : l'oxyde de magnésium sous 0,5 mm d'épaisseur servant de support à du tungstène très finement divisé. Les tubes cathodiques de projection ainsi réalisés n'ont donc plus leur luminosité limitée par la fragilité de leur écran ; elle ne l'est

plus que par l'énergie du faisceau électronique qui le frappe.

Or, la puissance que l'on peut tirer d'un tube cathodique, même alimenté sous des tensions très élevées, ne dépasse guère 50 W, chiffre qui paraît nettement insuffisant pour obtenir des résultats convenables, si l'on songe que la puissance des lampes à arc des projecteurs de cinéma atteint plusieurs

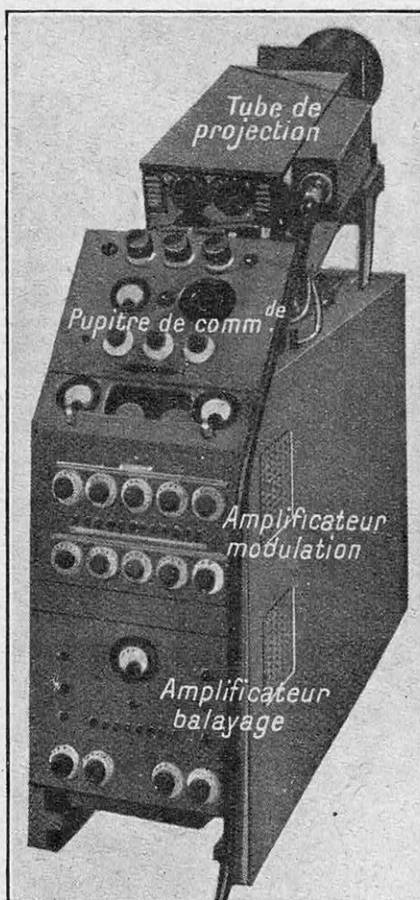


FIG. 7. — PUPITRE DE COMMANDE DU PROJECTEUR DE TÉLÉVISION E. M. I. (ANGLETERRE)

*Ce pupitre de commande peut être séparé du projecteur proprement dit et le commander à distance. Cet appareil a été spécialement étudié pour l'utilisation dans les salles de théâtre. L'image projetée mesure 4,50 m × 3,60 m.*



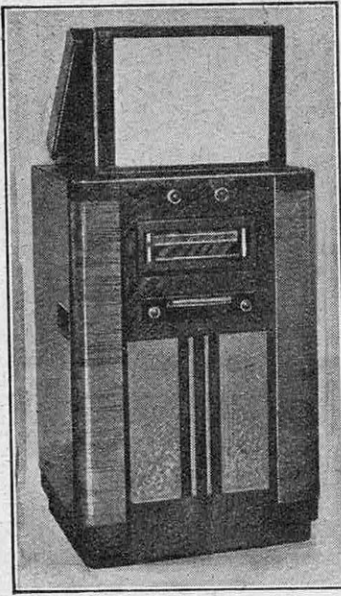


FIG. 8. — RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION TYPE SALON AVEC PROJECTION SUR ÉCRAN MOYEN (PHILIPS, HOLLANDE)

Les dimensions de l'image sur l'écran sont de 45 cm x 36 cm ; elle est obtenue à partir d'un tube cathodique de 10 cm de diamètre alimenté sous 25 000 V.

portée localement à haute température et devient fortement émettrice, d'autant plus fortement que l'intensité du faisceau électronique primaire est elle-même plus grande. Chaque élément de cette cathode auxiliaire, atteignant une température différente, émet à son tour un nombre d'électrons variable. Ces électrons, convenablement accélérés et dirigés par des champs électrostatiques et électromagnétiques appropriés, viennent, à

kilowatts. On peut tourner la difficulté en utilisant une cathode auxiliaire placée sur le trajet des électrons. Cette cathode, constituée par une feuille métallique mince, est normalement portée à une température relativement basse par une source auxiliaire, de sorte qu'elle possède, au repos, une émission électronique très faible. Lorsqu'elle est frappée par le spot électronique, elle est

leur tour, frapper les éléments correspondants de l'écran de sortie dont ils excitent la luminosité. Cette méthode, comme on le voit, ouvre à la télévision cathodique de nouveaux horizons.

### Le tube cathodique modulateur de lumière

Dans les tubes de projection que nous venons de décrire, c'est l'énergie cinétique du faisceau électronique qui se transforme directement en énergie lumineuse. Certains chercheurs, il y a longtemps déjà, ont préconisé le remplacement des écrans fluorescents par des écrans d'opacité variable, en fonction du bombardement électronique qui en frappe chaque élément.

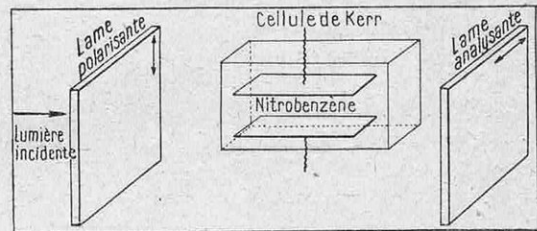


FIG. 10. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE CELLULE DE KERR

Dans la cuve centrale contenant un liquide tel que le nitrobenzène, sont plongées deux électrodes. De part et d'autre sont disposées deux lames polarisantes (polaroïd) croisées, de sorte qu'en l'absence de tension dans la cellule, aucune lumière ne franchit le système. Quand la cellule est excitée, le plan de polarisation de la lumière qui la traverse tourne et une fraction de cette lumière peut alors franchir la deuxième lame.

Un tel écran peut être constitué par une suspension de graphite colloïdal dans l'huile (connue sous le nom de *oidag*), contenue entre deux lames de verre. En l'absence d'excitation électrostatique, les particules de graphite sont constamment en mouvement (mouvement brownien) et sont opaques aux rayons lumineux. Lorsque cet écran est balayé par un faisceau électronique modulé en intensité, les cristaux ont tendance, en chaque point, à s'orienter suivant la direction des lignes de force électrique, d'autant plus que la charge de l'élément considéré est plus forte. Ils laissent aussi passer plus ou moins la lumière issue d'une source lumineuse auxiliaire. Un système optique convenable projettera l'image télévisée sur l'écran de projection.

Manfred von Ardenne a proposé tout récemment en Allemagne d'utiliser le tube cathodique comme relais modulateur de

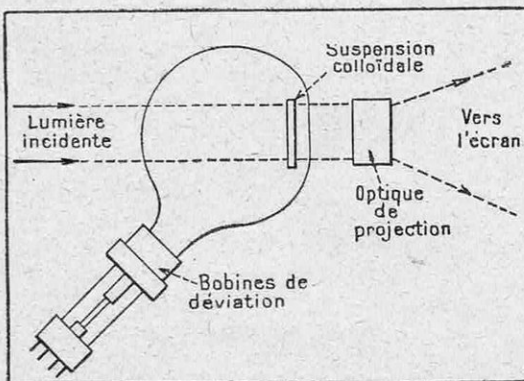


FIG. 9. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN TUBE CATHODIQUE MODULATEUR DE LUMIÈRE A L'AIDE D'UNE SUSPENSION COLLOÏDALE

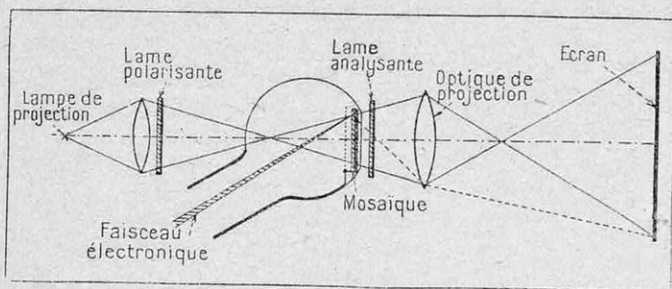


FIG. 11. — DISPOSITION DE PRINCIPE DU SYSTÈME ÉLECTRONIQUE DE TÉLÉVISION AVEC ÉCRAN D'OPACITÉ VARIABLE (MANFRED VON ARDENNE, ALLEMAGNE)

Le tube est placé entre deux lames polarisantes réglées à l'extinction (v. fig. 10). Le faisceau cathodique charge la mosaïque déposée sur l'écran constitué par un cristal spécial ; les tensions ainsi appliquées à chaque élément provoquent la rotation du plan de polarisation de la lumière, d'où apparition sur l'écran de projection de l'image télévisée.

lumière suivant un mécanisme différant sensiblement du système précédent.

Le gros avantage de principe de cette réalisation consiste en ce que, sur l'écran de projection, les éléments de l'image qui sont encore formés successivement par le passage du spot cathodique subsistent pendant une durée égale à la durée de balayage d'une image entière, au lieu de disparaître presque instantanément. Il est ainsi possible d'employer des projecteurs aussi puissants qu'on le désire.

Le nouveau tube cathodique de von Ardenne comporte, à la place de l'écran fluorescent habituel, un écran d'opacité variable. Il

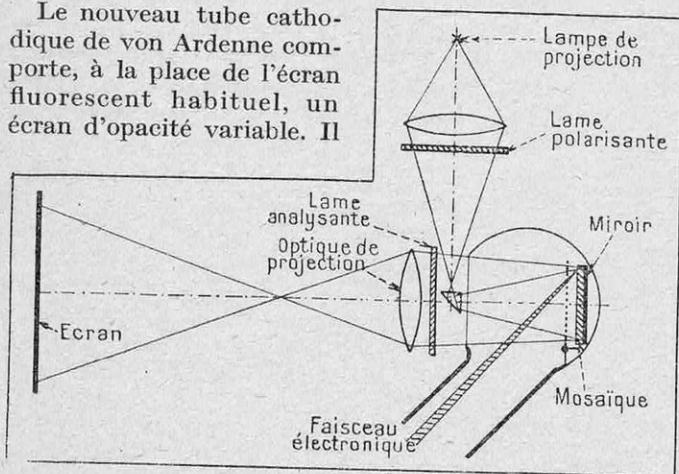


FIG. 12. — AUTRE DISPOSITION DU SYSTÈME MANFRED VON ARDENNE

La lumière est renvoyée par un miroir placé derrière le cristal balayé par le faisceau cathodique. Elle le traverse donc deux fois, de sorte que les contrastes sont plus accusés.

est constitué par une lame mince d'un sel de zinc sur laquelle sont disposées un nombre considérable de petites particules métalliques transparentes. Chaque cellule ainsi constituée forme un minuscule condensateur et se charge à une tension plus ou moins élevée, suivant l'intensité du faisceau électronique qui la frappe. C'est en somme une réplique à la réception de l'iconoscope de Zworykine à l'émission.

Par suite des propriétés électrooptiques du cristal de zinc utilisé, un tel écran se comporte

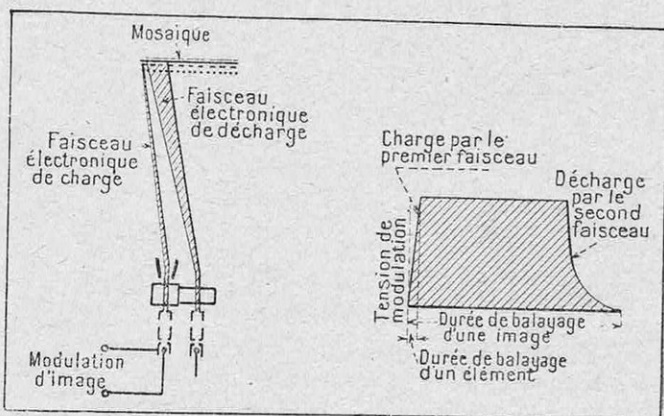


FIG. 13. — SCHÉMAS ILLUSTRANT LE FONCTIONNEMENT DU TUBE A DOUBLE FAISCEAU ÉLECTRONIQUE DE MANFRED VON ARDENNE (ALLEMAGNE)

On voit, à gauche, les deux faisceaux, dont l'un, très étroit, charge la mosaïque de l'écran et l'autre, plus évasé, prépare son chemin en éliminant les charges disposées par le balayage précédent. A droite, courbe de la tension sur un élément de la mosaïque.

comme une multitude de petites cellules de Kerr juxtaposées.

On sait que la propriété fondamentale de la cellule de Kerr, à laquelle elle doit ses applications nombreuses à la télévision, consiste en ce que, traversée par un faisceau de lumière polarisée, elle fait tourner le plan de polarisation de la lumière plus ou moins en fonction de la tension qui lui est appliquée (fig. 10).

Dans le cas qui nous occupe, si on envoie sur cette mosaïque un faisceau uniforme de lumière polarisée, le plan de polarisation de la lumière qui la traverse aura tourné plus ou moins pour chaque

cellule en fonction des charges plus ou moins élevées que leur aura fournies le spot cathodique. Un deuxième filtre polariseur, placé sur le trajet des rayons lumineux, traduira cette rotation par une variation de l'intensité lumineuse qui frappera l'écran de projection (fig. 13).

Chacun des éléments de la mosaïque demeure chargé jusqu'à ce que, peu avant d'être à nouveau balayé par le spot cathodique, un autre faisceau vienne le décharger.

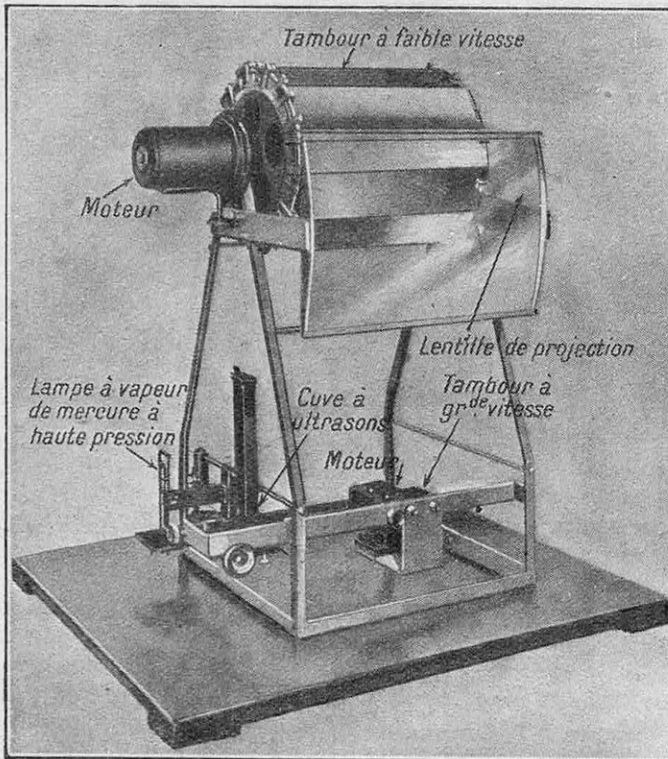


FIG. 14. — VUE DU CHÂSSIS GROUPANT LES ÉLÉMENTS OPTIQUES ET MÉCANIQUES DU RÉCEPTEUR SCOPHONY

Il existe donc dans ce tube deux faisceaux cathodiques dotés de caractéristiques différentes (émission secondaire de l'écran) pour que l'un charge les cellules et l'autre les décharge.

La complication qu'entraîne la présence d'un double faisceau de balayage est largement compensée par le gain de luminosité résultant de la projection simultanée de tous les points de l'image.

### Le système Scophony

Voici maintenant un système de télévision, du type électromécanique, qui constitue certainement le plus sérieux concurrent de la télévision cathodique par projection, avec

laquelle il lutte avec une aisance remarquable jusqu'aux plus hautes définitions utilisées actuellement. L'excellente luminosité de l'image projetée est due, d'une part, aux perfectionnements systématiques apportés dans la conception des deux tambours à miroirs tournants et du système optique associé, et, d'autre part, à l'emploi, comme modulateur de lumière, d'une cellule à ultrasons.

La lumière issue d'une lampe à vapeur de mercure à haute pression ou d'un projecteur à arc, suivant l'usage auquel on destine l'appareil, est acheminée à travers la cellule de modulation vers l'écran de projection au moyen d'un système de lentilles cylindriques à axes croisés. Un premier tambour possède vingt miroirs et, tournant à une vitesse un peu supérieure à 30 000 t/mn, assure la déflexion suivant les lignes de l'image ; un second tambour à miroirs, tournant beaucoup plus lentement, permet le balayage horizontal de l'image (fig. 14).

L'élément le plus intéressant de ce système est très certainement la cellule à ultrasons, qui module la lumière suivant un mécanisme relativement compliqué que nous ne ferons qu'esquisser ici. Cette cellule est constituée par un récipient rempli d'un liquide, de l'huile de paraffine par exemple, ou de kérosène, avec, à une extrémité, un cristal de quartz. Quand ce quartz est excité par une tension haute fréquence modulée, de même fréquence porteuse que celle pour laquelle le cristal entre en réso-

nance, des ondes ultrasonores prennent naissance et se déplacent dans le liquide avec la vitesse de propagation du son dans ce liquide. Le faisceau lumineux traverse le liquide perpendiculairement à la direction de propagation de ces ondes ultrasonores, tombe sur des tambours à miroirs qui le renvoient sur l'écran. Cette opération s'effectue de telle sorte que la lumière qui traverse la même onde ultrasonore au cours de son déplacement d'une extrémité à l'autre de la cellule à ultrasons est projetée au même point de l'écran. Ainsi peut-on projeter simultanément un nombre élevé d'éléments lumineux, d'où une luminosité générale de l'image nettement améliorée.

La cellule ultrasonore Scophony consomme entre 5 et 10 watts, puissance bien inférieure à celle qu'exigerait pour une même quantité de lumière modulée une cellule de Kerr classique, laquelle absorberait près de 1 kW.

Scophony a créé plusieurs modèles de téléviseurs pour projection, qui se différencient principalement par la nature de la source lumineuse utilisée, suivant la nature de l'écran à couvrir. Le modèle familial donne une image de 0,50 m  $\times$  0,60 m bleu-noire et blanche; la source lumineuse est une lampe à vapeur de mercure surpressée.

Le modèle de projection pour théâtre donne une image de 1,8 m  $\times$  1,5 m; la source de lumière est une lampe à arc du type utilisé dans les appareils de projection cinématographique. Le récepteur Scophony représente certainement, à l'heure actuelle, le type le plus parfait de la catégorie des récepteurs mécaniques-optiques, puisqu'il convient parfaitement aux transmissions à haute définition. Toutes les difficultés de synchronisation que l'on pouvait redouter semblent avoir été résolues d'une façon correcte. Cependant, son prix demeure assez élevé.

Il est probable que l'achat d'un appareil récepteur de télévision deviendrait beau-

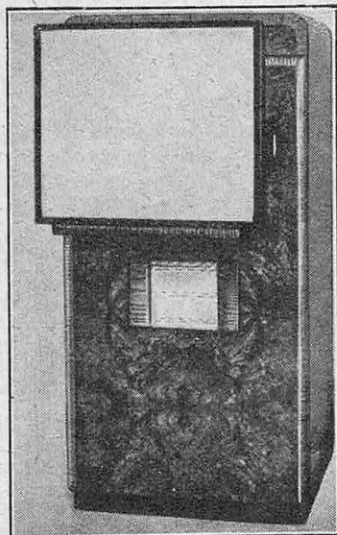


FIG. 15. — RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION MÉCANIQUE-OPTIQUE TYPE SALON (SCOPHONY, GRANDE-BRETAGNE)

*L'image projetée mesure 60 cm  $\times$  50 cm. Le nombre total de lampes, y compris les redresseurs, est de 39; la consommation est d'environ 1 kW.*

coup moins onéreux pour le public et que la clientèle augmenterait en conséquence si on renonçait, au moins pour le moment, à la définition très poussée qui a été adoptée presque partout pour les images et qui, d'ailleurs, est bien souvent illusoire.

La réalisation d'un récepteur serait beaucoup simplifiée si l'on adoptait, par exemple, une définition moitié moins

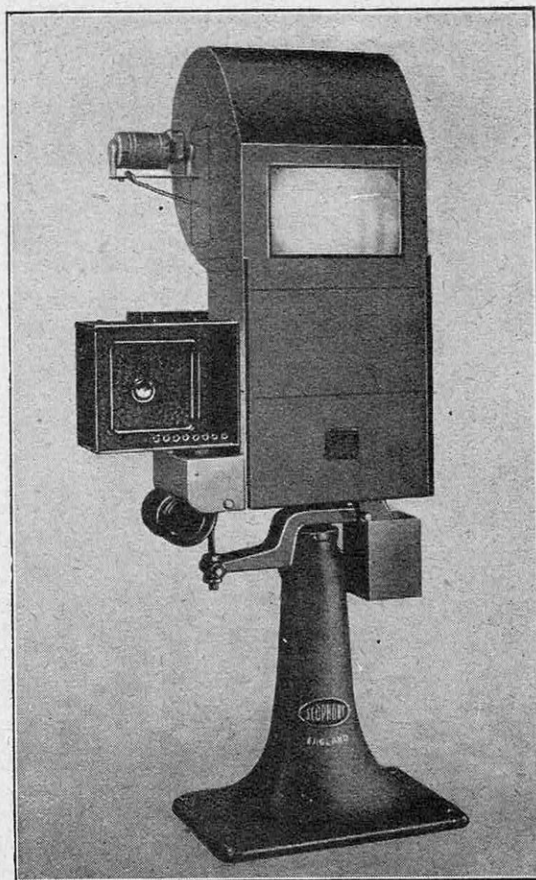


FIG. 16. — PROJECTEUR SCOPHONY POUR THÉÂTRE, DONNANT UNE IMAGE DE 1,80 M  $\times$  1,50 M

dre. De nombreux systèmes mécaniques conviendraient alors parfaitement, puisque la vitesse de rotation des tambours à miroirs de balayage de ligne serait réduite de moitié. La puissance nécessaire pour l'entraînement des tambours serait considérablement abaissée et le moteur pourrait alors être alimenté directement par les impulsions de synchronisation émises par la station émettrice après amplification convenable.

Déjà existent, sur le marché américain, de petits moteurs entraînant des tambours à miroirs minuscules et consommant moins de 10 watts. Ces moteurs, tournant à 22 500 tours (définition 135 lignes), peuvent être alimentés par le courant débité par une simple lampe de radio. On peut même espérer que, dans un avenir prochain, de tels moteurs pourront être réalisés pour l'entraînement de tambours permettant de hautes définitions. Alors les systèmes mécaniques concurrenceront à nouveau dans tous les domaines les systèmes électroniques.

ANDRÉ VILLENAVE.

## PRENONS L'ÉCOUTE

### L'ALCOOL, CARBURANT NATIONAL

De tous les carburants de remplacement susceptibles d'être employés en mélanges avec l'essence, le plus intéressant, de par ses possibilités de production en vue de réduire nos importations de carburant et de constituer avantageusement les stocks nécessaires à la défense nationale, est, sans contredit, l'alcool éthylique. En effet, les essences de synthèse (production actuelle environ 23 000 t) sont d'un prix de revient très élevé, et d'ailleurs la matière première à la base de leur fabrication, la houille, est déjà fournie par les exploitations minières françaises en quantité insuffisante pour satisfaire les besoins normaux. La même remarque vaut pour l'alcool méthylique (production 10 000 t environ), fabriqué, lui aussi, à partir de la houille. Il entre dans la préparation des supercarburants benzolés et, de ce point de vue, il serait cependant désirable d'en développer la production. Quant au benzol, doué d'un pouvoir calorifique élevé et d'un grand pouvoir antidétonant, les quelque 60 000 t actuellement produites en France sont insuffisantes, et nous devons en importer. La matière première est encore la houille.

L'alcool éthylique, au contraire, comme le fait ressortir un important rapport présenté au Conseil national économique (1), peut être obtenu par la distillation de très nombreux produits agricoles : betteraves, blés et autres céréales, pommes de terre, pommes à cidre, mélasses, vins, bois, etc., qui représentent annuellement environ 200 000 t. Du point de vue technique, l'alcool éthylique possède des qualités comparables à celles de l'essence, dont il augmente même par son mélange la résistance à la détonation, ce qui permet de supprimer l'emploi du plomb tétraéthyle à la fois nocif et onéreux. Du point de vue agricole, le développement de ce carburant « végétal » ouvrira un débouché nouveau à des cultures industrielles et permettra de résorber, quand il le faudra, certaines productions excédentaires. Cependant, il ne faut pas oublier que l'alcool éthylique ainsi produit est un produit coûteux, car son prix d'achat, suivant son origine, est de cinq à dix-neuf fois supérieur à celui de l'essence (taxes non comprises). Il ne peut donc être livré à la consommation qu'à un prix très inférieur à celui payé au producteur. Un déficit considérable résulterait de ces opérations si elles étaient pratiquées sur une très grande échelle, et seul l'intérêt primordial de la défense nationale peut le justifier.

Il est possible cependant aujourd'hui, comme *La Science et la Vie* l'a signalé (2), de fabriquer de l'alcool éthylique à très bon marché grâce au procédé Bergius d'hydrolyse du bois sous l'action de l'acide chlorhydrique. Depuis plus de deux années déjà, une usine qui couvre plusieurs hectares exploite ce procédé en Allemagne, à Mannheim-Rheinau ; d'autres usines sont en construction chez nos voisins de l'Est, notamment celle de Regensburg qui pourra produire 100.000 hectolitres d'alcool éthylique. En France, le procédé d'hydrolyse suivant Bergius disposerait d'une matière première particulièrement abondante. La forêt française exploitable s'étend sur plus de 10 millions d'hectares, et ses ressources sont immenses, puisqu'on en sort

(1) Par MM. Olivier de Sardan, Pierre-Edouard Coquelin et Roland Codet.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 261, page 230.

chaque année plus de 10 millions de tonnes de bois à brûler dont la valeur marchande est presque dérisoire. Il faut leur ajouter (et nous ne considérons que le territoire métropolitain) une quantité considérable de déchets cellulosiques de toute nature : sarments de vignes, coques d'arachides, grignons d'olives, pailles, vieux bois, déchets de fruits et même déchets urbains dont la valeur marchande est pratiquement négligeable, de sorte qu'un spécialiste a pu évaluer à un franc par litre au maximum le prix de revient de l'alcool, toutes charges comprises. Ajoutons que le procédé Bergius livre de nombreux sous-produits de valeur, depuis la lignine qui fournit, sous forme d'agglomérés, un combustible de premier ordre pour les gazogènes transportables, jusqu'aux aliments mélassés, les levures, le furfurool (solvant et carburant indétonant), l'acide acétique et l'alcool méthylique.

### L'EFFORT NAVAL BRITANNIQUE

Pour l'année financière qui va du 1<sup>er</sup> avril 1939 au 31 mars 1940, le budget britannique prévoit 80 milliards de francs (466 millions de livres) pour les départements civils, 41 milliards de francs (230 millions de livres) pour l'intérêt de la dette et 104 milliards de francs (580 millions de livres) pour la Défense nationale (Armée, Marine, Air, Défense passive). Pour la première fois depuis la guerre, le budget de la Marine (27 milliards) est inférieur à celui de l'Armée (29 milliards), bien qu'il accuse, en réalité, une augmentation de quelque 4 milliards de francs sur celui de l'an dernier. Le programme naval pour ce même exercice comprend la mise en chantier de : 2 navires de ligne de 40 000 t minimum, 1 porte-avions, 4 croiseurs, 2 flottilles de destroyers, 4 sous-marins, 20 escorteurs rapides, 10 dragueurs de mines, 6 vedettes lance-torpilles et un certain nombre de navires divers.

Si impressionnante que soit cette liste, elle ne reflète pas complètement l'effort naval britannique ; pour le juger, il faut tenir compte des navires mis en construction depuis le début du réarmement naval ; nous nous bornerons ci-dessous aux seuls navires de ligne et porte-avions.

En comptant les deux navires de ligne annoncés au budget en cours, il n'y a pas moins de 9 navires de ligne en chantier à la fois, soit 5 de 35 000 t et 4 de 40 000 t. Ce sont, pour les 35 000 t : le *King George V*, lancé le 21 février 1939 ; le *Prince of Wales*, lancé le 3 mai 1939 ; le *Duke of York*, le *Beatty* et le *Jellicoe*, qui seront lancés cette année même. Quant aux 40 000 t, le *Lion* et le *Téméraire*, du programme 1938-39, ont été mis en chantier au début de l'année ; les deux navires du programme 1939-40 n'ont pas encore reçu de nom.

Le nombre des porte-avions commandés depuis le réarmement est de 7 ; on pourrait dire que chaque navire de ligne se trouve doublé d'un porte-avions. Le premier, l'*Ark Royal*, est entré en service le 25 novembre 1938 ; il a un tonnage de 22 600 t ; les autres auront tous un tonnage de 23 000 t. Ce sont : l'*Illustrious* et le *Victorious*, du programme 1936-37 (le premier a été lancé le 5 avril dernier, le second le sera en septembre prochain) ; le *Formidable* et l'*Indomitable*, du programme de 1937-38 (en chantier) ; l'*Implacable*, du programme 1938-39. Le porte-avions du programme 1939-40 n'est pas encore nommé.

On peut encore mesurer l'effort naval britannique par les chiffres de production de tonnage ; les navires qui seront terminés en 1940, comme ceux qui seront terminés en 1941, représentent un tonnage total supérieur de 30 % au tonnage annuel des navires terminés dans la période 1912-1914. Il sera, en effet, terminé 220 000 t en moyenne pour chacune des années 1940 et 1941, contre 170 000 t en une année d'avant-guerre. En 1939-40, les arsenaux de l'Etat et les chantiers privés de construction navale travailleront à plus de 200 navires, représentant un tonnage de 870 000 t. En dehors des 9 navires de ligne et des 6 porte-avions que nous avons cités, on compte 25 croiseurs, 43 destroyers, 19 sous-marins et un grand nombre de petits navires.

Jamais, en temps de paix, on n'avait tant construit pour la marine de guerre en Grande-Bretagne.

Certes, les prix n'ont pas diminué ; la direction de tir du cuirassé *King George V* de 1912 coûtait 11 000 livres ; la direction de tir du navire de ligne *King George V* de 1939 coûte 213 000 livres. Compte tenu de maintes corrections qu'il est nécessaire de faire pour établir une comparaison saine, l'armement d'artillerie du second de ces navires représente un effort de production triple de l'armement d'artillerie du premier.

L'armement antiaérien de la flotte, en particulier, a fait l'objet des soins de l'Amirauté ; non seulement celui de chaque navire a été augmenté, mais encore des organismes plus précis de direction de tir ont été adoptés. Le nombre des canons antiaériens tirant un obus de plus d'un kg (en réalité plus de 2 livres, soit 0,903 kg) a été augmenté de 75 % au cours des trois dernières années. La production de ces canons atteint aujourd'hui 60 pièces par mois ; elle sera prochainement portée à 80 ; la production de ces canons a augmenté de 600 %.

D'une façon plus générale, au cours de ces trois dernières années, la production des canons a augmenté de 2 000 % pour la grosse artillerie, de 500 % pour l'artillerie moyenne, de 800 % pour l'artillerie légère. Les appareils de conduite du tir qui n'étaient l'œuvre que de 3 firmes, sortent maintenant de 28 usines ; la production de plaques de cuirasse est aujourd'hui 10 fois supérieure à ce qu'elle était en 1935.

### LE NOUVEAU PAQUEBOT ANGLAIS « MAURETANIA »

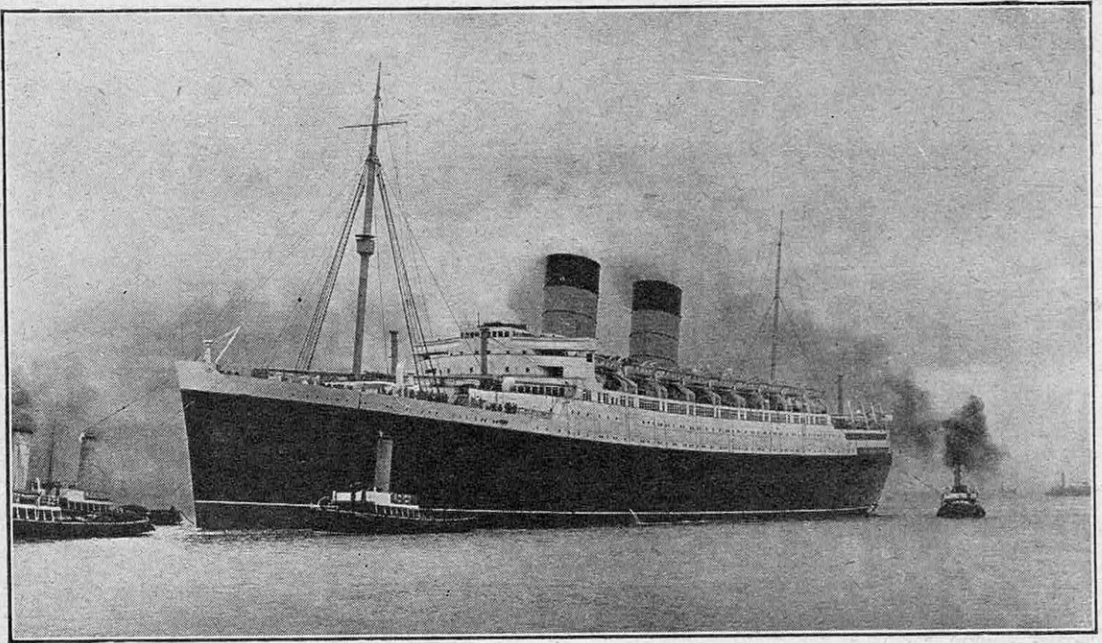
Le 17 juin dernier, un nouveau paquebot anglais est entré en service sur l'Atlantique-Nord ; le *Mauretania* succède ainsi sur cette ligne à l'ancien navire du même nom, démoli depuis trois ans, et qui détint, pendant un quart de siècle, le Ruban bleu. Au cours de son premier voyage, le nouveau navire a réalisé une vitesse moyenne de 22 nœuds, ce qui montre qu'il ne peut, un seul instant, prétendre à reconquérir le fameux trophée que détient aujourd'hui la *Normandie*. Cette différence de vitesse suffit à mettre en évidence la différence de conception entre un paquebot de ce type dit « intermédiaire » et un paquebot de grand luxe du type *Queen Mary* ou *Normandie*. Ces derniers, qu'on a appelés « navires de prestige », sont caractérisés, au point de vue technique, par une vitesse de l'ordre de 30 nœuds (1). Ces superpaquebots transportent une clientèle désireuse d'effectuer la traversée dans un minimum de temps ; ils lui offrent non seulement le confort mais aussi un luxe que d'aucuns ont trouvé exagéré. Ils sont, partant, d'une exploitation coûteuse et le mieux qu'on puisse espérer est que cette exploitation ne soit pas trop déficitaire.

Le *Mauretania*, au contraire, doit être rapproché des paquebots américains *New York* ou *Manhattan* (25 000 t) et coïncide à peu près, comme tonnage, avec l'*America* (34 000 t) actuellement en construction. Comme ceux-ci, et dans le but d'obtenir une exploitation qui soit aussi rémunératrice que possible, il réalise une sérieuse économie de combustible en voyageant à vitesse modérée. Il peut ainsi abaisser le prix du passage : on traverse aujourd'hui l'Atlantique pour 4 300 f. S'il n'offre pas à ses passagers le même luxe que les superpaquebots, il leur donne, par contre, le maximum de confort et on peut dire que les cabines de troisième classe du *Mauretania* valent les cabines de première d'il y a dix ans.

Donnons brièvement quelques détails sur la construction du *Mauretania* : sa longueur est de 235 m, sa largeur de 27 m ; la hauteur de la cheminée au-dessus de l'eau est de 47 m ; le tirant d'eau de 9,4 m et la jauge brute de 34 000 t. La puissance est fournie par six chaudières à haute pression (30 kg/cm<sup>2</sup>, soit sensiblement le même chiffre que pour le *Pasteur* (2) et haute température (385° C), et le navire

(1) Cette vitesse est d'ailleurs la limite inférieure adoptée pratiquement aujourd'hui pour les navires de ligne des escadres de guerre.

(2) Voir page 161 de ce même numéro.



LE PAQUEBOT ANGLAIS « MAURETANIA » DE 34 000 TONNES

est mû par deux hélices, entraînées chacune par une turbine Parsons à réducteur à engrenages.

Le *Mauretania* est très fortement compartimenté : il est divisé en 14 tranches transversales étanches par 13 cloisons percées de 11 portes à fermeture hydraulique, du système utilisé sur le *Pasteur*. L'ensemble de ces portes, qui est commandé de la passerelle, peut être fermé en une minute. Les vingt-quatre salons et salles de réunions ont une ventilation climatisée par un système réglé électriquement : l'atmosphère y est entièrement renouvelée 8 ou 12 fois par heure ; dans les cuisines, il l'est 80 fois par heure.

La construction du *Mauretania* aux chantiers de Birkenhead, près de Liverpool, a établi un record de vitesse en fait de construction navale : le paquebot est entré en service deux ans et trois semaines après sa mise en chantier.

### NATALITÉ ALLEMANDE — NATALITÉ FRANÇAISE

Le nombre des naissances enregistrées en Allemagne en 1938, compte tenu du territoire des Sudètes et de Memel (pour lesquels on n'a encore que des chiffres approchés) a atteint, nous apprend l'excellente revue belge *Bruxelles-Médical*, 1 495 000, soit 69 000 de plus que l'année précédente, ce qui correspond à un excédent de naissances de 546 000 (nombre de décès en 1938 : 946 000), soit 63 000 de plus qu'en 1937. Il est intéressant de remarquer que, depuis l'*Anschluss*, la natalité n'a cessé d'augmenter en Autriche. Pour le dernier trimestre de 1938, elle a dépassé de 20 % le chiffre correspondant de 1937. Même augmentation saisissante du nombre des mariages (730 000 en Allemagne, sans les Sudètes, soit 64 000 de plus qu'en 1937). En Autriche, pendant le dernier trimestre 1938, on a enregistré un nombre de mariages supérieur de 171 % à ce qu'il était pendant le quatrième trimestre de 1937. On peut donc prévoir une nouvelle et forte augmentation de la natalité en 1940. A titre de comparaison, rappelons qu'en France on a enregistré, en 1938, 274 000 mariages, 612 000 naissances et 647 000 décès, soit un déficit de 35 000.



# LA FRANCE MET EN SERVICE LA STATION DE RADIODIFFUSION LA PLUS PUISSANTE DU MONDE

Par Pierre LAROCHE

**C'**EST un événement considérable que la mise en service de notre nouveau Poste National, destiné à remplacer la station actuelle de Radio-Paris. Voici plusieurs années, en effet, qu'aucune nouvelle station française n'avait vu le jour, si l'on excepte l'émetteur à ondes courtes Paris-Mondial, de 25 kW, aux Essarts-le-Roi, et le poste de 20 kW de Tunis P. T. T.

Le service de la radiodiffusion a établi un vaste plan de développement de notre réseau national, mais, pour diverses raisons, pour la plupart d'ordre financier, la réalisation de ce plan a subi des retards considérables. On a cependant prévu, pour l'année 1939, la réalisation des stations provinciales à ondes moyennes de Bordeaux, Limoges et Grenoble et d'un centre d'émission à ondes courtes qui comprendra cinq postes de 100 kW, dont trois sur le terrain d'Allouis (Cher), et deux autres non loin d'Issoudun. L'un des émetteurs à ondes courtes d'Allouis fonctionnera bientôt.

En outre, des stations relais sont prévues, notamment un émetteur Bretagne II, installé non loin de Brest. Dans un avenir prochain, on envisage la construction de maisons de la Radio à Paris, Bordeaux, Lille, Strasbourg, Toulouse et Lyon.

En matière de télévision, la station de Lille a été inaugurée le 13 juillet. Une station sera installée à Lyon. Un car de télévision sera mis en exploitation à l'automne. Des câbles de télévision relient actuellement l'émetteur de la Tour Eiffel au studio de la rue de Grenelle, au Grand Palais, bientôt au Palais de Chaillot et à l'Arc de Triomphe de l'Etoile. D'autres câbles de télévision relieront à Paris les villes de Lille, Lyon, Limoges, Bordeaux et Toulouse.

## Qu'est-ce que le Poste National ?

C'est une double station de 450 kW, destinée à remplacer celle de Radio-Paris. On l'avait d'abord prévue sur le terrain même de Saint-Rémy-l'Honoré, près de Ram-

bouillet. Mais des raisons techniques, politiques et de défense nationale firent prévaloir, en 1934, le choix d'un terrain au centre de la France. La plaine du Berry parut à juste titre tout à fait propice. Tandis que le poste émetteur était commandé le 21 septembre 1935, le terrain ne fut acheté qu'en 1936, sur la commune d'Allouis, près de Mehun-sur-Yèvre (Cher), entre Vierzon et Bourges. Les circonstances ne favorisèrent pas la construction qui fut entravée par de multiples incidents et conflits sociaux. Deux ans et demi furent ainsi perdus. A l'heure actuelle, la station est terminée et en cours d'essais. Elle sera inaugurée en septembre et mise en exploitation en octobre, à la place de Radio-Paris dont elle recevra la longueur d'onde (1 648 m).

L'intérêt essentiel de la nouvelle station réside dans la puissance de rayonnement, fournie dans l'antenne par deux émetteurs de 450 kW chacun. La station, qui n'émettra en principe, le jour, qu'avec 450 kW, pourra ainsi doubler sa puissance et la porter à 900 kW si les circonstances l'imposent. Jusqu'ici, nos plus puissantes stations ne disposaient que de 120 kW. On avait projeté d'édifier, à Cincinnati (Ohio), une station de 500 kW, mais le gouvernement américain s'y est opposé et la puissance de cette station a été réduite à 50 kW. Le nouveau Poste National sera donc le plus puissant d'Europe et même du monde.

## L'antenne

Le système rayonnant est constitué par quatre mâts verticaux *A, B, C, D*, de 250 m de hauteur, placés au sommet d'un carré de 400 m de côté (fig. 2). A leur sommet, ces quatre mâts sont réunis entre eux diagonalement par quatre antennes horizontales  $T_1, T_2, T_3, T_4$ , d'où tombent verticalement quatre descentes *D*.

Les antennes sont alimentées par des courants égaux en intensité, mais « déphasés » les uns par rapport aux autres, de manière

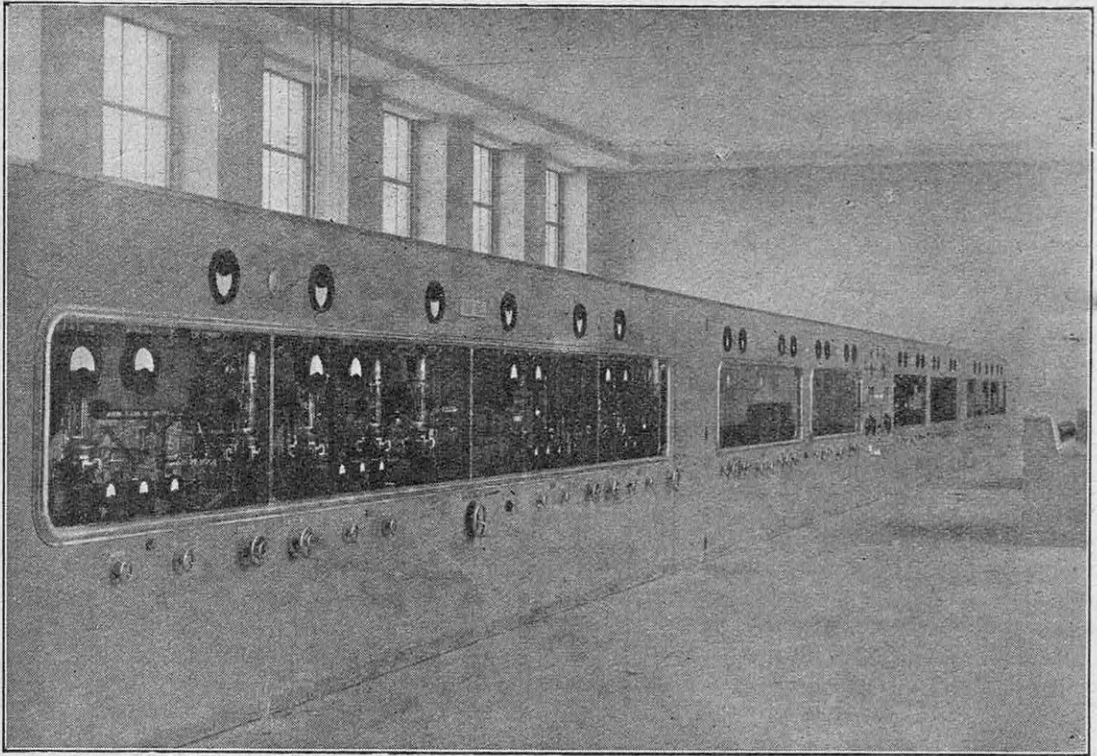


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DE LA SALLE D'ÉMISSION : A GAUCHE, LES PANNEAUX D'ÉMISSION ; A DROITE, LE PUPITRE DE COMMANDE

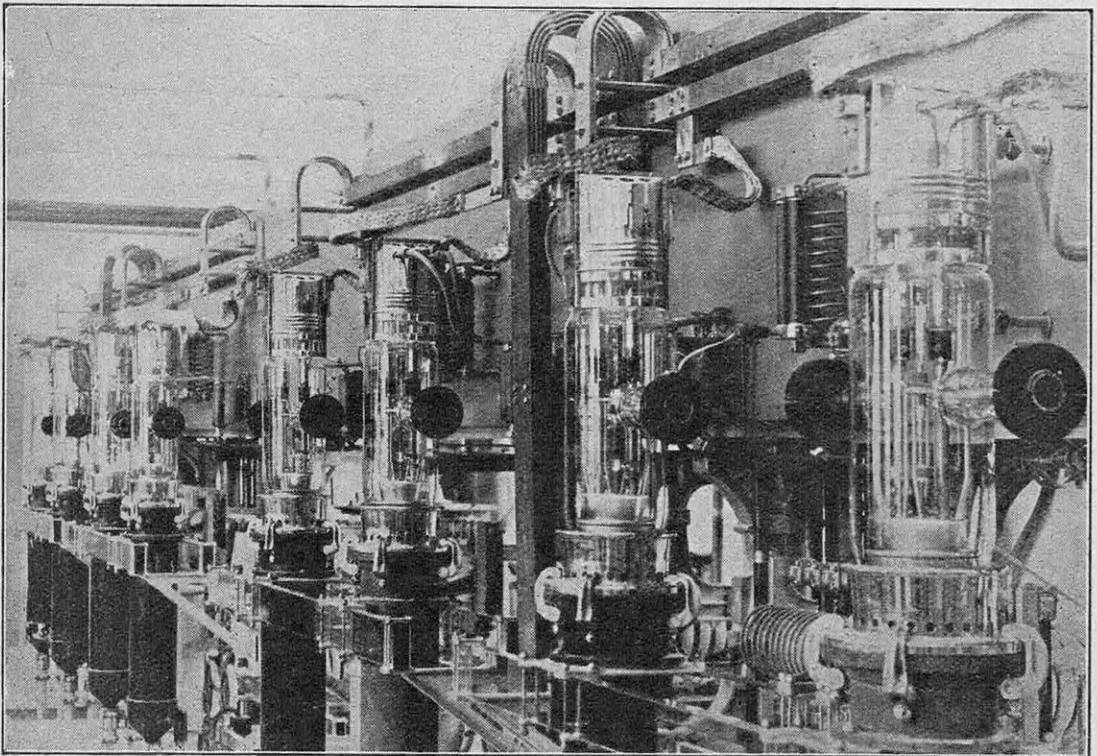


FIG. 2. — VUE ARRIÈRE DES PANNEAUX D'ÉMISSION, MONTRANT LES BATTERIES DE LAMPES A TRÈS GRANDE PUISSANCE (350 KW EN TÉLÉGRAPHIE, 80 KW EN TÉLÉPHONIE)

à se trouver en quadrature. C'est exactement comme si chaque antenne était connectée à l'un des enroulements d'un alternateur diphasé, dont les courants ont des phases correspondant respectivement à  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ .

Cet ensemble a un rayonnement réduit dans la direction du zénith, mais un rayonnement horizontal renforcé dans toutes les directions. C'est une antenne *antifading*, analogue à tous les pylônes rayonnants des stations modernes de radiodiffusion.

Au milieu, les traversiers horizontaux des antennes sont coupés par des isolateurs. La descente verticale quadruple *D* sert à leur alimentation.

Cette disposition réduit aussi l'« intermodulation » gênante qu'on observe parfois dans les stations à grande puissance (effet Luxembourg). En outre, elle permet de favoriser la radiation dans une direction donnée et d'avantager de ce fait les auditeurs de certaines régions où l'écoute est difficile (Alpes, Pyrénées, Provence, Côte d'Azur).

Sur la figure 3, on remarque la disposition des prises de terre ( $R_1, R_2, R_3, R_4$ ), constituées par quatre réseaux de fils rayonnant radialement et totalisant 100 km de conducteurs enterrés.

truits en acier. Chaque mât est terminé par une vergue d'une longueur de 10 m, d'où pendent des brins verticaux qui augmentent le rayonnement. Il est tendu par 15 haubans répartis sur cinq cours et sectionnés par des isolateurs. Ils résistent à des efforts de 40 à 120 t. Chaque mât peut supporter un vent

très fort qui exercerait une pression de  $200 \text{ kg/m}^2$ , donc aux tornades et aux ouragans.

### La station d'Allouis

Les bâtiments de la nouvelle station présentent la forme d'un grand parallélépipède de 80 m de longueur, 23 m de largeur, avec une terrasse à 28 m de hauteur. Son sous-sol est occupé par l'arrivée de l'énergie électrique à haute tension et les démarreurs. Le rez-de-chaussée comprend deux vastes salles : salle des machines tournantes et galerie des redresseurs. A l'entresol sont les organes de circulation d'eau pour le refroidissement des

tubes, avec serpentins isolants, condensateurs de filtration et résistances de protection des lampes. Au premier étage, la salle d'émission, qui ne mesure pas moins de 22 m de largeur, 48 m de longueur et 8 m de hauteur : les dimensions d'un bel auditorium !

### L'alimentation en énergie électrique

La station reçoit le courant de deux réseaux à haute tension, l'un à 30 000 V,

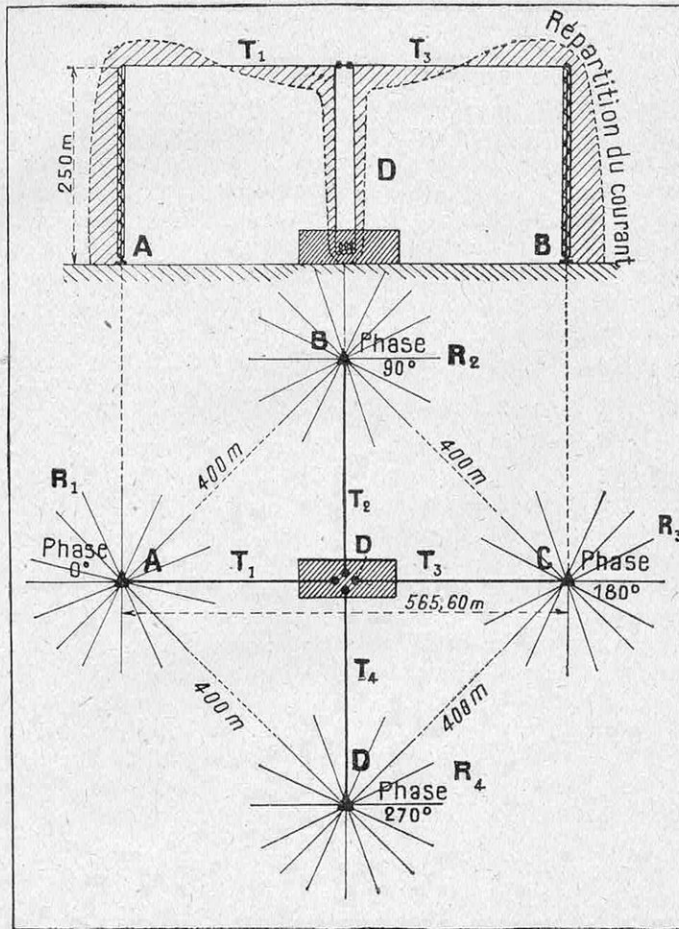


FIG. 3. — ÉLÉVATION ET PLAN DE L'ANTENNE DU NOUVEAU POSTE NATIONAL FRANÇAIS

A, B, C, D, pylônes triangulaires de 250 m de hauteur, alimentés en courants diphasés ( $-\frac{\pi}{2}$ ,  $0$ ,  $\frac{\pi}{2}$ ,  $\pi$ ) ;  $T_1, T_2, T_3, T_4$ , traversiers horizontaux formant antenne ; D, descente d'antenne à quatre brins ;  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , réseaux de lignes de terre rayonnantes.

l'autre à 90 000 V, qui est celui de la ligne de chemins de fer électrifiée Paris-Toulouse. Dans le poste, le courant triphasé est ramené à 5 500 volts.

L'émetteur, lorsqu'il fonctionne à toute puissance, consomme au réseau la bagatelle de 2 500 kW. Encore cette puissance atteint-elle 3 500 kW lorsque le courant de haute fréquence de l'antenne est modulé à 100 pour 100.

Les redresseurs à vapeur de mercure, qui fournissent la tension continue de 18 000 V appliquée aux anodes des lampes de grande puissance, sont alimentés sous 5 500 V. Cette tension est réduite à 500 V par les groupes convertisseurs qui alimentent les divers réseaux à basse tension de l'émetteur. Enfin, des convertisseurs rotatifs à 190 V sont utilisés pour les services généraux, tels que les machines de manutention et les circuits d'éclairage.

### Le refroidissement des lampes

Les lampes à très grande puissance chauffent énormément et cette chaleur doit être évacuée constamment par une circulation d'eau rapide autour des anodes. On se sert à cette fin d'un courant d'eau pure pour éviter l'entartrage. Mais cette eau pure est elle-même refroidie au contact d'une circulation d'eau brute qui abandonne sa chaleur à l'air au moyen de jets puissants, jaillissant au milieu de bassins extérieurs.

### La salle de haute fréquence

Dans cette grande salle (fig. 1) est disposé un énorme panneau métallique, derrière lequel sont groupés tous les appareils, circuits et lampes d'émission. En face de ce panneau, on aperçoit le pupitre de commande automatique, qui rassemble tous les organes de contrôle et de signalisation. Des dispositifs de sécurité automatique assurent la protection du personnel et du matériel contre les fausses manœuvres. La modulation du courant à haute fréquence est faite à la fois en amplitude et en phase par un perfectionnement de la modulation à déphasage. Ainsi les circuits amplificateurs atteignent un rendement de 65 % et l'ensemble de l'émetteur, un rendement de 40 %.

Si, maintenant, nous regardons ce qui se passe derrière le panneau d'émission, nous apercevons des lampes gigantesques qui s'alignent comme autant de colonnes (fig. 2).

Elles servent aux étages de seconde, troisième et quatrième amplification. Ces triodes à circulation d'eau, chefs-d'œuvre de l'industrie radioélectrique, sont des monuments mesurant près de 2 m de hauteur. Leur puissance utile unitaire atteint 350 kW en télégraphie et aux pointes de la modulation. La puissance de l'onde porteuse étant de 56 kW pour chaque lampe, elles débitent chacune 225 kW environ, pour une modulation de 100 %. En fait, on s'arrange donc pour que chacune d'elles ne donne que la moitié de la puissance qu'elle pourrait fournir : on a ainsi une marge de sécurité et de qualité très précieuse. Chaque lampe consomme 225 litres d'eau pure par minute pour le refroidissement de l'anode et 1,5 litre par minute pour le refroidissement du filament. Nous ne nous étendrons pas plus longuement sur ces tubes qui ont été décrits l'an dernier dans notre article consacré aux lampes d'émission (1). Ajoutons que ce sont ces lampes qui confèrent à la station de Strasbourg sa puissance et sa qualité.

### Les résultats obtenus

La station d'Allouis, déjà reliée aux studios de Paris et de province par un réseau de câbles spéciaux pour radiodiffusion, a donné aux essais les excellents résultats qu'on pouvait en attendre. Depuis le début de juillet, elle diffuse le programme de Radio-Paris pendant quelques heures par jour. Son service, progressivement augmenté, deviendra sans doute total dans les premiers jours d'octobre. Quant à la station de Radio-Paris aux Essarts-le-Roi, il est vraisemblable que l'émetteur de la Tour Eiffel y sera transféré, pour la plus grande satisfaction des auditeurs.

Alors que la réception agréable de Radio-Paris est limitée au nord du parallèle qui va de Bordeaux à Valence, celle du nouveau Poste National couvre largement toute la France continentale. Elle s'étend aussi à l'Afrique du Nord. En outre, on l'a entendue dans divers pays européens et même aux Etats-Unis. Ajoutons qu'en Belgique, l'intensité de réception est dix fois plus forte que celle du poste national allemand.

La France peut être fière de cette magnifique réalisation, qui lui attribue, si l'on peut dire, le « ruban bleu » des ondes !

PIERRE LAROCHE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 255, page 171.

# MITRAILLEUSES ET CANONS AUTOMATIQUES DANS LA DÉFENSE ANTIAÉRIENNE

Par Camille ROUGERON

*Les progrès rapides de l'aviation de bombardement qui, depuis une dizaine d'années, a augmenté considérablement sa vitesse et son plafond, ont provoqué une évolution parallèle des matériels d'artillerie spécialisés dans la défense antiaérienne. Aujourd'hui, les canons de moyen et de gros calibre, dont la puissance et la portée ont dû être accrues dans de fortes proportions (1), peuvent agir efficacement contre les appareils naviguant à moyenne et haute altitude. Les nouvelles méthodes de bombardement à basse altitude, en vol rasant, en piqué ou semi-piqué, imaginées pour augmenter la précision du lancement contre des objectifs restreints (ponts, centrales électriques, navires, troupes à découvert, etc.), tout en mettant à profit l'effet de surprise dû à la rapidité de l'attaque, ont rendu nécessaire le développement d'un matériel relativement léger, dont les qualités primordiales doivent être la rapidité de pointage et la puissance de feu. Ainsi sont apparus les mitrailleuses jumelées et les canons à pointage et tir automatiques, dont le calibre atteint jusqu'à 40 millimètres et dont le débit est de l'ordre de 150 obus par minute. La multiplicité des objectifs à protéger en cas de conflit pour assurer la « vie » des centres de production industrielle indispensables à la conduite des opérations et au ravitaillement des armées en campagne et de leurs arrières, impose aux grandes nations soucieuses de leur sécurité des charges financières énormes pour la constitution des stocks de matériel de défense antiaérienne active. Encore ces coûteux engins risquent-ils de se démoder assez rapidement étant donné les exigences balistiques de plus en plus sévères qu'impose l'augmentation incessante de la vitesse des avions.*

## **Le lancement en piqué et le lancement en vol rasant**

**L**ES matériels d'artillerie spéciaux pour la défense contre avions rapprochés sont devenus nécessaires lorsque se sont transformées les méthodes de lancement des bombes, à la suite des progrès de l'avion d'une part, de l'artillerie de défense éloignée d'autre part.

Plus l'avion est rapide et plus importants sont les écarts de toutes sortes au cours du lancement en vol horizontal à moyenne altitude qui était resté la seule méthode en usage jusque vers 1930 dans toutes les aviations. Les écarts qui tiennent aux erreurs dans la détermination du cap, de l'altitude, etc., sont amplifiés par la vitesse. Le lancement en vol horizontal, méthode précise lorsqu'on l'appliquait avec un avion à 130 km/h lançant contre le vent, devient inacceptable à une époque où l'avion de bombardement à 450 km/h commence à paraître démodé.

Pourquoi donc l'avion ne réduirait-il pas sa vitesse à l'instant du lancement pour en

améliorer l'exactitude? C'est que les progrès en vitesse de l'avion ont engagé l'artillerie dans la voie d'une augmentation de puissance, à la fois en calibre et en vitesse initiale, qui fait aujourd'hui du lancement à faible vitesse et altitude moyenne une opération d'où l'avion n'a aucune chance de revenir. Le lancement en vol horizontal se fera à grande vitesse et haute altitude. Mais il sera limité à l'arrosage d'objectifs qui s'accommodent d'une certaine dispersion, grandes villes, ports de guerre ou de commerce. L'attaque précise d'objectifs de faibles dimensions exige d'autres méthodes.

Le lancement en piqué à basse altitude, sur route voisine de la verticale, fut inauguré voici une dizaine d'années par l'aviation navale américaine qui en fit le procédé de choix pour l'attaque des navires. On évitait ainsi les manœuvres de déroboement du navire dont la vitesse et les qualités évolutives ne se prêtaient guère au lancement en vol horizontal avec 30 ou 35 secondes de durée de trajet. Les quelques secondes qui séparaient l'impact de l'instant du lancement en piqué supprimaient tout l'intérêt

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 261, page 210.

de la manœuvre, même si elle était amorcée dès qu'apparaissait l'avion. Mais le caractère le plus intéressant de la nouvelle méthode est que l'augmentation de vitesse des avions avait, sur l'écart au but, un effet exactement inverse de celui qu'on déplorait dans le lancement en vol horizontal. Elle réduisait les écarts au lieu de les augmenter. Pour peu qu'on voulût bien observer le sens de l'évolution de la technique aérienne vers les vitesses croissantes, il était évident que le bombardement en piqué n'allait pas rester limité aux objectifs navals, et qu'il deviendrait rapidement un procédé indispensable à l'attaque des objectifs terrestres de faible étendue.

Le lancement en vol rasant apparut, presque à la même époque, comme le moyen le plus efficace d'emploi de « l'aviation d'assaut » (1), c'est-à-dire d'une aviation dont, à l'origine du moins, l'attaque des troupes en ligne, des troupes en cours de transport, des colonnes de ravitaillement

était la mission principale. Contre un objectif aussi fugitif, la reconnaissance, à vue ou photographique, suivie de l'envoi d'une expédition de bombardement, était évidemment impraticable. Le vol rasant, à l'altitude minimum compatible avec le risque de rencontre des obstacles au sol, permettait à la fois de repérer l'objectif et d'agir contre lui dans des conditions de précision acceptables soit à la bombe, soit à la mitrailleuse. Là encore, il n'était pas difficile de prévoir que l'emploi des méthodes de lancement en vol rasant ne resterait pas limité aux objectifs pour lesquels elles avaient été conçues,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 248, page 135.

et qu'elles seraient tout aussi efficaces contre d'autres, tels que les navires.

Une différence essentielle séparait toutefois le lancement en vol rasant et le lancement en piqué. Alors que la précision de ce dernier augmentait avec la vitesse, le lancement en vol rasant subissait encore, comme le lancement en vol horizontal et, au fond, pour les mêmes raisons, l'influence néfaste de la vitesse. A très grande vitesse, l'avion

en vol rasant distribuait ses bombes à plusieurs centaines de mètres en avant ; la moindre erreur sur la pente de la route, l'inclinaison du terrain, l'altitude de lancement était la source d'écarts en portée considérables. Ce qui fait la précision du lancement en piqué, c'est qu'on lance à grande vitesse contre un objectif étalé sur une surface presque normale à la trajectoire. Ce qui fait l'infériorité du lancement en vol rasant, c'est qu'on essaye d'atteindre, avec la même trajectoire tendue, un objectif presque

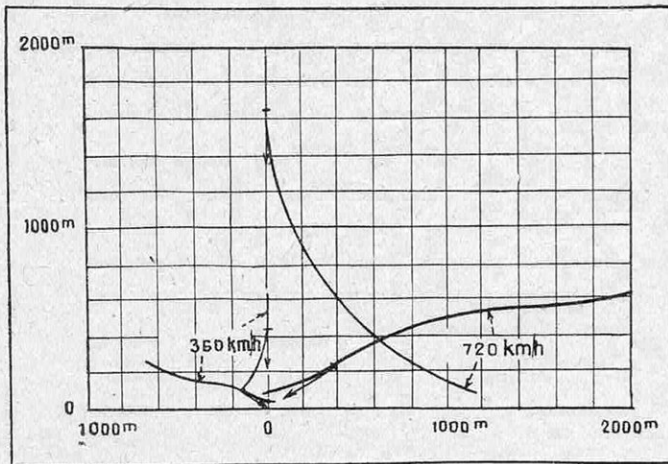


FIG. 1. — ROUTES D'ATTAQUE EN PIQUÉ ET DEMI-PIQUÉ

On a représenté, pour des avions à 360 et 720 km/h, la route d'attaque et de déroboement, en piqué à la verticale et en piqué sous 30°. Le déroboement est supposé fait sous l'accélération 2,5 g dans tous les cas. Le lancement en piqué à la verticale oblige à lancer à au moins 400 m d'altitude, à 360 km/h, et au moins 1 600 m, à 720 km/h. Si on lance en piqué sous 30°, on peut le faire à 110 m de distance de l'objectif, à 360 km/h, et 440 m à 720 km/h. La vitesse de 720 km/h étant une vitesse courante, même en piqué léger, pour des avions de chasse modernes, on voit que le demi-piqué est indispensable au lancement contre objectifs de faibles dimensions et difficiles à distinguer. On voit de même qu'il est indispensable de disposer d'armes efficaces jusqu'à 2 000 m, si l'on veut pouvoir défendre des objectifs assez étendus pour être distingués et atteints en piqué à la verticale (ouvrages d'art, navires...)

parallèle à cette trajectoire du projectile.

L'accroissement continu des vitesses introduisait d'ailleurs dans le lancement en piqué des difficultés qu'on ne pouvait guère prévoir vers 1930. Les vitesses énormes atteintes aujourd'hui augmentent bien, en théorie, la précision du lancement dans un piqué voisin de la verticale, mais elles s'opposent radicalement à l'exécution d'un tel piqué aux basses altitudes que l'on envisageait au début, si l'on veut pouvoir se redresser, avant la rencontre du sol, sous une accélération compatible avec la résistance de l'appareil et du pilote. La hauteur nécessaire pour le redressement est grandement

diminuée si l'on remplace le piqué à la verticale par un piqué sur route de pente moyenne ou faible. La précision du lancement s'en ressent, mais reste acceptable à très grande vitesse.

Aussi le lancement en piqué et le lancement en vol rasant évoluent l'un et l'autre vers une méthode unique, le *lancement en demi-piqué*, qui permet de concilier la précision dans l'atteinte d'un objectif réparti sur une surface assez inclinée sur la trajectoire et la sécurité exigée par la manœuvre à très grande vitesse et basse altitude.

### Le lancement à basse altitude au cours de la guerre d'Espagne

L'attaque à basse altitude des troupes en ligne ou en déplacement a été l'une des missions

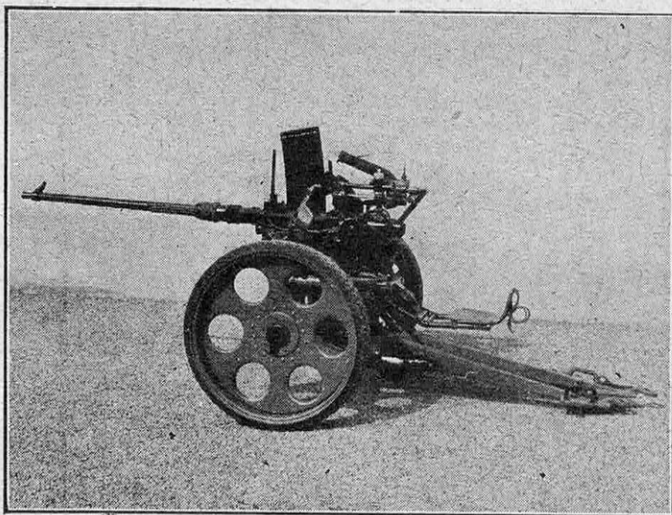


FIG. 3. — CANON « OERLIKON » DE 20 MM EN POSITION DE TIR SUR ROUES

*Le canon automatique « Oerlikon » de 20 mm. est une arme à tube fixe dans laquelle l'effet de recul est absorbé par le lancement de la culasse sur l'arrière à l'instant où le projectile est lui-même projeté vers l'avant. La photographie ci-dessus représente le matériel dit J L a S en position de tir sur roues. Il peut ainsi servir de « canon d'infanterie » à tous usages : D. C. A., tir contre le personnel, tir contre chars à faible protection.*

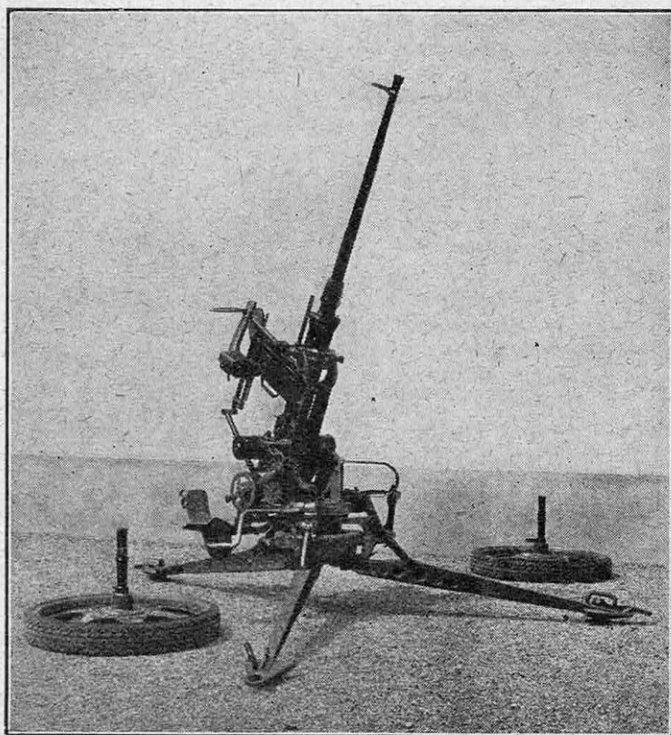


FIG. 2. — CANON « OERLIKON » DE 20 MM EN POSITION DE TIR SUR AFFUT TROIS FLÈCHES

*La photographie représente, en position de tir sous forte inclinaison, le matériel représenté en position de tir sur roues par la figure 3. Les flèches s'ouvrent pour former trépied ; l'essieu se démonte avec les roues. Les caractéristiques de ce canon sont les suivantes : longueur, 70 calibres ; vitesse initiale, jusqu'à 870 m/s ; portée, 5 000 m ; plafond 3 700 m.*

les plus fréquentes de l'aviation nationaliste. L'aviation gouvernementale y eut également recours au début, mais dut limiter ensuite son action à des opérations plus strictement défensives.

Dans l'attaque des troupes en déplacement sur route, entreprise dès 1936, le lancement en vol rasant donna immédiatement des résultats remarquables. Son triomphe fut l'arrêt en mars 1937, sur la route de Guadalajara, d'une division italienne motorisée qui venait d'enfoncer le front gouvernemental. Surprise par 155 avions qui l'arrosèrent d'environ 500 bombes et 200 000 balles de mitrailleuses, elle reflua en désordre en arrière de ses positions de départ.

L'attaque des troupes en ligne par l'aviation a été exécutée régulièrement au cours de toutes les opérations offensives de l'armée nationaliste depuis le milieu de l'année 1937.

L'aviation a suppléé d'abord

l'artillerie lourde absente pour la destruction de nombreux objectifs. Elle a surtout suppléé l'artillerie d'accompagnement au cours des avances, détruisant les mitrailleuses de l'adversaire à mesure qu'elles déclenchaient leur tir. C'est au cours de ce genre d'opérations qu'apparut le lancement en demi-piqué sous différentes formes qu'on peut ramener au schéma suivant. Chaque avion décrit, en

gros, dans un plan vertical, un cercle dont le diamètre est aussi faible que le lui permettent sa vitesse et les risques de rencontre du sol. Le lancement des bombes, ou le tir à la mitrailleuse, est fait sur l'élément de cercle à faible pente au voisinage du sol. L'opération est répétée jusqu'à épuisement des lance-bombes et des chargeurs.

Le lancement à faible altitude a connu les mêmes succès dans l'attaque des objectifs navals, le succès étant ici d'autant plus remarquable que les tentatives faites en vol horizontal à moyenne altitude avaient le plus généralement échoué. C'est en piqué que furent lancées les deux bombes dirigées contre le *Deutschland* au mouillage ; l'une atteignit la plage avant, l'autre tomba suffisamment près de la coque pour lui faire quelques avaries. C'est en vol rasant que furent attaqués, en 1938, les rares navires de commerce isolés atteints par des bombes, au mouillage ou au large ; signalons d'ailleurs que l'attaque à la bombe était complétée fréquemment d'une attaque à la mitrailleuse dans les mêmes conditions.

L'attaque des populations civiles par avions lançant à basse altitude a connu même succès. Le tir à la mitrailleuse sur les plages aux environs de Valence fit suffisamment de victimes pendant l'été 1938 pour qu'on dût interdire de s'y baigner. En octobre 1938, une attaque de nuit d'un train gouvernemental par un hydravion lançant ses bombes en vol rasant fit près de cent morts.

## La défense contre avions rapprochés

Le succès de ces missions nouvelles de l'aviation impose absolument une défense spécialisée, si l'on veut éviter les graves conséquences qu'elles pourraient avoir lorsque les quelques centaines d'avions qui les exécutèrent au cours de la guerre d'Espagne seront devenus quelques milliers.

L'artillerie de moyen et gros calibre qui convient contre l'avion en cours de navigation ou de bombardement à grande altitude n'est plus ici

d'aucun secours. L'avion peut franchir la zone où elle serait dangereuse par un vol en zigzag le mettant à l'abri de toute atteinte. Il peut même, dans le cas du vol rasant, s'approcher de son objectif assez près du sol pour que son arrivée ne soit décelée qu'à courte distance. On ne peut d'ailleurs, dans ce cas, songer à un tir au ras du sol de projectiles de gros calibre qui seraient aussi dangereux que les bombes pour les troupes et les populations amies.

Lorsque l'avion apparaît à quelques centaines de mètres, la vitesse de pointage de cette même artillerie est beaucoup trop

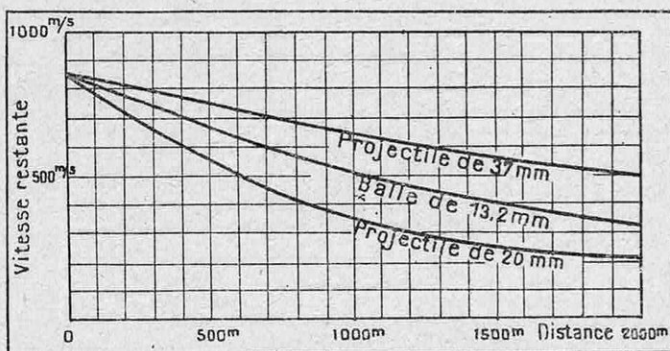


FIG. 4. — VITESSE RESTANTE DES PROJECTILES DE DÉFENSE RAPPROCHÉE

Les courbes ci-dessus indiquent, en ordonnées, les vitesses restantes en fonction des distances portées en abscisses, pour les calibres de 13,2 mm, 20 mm, 37 mm tirant du sol contre avion au voisinage du zénith. Les caractéristiques des projectiles sont celles de la moyenne des projectiles étrangers de ces calibres ; les vitesses initiales ont été ramenées uniformément à 850 m/s pour préciser la comparaison. On notera la chute rapide de vitesse des projectiles de 20 mm qui tient à leur mauvaise forme balistique (troncature avant de la fusée extrinsèque, volume élevé du mécanisme de fusée). La balle de 13,2 mm, malgré son faible calibre, conserve beaucoup mieux sa vitesse, car son poids (balle pleine) est relativement plus élevé que celui du projectile explosif, et rien n'empêche de lui donner la forme la plus convenable. Les projectiles de 37 à 40 mm sont évidemment très supérieurs (influence favorable du gros calibre, effet relativement moins gênant de la fusée). Dans le tir au voisinage de l'horizontale, la vitesse tombe plus vite, la densité de l'air étant plus élevée et la trajectoire plus courbée. Vers 2 000 m, la vitesse restante du projectile de 20 mm est alors comparable à celle de l'avion qu'il doit rencontrer, et les chances d'atteinte sont évidemment très faibles.



faible pour le suivre. La nécessité d'une détermination instantanée des éléments du tir, le temps mort résultant du réglage des fusées et du chargement mettent en défaut à la fois la conduite du tir et les projectiles qui conviennent au tir à grande distance. Peut-être n'est-il pas impossible d'augmenter les vitesses de pointage, de remplacer le pointage à bras par le pointage électrique,

sance balistique élevée et d'un grand nombre de pièces.

C'est l'insuffisance balistique de la mitrailleuse d'infanterie qui explique les très faibles pertes de l'aviation nationaliste au cours des accompagnements aériens d'offensives. Cette insuffisance mérite explication, car la mitrailleuse de 7,5 à 8 mm est couramment employée dans le tir d'avion contre avion et y donne d'excellents résultats. Mais le tir d'avion contre avion est du tir à faible et même très faible distance ; le tir de terre contre avion bas, serait-il en vol rasant, est au contraire du tir à grande distance.

Ce que fait l'avion de chasse qui vient se placer à 50 ou 100 m sur l'arrière de son objectif, le mitrailleur de D. C. A. ne peut y son-

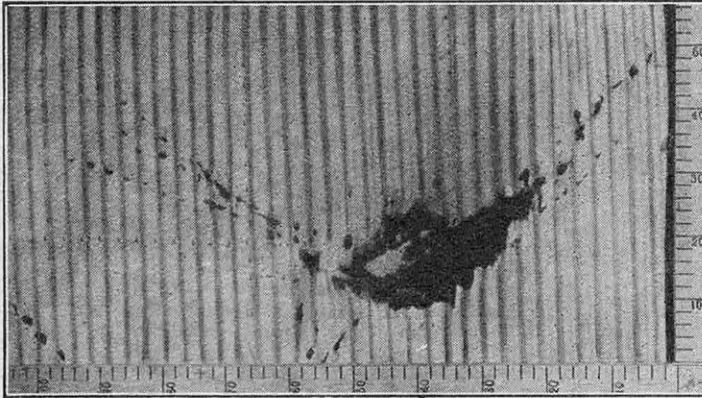
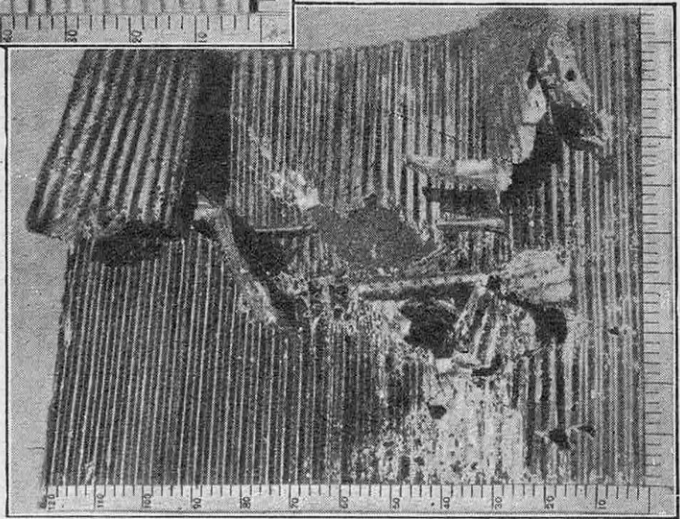


FIG. 5. — EFFET D'UN PROJECTILE EXPLOSIF DE 23 MM SUR UNE CHARPENTE D'AVION

Les deux photographies ci-dessus montrent l'effet d'un projectile de 23 mm « Madsen » de 173 g, chargé à 17 g d'explosif, sur la charpente métallique d'une aile d'avion. La photographie du haut donne la vue de la face d'entrée ; celle de droite, la vue de la face de sortie. La fusée est à fonctionnement instantané et fait éclater le projectile à l'intérieur de l'aile, ce que confirme sur la photographie de droite le rouslement vers l'extérieur des tôles de la face de sortie. La charge d'explosif de 17 g est difficilement réalisable sur les projectiles de 23 mm à grande vitesse initiale, surtout munis d'un traceur.

On peut admettre que le résultat obtenu serait le même pour la moyenne des projectiles de 25 mm.



de généraliser l'emploi d'une télécommande où le pointeur n'aurait à manipuler qu'une lunette de faible inertie, de remplacer les projectiles puissants à débouchage ou réglage préalable par un projectile éclatant à distance fixe ou une simple boîte à mitraille. En tout cas, il ne semble pas que des tentatives sérieuses aient été faites dans cette voie, et l'on a préféré jusqu'ici faire appel aux armes automatiques à grande cadence pour se défendre contre avions rapprochés.

Même si l'on dispose de ce matériel, une étude sommaire de ses conditions d'emploi montre qu'on ne saurait en attendre un rendement acceptable à moins d'une puis-

ger ; il y faudrait une densité d'armes qui ne cadre pas avec les stocks bien modestes dont disposent les différentes armées.

Au surplus, même si le hasard voulait que l'avion survolât à une vingtaine de mètres une des mitrailleuses qui lui tirent dessus, ce n'est pas à ce moment que son tir serait dangereux. La « vitesse latérale » de l'objectif, composante de la vitesse suivant une direction perpendiculaire à la droite tireur-but, est beaucoup trop élevée pour que le tir soit juste. On n'a aucun moyen d'apprécier la correction correspondante qui est énorme, et de tenir à jour ses variations, non moins énormes, pendant la fraction de seconde où

l'avion survole l'arme de défense. Il y a longtemps que l'on a fait l'expérience de regarder, ou de photographier, du haut d'un avion en vol rasant, les armes de ceux que l'on survole et qui croient vous mettre en joue. La restitution de leur tir est assez tranquillissante pour l'aviateur.

Le tir de terre sur avion bas n'est efficace que si l'avion est assez éloigné pour que sa vitesse latérale soit faible et peu variable. La puissance balistique de l'arme, soit qu'elle tire à très grande vitesse un projectile de faible calibre dont la vitesse moyenne restera élevée, soit qu'elle tire à vitesse moindre un projectile de plus gros calibre qui conservera bien sa vitesse, reprend alors tout son intérêt.

Les méthodes de lancement en demi-piqué inaugurées par l'aviation des nationalistes espagnols ne visent pas seulement à augmenter la précision du lancement ou à réduire les risques de rencontre avec le sol. Elles augmentent le nombre d'armes nécessaires en réduisant la zone d'emploi de chacune d'elles.

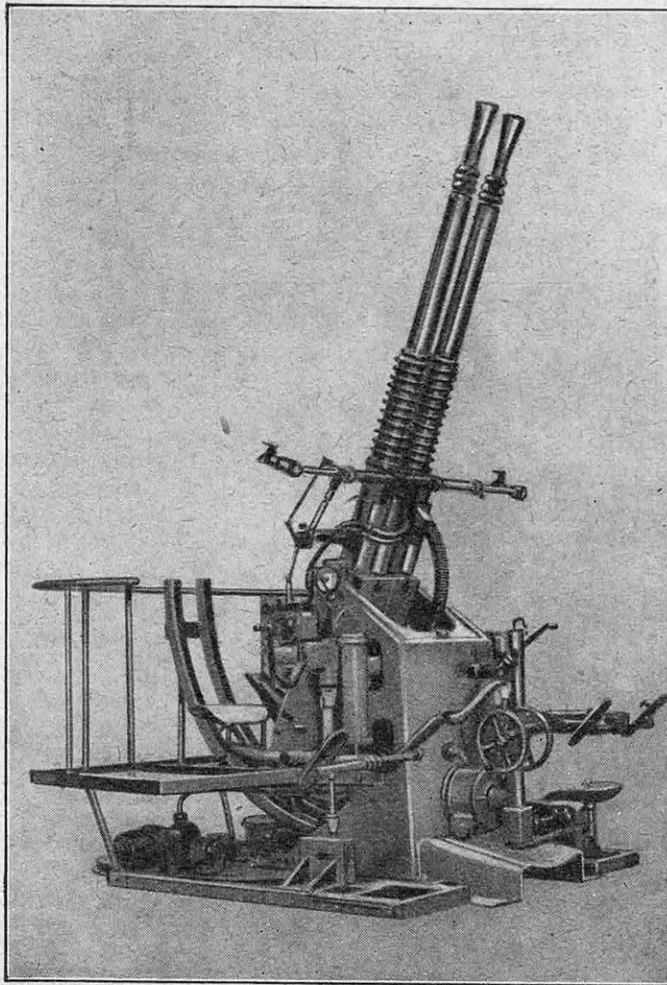


FIG. 6. — CANON AUTOMATIQUE « BOFORS » DE 40 MM SUR AFFÛT DOUBLE

La figure représente, monté sur affût double de marine, le canon automatique « Bofors » de 40 mm, qui a été commandé en quantités énormes par l'Angleterre pour la défense contre avions rapprochés. Les caractéristiques de ce matériel sont les suivantes : vitesse initiale, 950 m/s. Poids du projectile, 1 kg. Portée maximum, 11 200 m. Plafond, 4 830 m. Cadence, 120 à 140 coups/minute (par tube). Poids de la pièce sur affût double, 2 950 kg. Le tube, monobloc, est relié au porte-culasse par un assemblage à baïonnette qui permet d'échanger très rapidement le tube qui ne peut évidemment supporter pendant longtemps un tir automatique à la cadence indiquée, à la pression relativement élevée de 2 800 kg/cm<sup>2</sup>. Le canon est établi soit pour recevoir un dispositif de télépointage, soit pour pointage direct à l'aide d'un correcteur où l'on introduit les éléments suivants : angle de route, vitesse et distance de l'objectif. Le correcteur est complété d'un réglage spécial pour les attaques en piqué.

route horizontale à quelques dizaines de mètres d'altitude.

Un deuxième moyen consiste à limiter au strict indispensable les éléments de route horizontaux à basse altitude. Engagé sur un tel élément de route, l'avion risque d'être

Si l'arme de défense n'est vraiment dangereuse que lorsque la route de l'avion est sensiblement dirigée vers elle, le moyen le plus simple pour diminuer son efficacité est de limiter le plus possible les éléments de route rectilignes de manière que les armes qui pourraient se trouver dans leur direction ne puissent tirer que pendant un temps très faible. Si la durée du parcours rectiligne est inférieure à la durée de déclenchement du feu, majorée de la durée de trajet, l'avion n'apporte rien à craindre. A la limite, les variations rapides de direction conduisent à faire suivre à l'avion la route de courbure la plus élevée possible. Et le cercle vertical à plusieurs centaines de mètres du sol permet des courbures beaucoup plus grandes que la

descendu par une arme automatique placée en un point quelconque de son prolongement jusqu'à plusieurs centaines de mètres de distance. Sur parcours incliné sur l'horizontale, l'avion ne risque que l'arme qui pourrait se trouver à l'endroit où le prolongement de ce parcours rencontre le sol. Lorsqu'il décrit un cercle vertical, les seules armes dangereuses sont celles qui se trouvent au voisinage de la trace sur le sol du plan de ce cercle ; lorsqu'il décrit un cercle horizontal à très basse altitude, toute arme en place dans une zone de 2 à 3 km<sup>2</sup> autour du point survolé est dangereuse à un certain instant du parcours.

Les méthodes d'attaque en demi-piqué exigent donc une densité considérable d'armes de défense puissantes dans la région survolée.

### Les matériels de défense rapprochée

Trois classes de matériels de puissances très différentes ont été établies par les constructeurs d'armes automatiques pour pallier l'insuffisance de la mitrailleuse d'infanterie : une mitrailleuse lourde de calibre voisin de 13 mm tirant une balle pleine d'une cinquantaine de grammes ; un canon automatique de 20 à 25 mm tirant un projectile explosif qu'une fusée sensible instantanée fait éclater à la traversée du premier revêtement de charpente d'avion qu'il ren-



(Photo « L'Illustration ».)

FIG. 7. — CANON « BOFORS » DE 40 MM SUR AFFÛT TERRESTRE

*Le canon « Bofors », que représente la photographie, est identique, à l'affût près, au canon de la figure 6. C'est ce matériel, en service dans l'armée française, qui a été présenté en juin à l'exposition de l'Esplanade des Invalides.*

contre, serait-il une simple toile ; enfin, un canon automatique de 37 à 40 mm appliquant les mêmes principes.

La mitrailleuse lourde de calibre voisin de 13 mm fournit une solution complète du problème balistique, mais l'efficacité de la balle pleine n'atteint évidemment pas ce que l'on peut attendre du projectile explosif. L'armée et la marine françaises possèdent depuis longtemps une mitrailleuse Hotch-

kiss de ce type, en 13,2 mm, qui arme également un certain nombre de pays étrangers.

Il est évident que l'efficacité d'un projectile explosif de 20 à 25 mm est très supérieure à celle d'une balle pleine, serait-elle du calibre de 13 mm.

L'optimisme qui accueillit les premières applications du canon automatique de 20 mm était excessif. On espérait descendre un avion au moyen d'une seule atteinte, dont l'effet se réduit souvent à une brèche de 10 à 30 cm de diamètre.

Au cours des dernières années, les charpentes ont d'ailleurs été grandement renforcées. L'indice d'essai statique exigé a augmenté; les tonnages se sont accrus; l'épaisseur relative des ailes a diminué; l'emploi des revêtements travaillants s'est généralisé. Ce sont autant de raisons qui font que la brèche ouverte par un projectile de 20 mm dans une charpente d'avion de 1939 n'est plus la même qu'à l'époque où apparaissaient les premiers canons de ce calibre.

L'insuffisance d'efficacité du projectile de 20 mm est peut-être moins grave encore que son insuffisance balistique. Le projectile explosif de 20 mm, beaucoup plus léger pour son calibre que la balle pleine de 13 mm pour le sien, est, en outre, désavantagé par les formes de sa fusée extra-sensible, à troncature d'ogive développée.

Insuffisance balistique, insuffisance d'effet sur l'objectif, qui s'accroissent à mesure qu'augmentent la vitesse des avions et la résistance de leurs charpentes, obligent à relever la puissance des armes. Le calibre de 25 mm, qui permet de tirer un projectile deux fois plus lourd que le 20 mm, et dont la forme est moins résistante, est déjà beaucoup plus satisfaisant.

La troisième classe d'armes automatiques, celle des canons de 37 à 40 mm, prêterait plutôt pour l'instant au reproche inverse, celui d'être surabondants. Le reproche est moins fondé d'année en année pour les raisons indiquées en parlant du renforcement des charpentes, et qui continuent à jouer.

Ce sont les raisons qui expliquent l'intérêt croissant que les marines portent aux armes de ce calibre pour la défense des navires contre l'attaque en piqué vers 1 500 m d'altitude, qui est certainement la menace la plus grave que les avions modernes puissent suspendre sur l'avenir de tout ce qui flotte. Un *King George V*, le dernier cuirassé britannique lancé en février de cette année, ne porte-t-il pas trente-deux pièces de D. C. A. de 40 mm, dont chacune

est une arme du poids d'un canon de campagne de 75 mm ?

### L'avenir des armes automatiques en D. C. A.

Les progrès de l'avion imposent aux armes par lesquelles on voudra lui résister une cadence de renouvellement à laquelle les armées et les marines ne sont guère habituées. Depuis une dizaine d'années qu'on s'est décidé à organiser la défense contre avions rapprochés, combien de fois l'évolution de la technique aérienne n'a-t-elle pas obligé à renouveler les programmes !

La détermination des quantités nécessaires pose un problème dont les données évoluent avec la même rapidité que celles du problème qualitatif. C'est très certainement la constitution des stocks énormes de matériels de D. C. A. de petits calibres qui posera le plus grave des problèmes financiers nés du développement de l'aviation.

On n'est pas tenu de résoudre tous les problèmes militaires. Que faire contre l'avion qui, de nuit, par temps couvert, à 15 000 m d'altitude et 600 km/h, viendra vider ses lance-bombes sur la Ruhr ou la banlieue de Paris? Que faire contre celui qui, ayant suivi pendant quelques heures un convoi de navires à limite de visibilité, s'en rapprochera pour lâcher en vol rasant sur l'un d'eux, une demi-heure après le coucher du soleil, la centaine de bombes de 10 kg qui le transformera en écumoire ou en brasier?

On s'y résignera. Il faut du temps pour détruire un pays par bombardement à haute altitude, et ce ne sera pas la première fois qu'on aura dû conduire une guerre en renonçant à ses communications maritimes.

Mais les menaces de l'avion attaquant à basse altitude sont autrement dangereuses. Peut-on admettre qu'un millier d'avions tienne sous ses mitrailleuses, sans pertes graves, l'ensemble de l'infanterie et de l'artillerie d'un secteur d'attaque? Peut-on admettre que le même millier d'avions, lancés en vol rasant, puisse détruire en un jour l'ensemble des ouvrages d'art sur les routes et les voies ferrées servant à la concentration, puis, le lendemain, priver, par la destruction précise des centrales, des lignes de transport ou des postes de transformation, l'ensemble d'un pays de son énergie électrique? Et, dans ces différents cas, la défense est efficace. Ce n'est ici qu'une question de milliards, ou de dizaines de milliards, à dépenser avant que soit démodé le programme de matériel auquel on les appliquera.

CAMILLE ROUGERON.

## LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

Sous cette rubrique, une personnalité éminemment qualifiée pour chaque genre d'ouvrage analyse les livres les plus récents, qui font époque dans les différents domaines de la pensée humaine appliquée à l'interprétation des faits et des idées humaines.

### LES GRANDS MATHÉMATICIENS <sup>(1)</sup>

DANS le grand public, les mathématiques ont trop souvent une mauvaise presse : la faute en est certes à leur caractère abstrait et singulier, mais, de plus, beaucoup d'entre nous gardent une rancune vivace contre un enseignement qui ne sait pas toujours se montrer attrayant, profitable, ni même adapté aux exigences d'une époque où la technique scientifique a triomphé. Parmi les « aménités », qui ont cours, on peut rappeler les suivantes : les mathématiques glacent et dessèchent l'esprit ; elles ne peuvent pas conduire à des habitudes logiques ; elles finissent par déformer l'esprit, mais sont incapables de le redresser ; une étude exagérée des mathématiques détourne de ces énergies intellectuelles dont la vie et la philosophie ont tant besoin ; en mathématiques, la sottise est élevée au rang de talent, et le talent rabaisé à celui d'incapacité...

C'est un peu pour combattre ces opinions préconçues qu'Eric-Temple Bell a rédigé un gros livre (615 pages), intitulé *Les grands mathématiciens*, dont une traduction, malheureusement assez imparfaite, vient de paraître.

L'auteur, qui naquit à Aberdeen (Ecosse) en 1883, vint aux Etats-Unis à l'âge de dix-neuf ans et passa son doctorat en 1912, à l'Université de Columbia ; il enseigna successivement aux Facultés de Washington et de Chicago, puis à l'Université Harvard (à Cambridge, dans le Massachusetts) et fut nommé, en 1926, au poste qu'il occupe actuellement de professeur de mathématiques à l'Institut technologique de Californie. Il a écrit bien d'autres ouvrages, moins accessibles, et préside plusieurs associations scientifiques américaines.

Les mathématiques ont traversé quatre grandes périodes. La première, dite ère babylonienne, eut comme théâtre la vallée de l'Euphrate, il y a environ quatre mille ans ; elle se prolongea plus tard en Egypte. L'ère grecque dura trois ou quatre siècles, et fut particulièrement brillante, dominée par le grand nom d'Archimède. Puis c'est un vide de près de deux millénaires, qui nous amène à la période newtonienne, aux alen-

tours de 1700. Les temps actuels commencent vers 1800 : c'est, au dire des juges compétents, l'« âge d'or » des mathématiques. E. T. Bell a des phrases heureuses pour le caractériser : « En regard de ce que la Grèce glorieuse a accompli, le XIX<sup>e</sup> siècle est un feu de joie à côté d'une chandelle de deux sous. Archimède, Newton et Gauss se rangent dans une classe à part parmi les grands mathématiciens. Il est absolument impossible à un homme de se familiariser avec l'énorme masse chaotique de mathématiques qui s'est déversée sur le monde depuis 1900. Il ne s'agit nullement de ressusciter la vieille doctrine de l'art pour l'art, mais de défendre l'art pour le bien de l'humanité, la capacité de créer des *valeurs humaines* ». Alors que l'homme de la rue prétend que « toute vérité n'est pas bonne à dire », on doit, au contraire, partir de ce principe que « toute vérité est bonne à connaître », même si elle gêne nos préjugés et nos routines : la vérité est parfois longue à se faire jour, mais elle finit par l'emporter. L'auteur ajoute : « Si nous pouvons risquer une prédiction, nous dirons que ce qui viendra sera plus frais, plus jeune à tous points de vue, plus proche de la pensée et des besoins humains, plus dégagé de tout recours à des entités extra-terrestres pour se justifier. Plus les mathématiques avancent en âge, plus elles deviennent abstraites et par conséquent, peut-on dire, plus elles deviennent pratiques ».

Dans la vie, le mathématicien est une « espèce » rarissime : quand il apparaît dans un roman ou dans un film, une tradition préhistorique veut que ce soit sous les traits d'un ahuri hirsute, mal tenu, totalement dénué de sens commun... « Ce n'est, écrit Bell, qu'en examinant en détail quels types d'hommes ont été certains des *grands* mathématiciens et quel genre d'existence ils ont mené que l'on peut se rendre compte de la ridicule fausseté de ce cliché... Naturellement, il y eut des excentriques parmi eux, mais nullement en proportion plus forte que dans la médecine, le droit ou le commerce ». Au cours de son exposé, qui comprend trente ou quarante exemples, le savant américain s'est également préoccupé de donner une idée générale, mais *assez large*, du progrès dans ce domaine : « Il n'est

(1) Par ERIC-TEMPLE BELL, membre de l'Académie des Sciences de Washington. Prix franco : France, 104 f 50 ; étranger, 111 f.

pas nécessairement vrai que le moyen le plus sûr de comprendre la conception mathématique de nos prédécesseurs, ou la nôtre propre, soit de suivre *pas à pas* l'ordre historique ». Pour nous, dans ce tableau très poussé et aussi impartial qu'il peut l'être, nous nous contenterons de glaner quelques descriptions caractéristiques curieuses ou importantes.

Pour les Anciens, les mathématiques furent souvent un jeu « assez ridicule », qui devait se plier aux règles imposées « par le tour d'esprit philosophique de Platon, dont l'influence fut néfaste ». Heureusement, Archimède sut se libérer, mais ne fut qu'imparfaitement suivi, d'où un retard de deux mille ans dans la naissance des mathématiques modernes. Bell admet même que, si Archimède était né assez tard pour passer l'agrégation, « il aurait compris Einstein, Bohr, Heisenberg et Dirac mieux qu'ils ne se comprennent eux-mêmes ». Cet amour des frivolités est concrétisé par Plutarque, pour qui la vie de Marcellus, obscur soldat romain, était autrement captivante et qui a glissé « l'histoire d'Archimède comme une mince tranche de jambon dans un énorme sandwich ». Rappelons-nous, à ce sujet, la fine remarque du savant anglais A. N. Whitehead : « Aucun Romain n'a perdu la vie pour s'être laissé absorber dans la contemplation d'une figure géométrique ».

Nous sautons, d'un seul coup, à l'époque de Descartes, de Fermat et de Pascal : « Cette époque n'était pas très différente de la nôtre. Aux barons pillards, rois et principicules du moyen âge avaient succédé des chefs d'Etat, dont la morale était celle des détresseurs de grands chemins et l'intellect celui des valets d'écurie... C'était la guerre continuelle, la guerre qui est bien la pratique la plus éhontée de toutes les stupidités humaines... Tel était le bon vieux temps, après lequel des sentimentaux réactionnaires soupiraient encore ! » Descartes fut le père des mathématiques modernes ; cela n'empêcha pas « le pauvre diable de mourir victime de la vanité outrecuidante de Christine de Suède, princesse bornée et butée ». E. T. Bell fait justice de la légende suivant laquelle Blaise Pascal aurait reproduit les *Eléments* d'Euclide, avec leur ordre arbitraire et leurs inadvertances : « ce récit est moins probable que le fait d'amener *sua* un milliard de fois consécutivement en jetant un dé ! » Pour l'histoire de la *pomme de Newton*, laissons la parole à Gauss : « La vérité, la voici : Quelque flatteur stupide demanda à Newton comment il avait découvert la gravitation ; voyant qu'il avait affaire à un cerveau enfantin et désirant se débarrasser du fâcheux, le savant répondit qu'une pomme lui était tombée sur le nez ; l'homme s'en alla pleinement satisfait et complètement éclairé ».

Après Leibniz, les Bernoulli et Euler,

l'auteur nous présente toute une « brochette » de mathématiciens français : Lagrange, Laplace, Monge, Fourier, Poncelet, Cauchy (ce dernier « aussi prolifique dans son travail qu'un saumon au temps du frai »). Puis il insiste sur la rénovation des mathématiques, accomplie par l'Allemand Karl-Friedrich Gauss (1777-1855) : « s'il avait divulgué tout ce qu'il savait, la science aurait certainement gagné plus d'un demi-siècle », alors qu'elle resta longtemps déviée par la métaphysique de Kant. Les successeurs de Gauss furent principalement Karl-Gustav Jacobi (1804-1851), Karl Weierstrass (1815-1897), qui perdit un temps précieux « à apprendre les chicaneries du commerce et les arguties de la jurisprudence » ; Léopold Kronecker (1823-1891), et Richard Dedekind (1831-1916), auquel l'infini mathématique doit beaucoup.

De même, l'Irlandais William-Rowan Hamilton (1805-1865) eut énormément de peine à s'affranchir « de cette insensée dévotion pour les langues inutiles » : créateur de génie en algèbre (généralisation des nombres imaginaires) et en physique mathématique (mécanique et optique), ses idées furent reprises, un siècle plus tard, par Louis de Broglie pour servir de fondement à la nouvelle mécanique ondulatoire. De même encore, notre grand et illustre compatriote Evariste Galois (1811-1832), tué en duel (« génie et stupidité » !), perdit bien des instants qui lui étaient comptés « dans d'interminables exercices de littérature, de grec, de latin et gaspilla une intelligence de premier ordre aux niaiseries de la rhétorique développées par des pédants » ; alors qu'il était déjà l'immortel créateur de la « théorie des groupes », il fut refusé à Polytechnique « par des hommes qui n'étaient même pas dignes de tailler ses crayons... » Le même scandale faillit se reproduire avec cet autre géant des mathématiques que fut Charles Hermite (1822-1901), que l'on gratifia de notes médiocres, alors qu'il était déjà « bien supérieur à ce qu'étaient ou deviendraient jamais ses examinateurs ».

L'Anglais Arthur Cayley (1821-1895) fut le créateur de plusieurs branches nouvelles, dont deux, au moins, reçurent des applications scientifiques inattendues, et c'est un exemple frappant de la fécondité des recherches désintéressées : soixante-sept ans après que Cayley eut imaginé le calcul des matrices (tableaux possédant une infinité de lignes et une infinité de colonnes), Werner Heisenberg y reconnut (en 1925) l'outil qu'il lui fallait pour compléter la mécanique des quanta. Le deuxième exemple, plus ancien, n'est pas moins frappant : la relativité eut besoin (1905) d'adjoindre le temps aux trois dimensions d'espace, et le travail mathématique était déjà fait, car Cayley s'était occupé des géométries à  $n$  dimensions, théorie abstraite, sans équivalent dans

le monde des sensations, puisque « personne, en dehors d'un asile d'aliénés, n'arrivera à se représenter un espace à plus de trois dimensions ». Cayley dut, pour vivre, donner des consultations d'avocat « pendant quatorze mortelles années » : il était trop intelligent pour vouloir délibérément « gagner trop d'argent » et fut souvent dégoûté de passer des journées « à débrouiller des affaires sans importance, pour épargner quelques guinées à des clients qui en étaient déjà gavés ».

À côté de Cayley, il faut citer l'Allemand Bernhard Riemann (1826-1866), auquel se rattache la relativité générale (1912) : c'est lui qui nous apprend à nous défier des apparences sensorielles, et « son œuvre a été le dernier clou enfoncé dans le cercueil des vérités absolues ». Son compatriote, d'origine russe, Georg Cantor (1845-1918), rénova l'étude de l'infini, en montrant, par exemple, que la suite *complète* des nombres entiers forme un ensemble extrêmement petit, à côté du nombre des points qui se trouvent sur une ligne de longueur même très faible. Cantor ne fut pas encouragé par les siens, et son biographe se demande plaisamment : « Quand donc les parents reconnaîtront-ils la stupidité présomptueuse de vouloir faire d'un pur sang un cheval de fiacre? »

Nous avons gardé Henri Poincaré (1854-1912) pour la fin : E. T. Bell retrace sa carrière de mathématicien génial, mais il est plus sévère pour sa contribution à l'astronomie (« une marotte ») et même à la physique mathématique, qu'il voyait de loin, « sans mettre la main à la pâte », parce que sa maladresse proverbiale l'empêchait d'expérimenter.

Nous avons déjà fait allusion, ici, à l'avenir des mathématiques ; mais cet avenir risque d'être compromis par une offensive de sauvagerie systématique, dont l'humanité avait perdu le souvenir : « En 1826, Berlin voulait ce qu'il y a de mieux en mathématiques et fit appeler l'illustre Norvégien Niels-Henrik Abel (1802-1829), dont Hermite disait : *Il a laissé aux mathématiciens de quoi s'occuper pendant cinq cents ans*. Un siècle plus tard, ce qu'il y a de mieux n'était plus assez bon, puisque Berlin expulsa l'Allemand Albert Einstein. Ainsi va le progrès... »

L'auteur de cet important ouvrage sur *Les grands mathématiciens* émet, sur le rôle social de cette science, des opinions qui concordent avec celles de plusieurs de ses devanciers, dont les œuvres (en langue anglaise) ont également été traduites précédemment en français : ce sont, d'une part, Karl Pearson, qui publia, il y a plusieurs années, *La grammaire de la science*, et, d'autre part, Lancelot Hogben, professeur à l'Université d'Aberdeen : il y a peu de temps, ce dernier rédigea un livre de 700 pages, *Les mathématiques pour tous*, dont

l'intention — sinon la réalisation — est excellente.

Karl Pearson est un des plus grands noms de la statistique mathématique. Pour lui, le sens commun n'est souvent que « le nom donné à la paresse d'esprit. Je crois, ajoutait-il, qu'en plaçant la science pure à la portée de tous les citoyens, on gagnera beaucoup plus qu'en ouvrant de nombreuses écoles consacrées à l'enseignement technique, lequel risque de ne pas dépasser le niveau de l'enseignement manuel ». Comme E.-T. Bell, Pearson déplore la rareté d'une pensée précise, et la fréquence des affirmations hasardées ; il incrimine explicitement le spiritisme et l'astrologie, qui, à chaque instant, « renaissent de leurs cendres. Il faut en incriminer : le manque de jugement impersonnel et d'objectivité, l'insuffisante connaissance de la réalité, les lacunes de l'enseignement... La pierre de touche de la science, c'est la valeur universelle de ses résultats, pour tous les esprits normalement constitués et dûment instruits. Le grand et seul caractère de la vérité est de supporter l'épreuve de l'expérience universelle, et de sortir indemne de toute forme possible de discussion impartiale. À l'heure actuelle, l'ensemble des phénomènes, mentaux aussi bien que physiques — l'Univers entier — sont le domaine de la science ».

De son côté, Lancelot Hogben se plaint qu'aucun effort sérieux ne soit tenté pour retracer l'évolution des mathématiques, leur signification dans la vie sociale et l'étroite dépendance qui les relie à l'humanité civilisée : « Toute culture porte les germes de sa propre perte, si elle néglige l'éducation des masses pour ne s'occuper que des êtres exceptionnellement doués. Jusqu'en ces derniers temps, la biologie et la psychologie — les deux plus jeunes sciences qui ont manqué de respect envers les sacro-saintes traditions — ne se servaient pas des mathématiques. Elles viennent d'atteindre à la compréhension des mesures les plus utiles à faire et du secours que le mathématicien peut leur apporter. » Cela ne veut pas dire que le mathématicien soit considéré comme disposant d'une compétence illimitée. Bien au contraire : « Confier les autres sciences à un mathématicien isolé, c'est commettre la même erreur que de confier à des linguistes le soin de découvrir des vérités relatives à l'anatomie de l'animal ou à la psychologie humaine. Les mathématiques constituent le langage du nombre : c'est une partie essentielle du bagage d'un citoyen intelligent que de comprendre ce langage. »

En définitive, tous sont d'accord avec leur compatriote William-Kingdon Clifford (1845-1879) : « La pensée scientifique n'est ni l'accompagnement, ni une condition du progrès humain : c'est le progrès lui-même. »

MARCEL BOLL.

# DE L'APPAREILLAGE LE PLUS SIMPLE AUX MACHINES LES PLUS COMPLEXES, CHACUN PEUT CONSTRUIRE EN RÉDUCTION TOUT LE MATÉRIEL ÉLECTROMÉCANIQUE

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE — INGÉNIEUR E. S. E.

QUI ne se souvient de la joie avec laquelle étaient accueillies, durant l'enfance, les leçons comportant des expériences, joie qui plus tard, au cours des études plus sérieuses, se transformait en un intérêt passionné, car ces expériences entraînaient toujours un maximum de compréhension du sujet traité.

La mécanique et l'électricité notamment se prêtent merveilleusement à de multiples manipulations d'un intérêt indéniable.

Toutefois, ces démonstrations pratiques de phénomènes tout d'abord théoriquement analysés n'exigent, tout au moins pour les programmes classiques, qu'un matériel lui-même classique, établi une fois pour toutes.

Il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit,

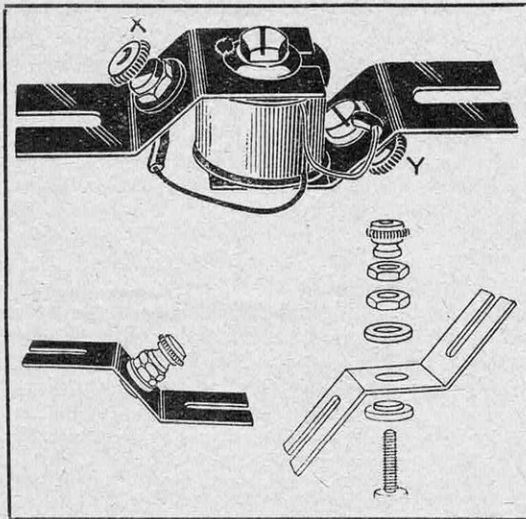


FIG. 1. — ÉLECTROAIMANT SIMPLE, BORNE DE CONNEXION ET DÉTAIL DE MONTAGE DE LA BORNE

On voit, sur le détail du montage, les diverses pièces, placées dans l'ordre d'assemblage, qui constituent les bornes X, Y, de l'électroaimant.

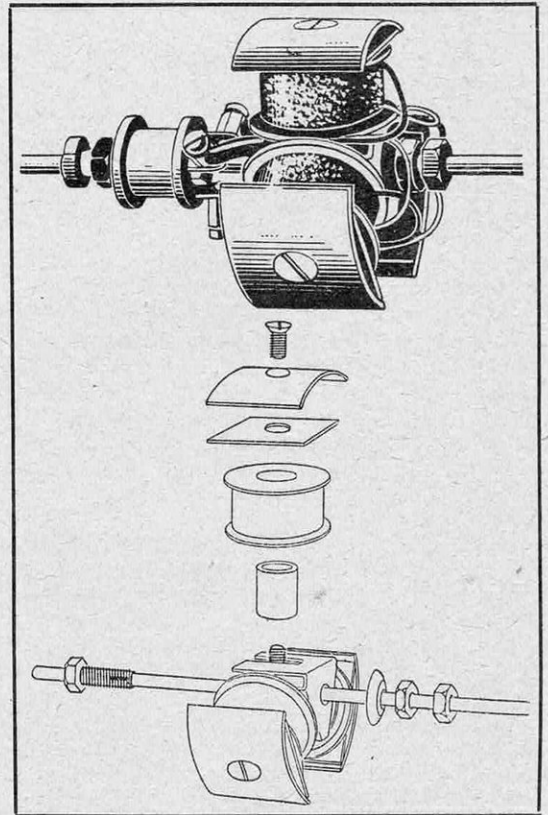


FIG. 2. — INDUIT « TRIPLE ANCRE » ET DÉTAIL DE MONTAGE D'UN POLE

On retrouve, comme sur la figure 1, le soin apporté pour faciliter le travail de l'assemblage. Sur l'axe, on remarque la pièce prismatique qui permet d'obtenir sans tâtonnements le décalage à  $120^\circ$  des trois axes des bobines inductrices.

soit de permettre à quiconque de reproduire un grand nombre de ces expériences, soit de mettre à la disposition du chercheur un ensemble de dispositifs simples pour la construction d'appareils nouveaux. Ainsi, l'enseignement mathématique et abstrait



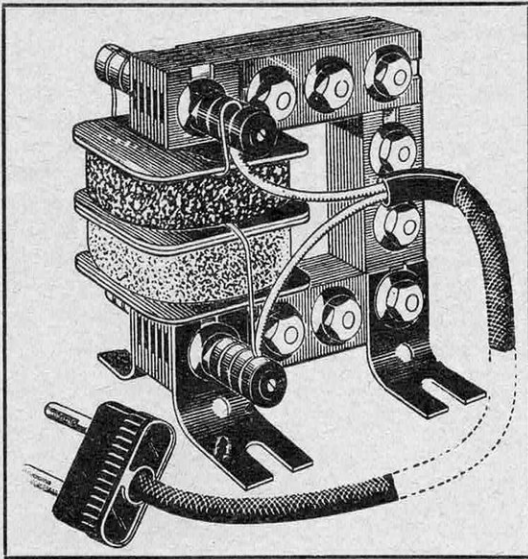


FIG. 3. — TRANSFORMATEUR A NOYAU SIMPLE  
Le circuit magnétique du transformateur est constitué de tôles empilées afin de réduire les pertes par courants de Foucault.

pourrait être utilement complété et les recherches techniques seraient grandement facilitées par la réalisation rapide de conceptions nouvelles en vue d'en éprouver la valeur pratique, sans obliger d'établir à grands frais, et dans un temps très limité, un prototype qui serait peut-être inutilisable par la suite.

Le problème qui se pose pour aboutir à une solution aussi universelle que possible consiste évidemment à étudier de très près les différents éléments qui entrent dans la constitution d'une machine, d'un montage, à les classer suivant leurs analogies, enfin à les « standardiser ». Il est non moins évident, en effet, que plus la fragmentation des modèles sera poussée et mieux on arrivera à discerner les pièces essentielles qui, par leur assemblage convenable, permettront de varier quasi indéfiniment les appareils construits.

Tout le monde connaît ce jouet anglais fait de bandes perforées à la presse, de tiges, d'engrenages, de poulies, d'excentriques, etc., faciles à monter au moyen de boulons et d'écrous, et avec lequel, non seulement les enfants peuvent s'initier aux principes de la mécanique, mais encore certains « amateurs éclairés » ont pu réaliser des pièces d'une grande complication, comme la fameuse horloge de la cathédrale de Strasbourg (1).

C'est là un exemple remarquable des

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 183, page 173.

possibilités autorisées par une fragmentation poussée très loin. Ajoutons que c'est certainement le meilleur moyen de disposer de pièces interchangeables, à condition que l'usinage en soit effectué avec une précision suffisante.

L'électricité pouvait-elle bénéficier d'une semblable solution? Les machines électriques diverses étaient-elles décomposables en un nombre suffisant d'éléments pour aboutir à la réalisation de pièces fabriquées en série et susceptibles d'être assemblées aisément de façon à donner naissance à un moteur, à un transformateur, à un contacteur, à un montage électromagnétique quelconque? Problème bien plus ardu que pour la mécanique, si l'on songe aux organes multiples et très différenciés d'une machine électrique.

Il a été résolu cependant d'une façon à la fois ingénieuse et scientifique, après plusieurs années d'études, par deux Français qui ont baptisé leur nouveau matériel du nom de « Multimoteur ».

Ainsi la culasse, les noyaux inducteurs et les bobines, l'induit, les paliers, les porte-

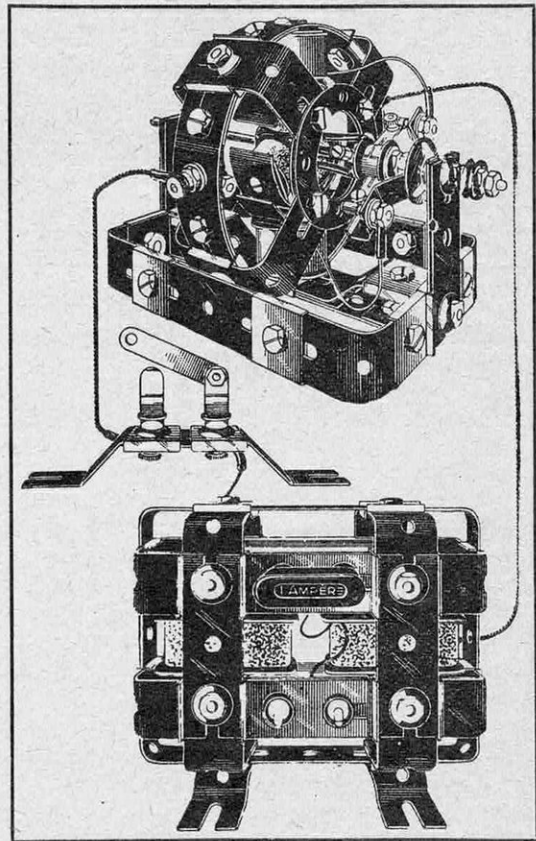


FIG. 4. — MOTEUR SUR SOCLE ALIMENTÉ SUR LE COURANT DU SECTEUR PAR L'INTERMÉDIAIRE D'UN TRANSFORMATEUR RÉDUCTEUR

balais et balais, etc. peuvent être construits au moyen d'éléments faciles à assembler au moyen de boulons et d'écrous, puis montés de manière à réaliser des machines qui tournent véritablement. Outre les moteurs à courant alternatif ou continu et de n'importe quel type, les transformateurs et les contacteurs sont aisément réalisés, de même que tous les dispositifs de sonnettes, de télégraphes, de signaux électromagnétiques et lumineux, etc.

Le matériel utilisé pour aboutir à un tel résultat a pu être considérablement sim-

rotors et collecteurs par des broches paliers fendues.

Mais les machines électriques sont avant tout des machines électromagnétiques, c'est-à-dire qu'elles mettent en œuvre l'aimantation d'un noyau de fer ou d'acier par un courant électrique (électroaimant), l'action d'un champ magnétique variable sur un conducteur qui devient le siège d'un courant électrique (induction). Ainsi, la pile et l'aimant associés sont à la base des machines les plus puissantes (moteurs). Ørsted, en découvrant l'action d'un courant sur l'ai-

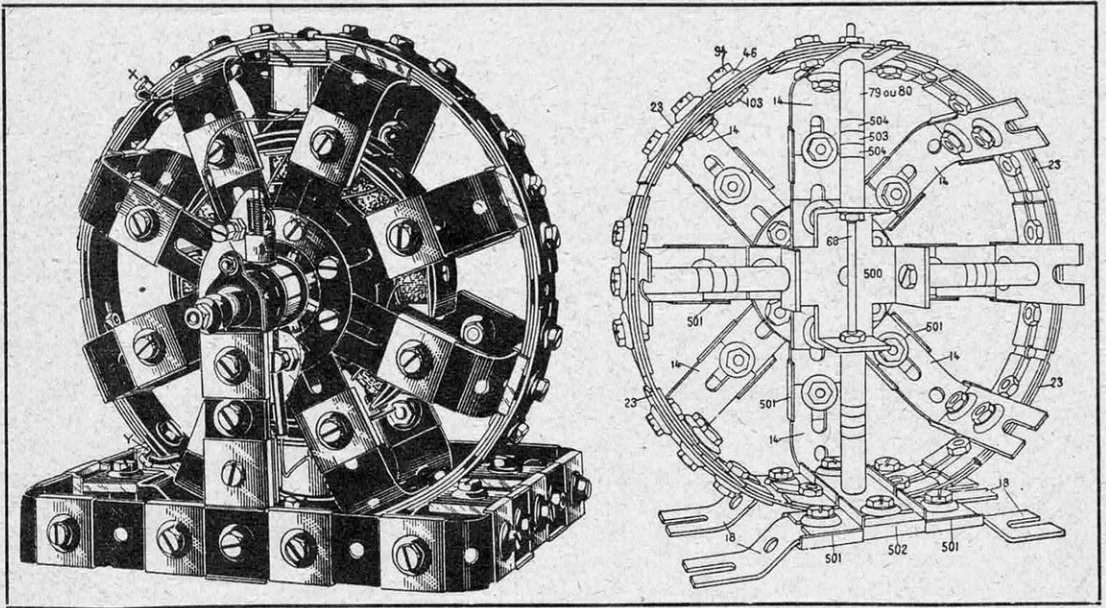


FIG. 5. — MOTEUR A INDUIT HUIT ANCRES ET DÉTAIL DE MONTAGE DE LA CULASSE

*Au centre du détail de montage de la culasse est placé le guide en croix qui matérialise les trois directions perpendiculaires de l'espace et assure la précision de l'assemblage.*

plifié grâce à la fragmentation dont nous avons signalé l'intérêt et à une fabrication d'une haute précision. Il se compose, du point de vue mécanique, de pièces droites, coudées (à angle vif, d'équerre ou à angle rond), de pièces pliées, cambrées, courbées, de supports, d'épanouissements polaires divers, d'armatures, de rondelles, de pièces de contact, de barrettes, d'arbres en acier, de vis, d'écrous, de paliers à rotules, de roulements à billes, etc. Les pièces, en acier bruni ou cadmié, sont perforées et mortaisées pour leur assemblage. Elles permettent de réaliser les formes les plus diverses de stators et de rotors, de socles, de machineries, de châssis de locomotives, etc. Signalons un palier fort simple, constitué par une broche creuse filetée extérieurement et fixée par deux écrous sur laquelle on fixe

guille aimantée de la boussole, Arago et Ampère en créant l'électroaimant, Faraday en découvrant l'induction ont permis à Gramme de construire la première dynamo.

Nous trouvons donc dans le « Multimoteur » des aimants en acier au carbone ou au cobalt, des tôles qui, par empilement, permettront de réaliser des induits dentés, des épanouissements polaires, des noyaux de transformateurs, en un mot tous les circuits où devra circuler le flux magnétique. Certaines pièces en laiton éviteront les courts-circuits magnétiques.

Enfin, le matériel électrique, c'est-à-dire celui où circulera le courant, se compose de lames de collecteurs, de balais et porte-balais, de bagues, de bornes, de bobines creuses avec un nombre varié de spires de fil permettant toutes réalisations : inducteurs

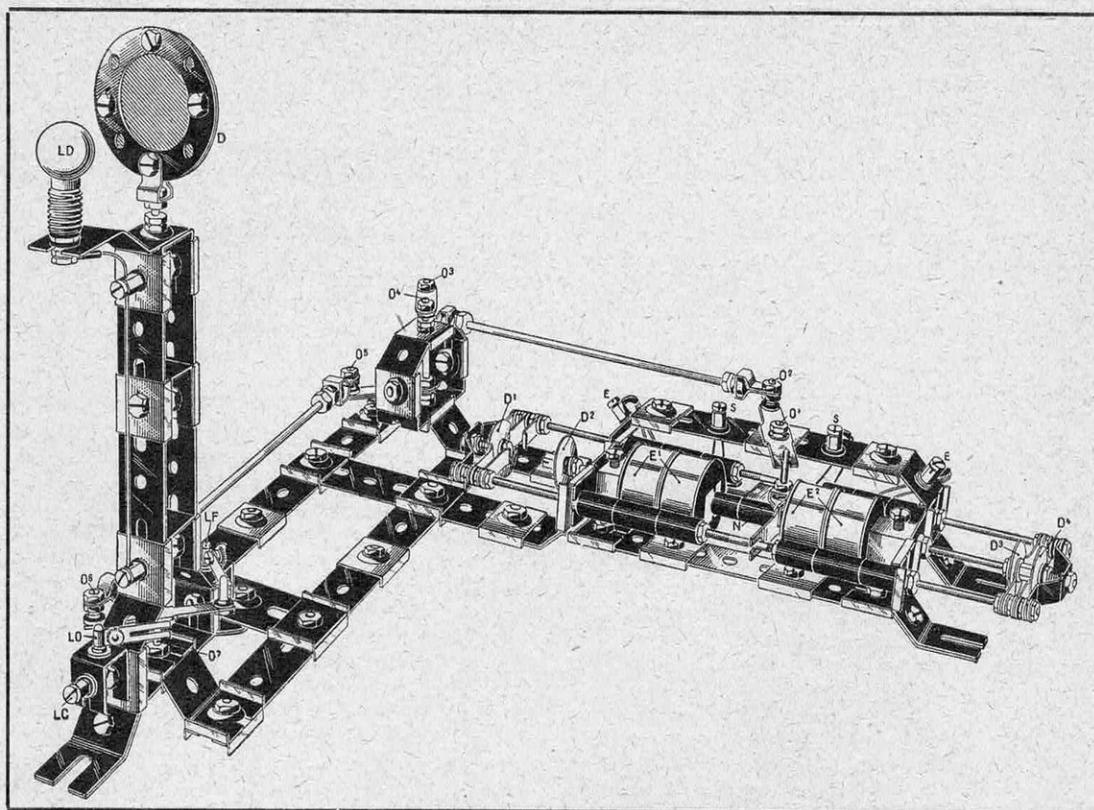


FIG. 6. — DISQUE DE CHEMIN DE FER AVEC SA COMMANDE ÉLECTROMÉCANIQUE

polaires fixes ou tournants, bobinages à pas divers. Des bornes de collecteurs évitent toute soudure dans ces montages.

Mais de telles réalisations exigent une grande précision de montage. Celle-ci est considérablement accrue grâce à l'emploi de guides, soit rectangulaires, qui assurent la mise en place correcte de tôles perforées, soit de forme particulière. Ainsi un gabarit spécial en croix permet de matérialiser les trois directions de l'espace et de donner aux pièces qui ne sont pas directement reliées entre elles l'orientation convenable. Et la précision est telle que, le plus souvent, le rotor tourne à l'intérieur du stator sans qu'un réglage après montage soit nécessaire. D'ailleurs, des indications fort détaillées permettent de réaliser sans diffi-

culté un grand nombre de modèles. On en voit des exemples dans les figures 5 et 6.

Quant à l'alimentation de toutes ces machines, elle peut être assurée par toutes les sources du courant continu de 4 à 12 volts, piles, cellules redresseuses du type sec à oxyde de cuivre pour les modèles polarisés comportant des aimants. Le courant alternatif du secteur peut être également utilisé pour tous les autres montages, mais à la condition que sa tension soit convenablement abaissée par un transformateur.

Ainsi l'enseignement d'une part, la recherche technique d'autre part, disposent d'un matériel extrêmement varié dont la précision le dispute à la commodité d'emploi et à la multiplicité des applications.

J. BODÉT.

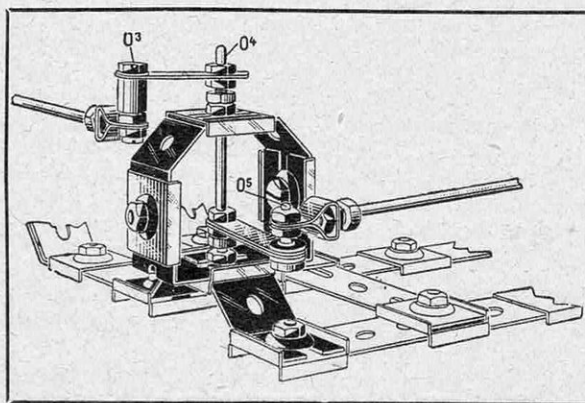


FIG. 7. — DÉTAIL DU RENVOI INTERMÉDIAIRE DE COMMANDE DU DISQUE DE LA FIGURE 6

## DES SITUATIONS LUCRATIVES, INDÉPENDANTES ET IMMÉDIATES, POUR NOS JEUNES GENS DES DEUX SEXES ET MÊME POUR LEURS AINÉS

**P**AR ces temps de chômage, il semble audacieux d'affirmer qu'il existe, pour ceux qui ont un peu d'instruction et d'éducation, des situations sans candidats.

Quand le « Comité de la Hache » réduit le nombre des fonctionnaires et laisse peu d'espoir aux très nombreux candidats; quand une multitude d'ingénieurs, de comptables, de sténo-dactylos restent sans emploi, on peut se demander si vraiment il existe un grand nombre de situations disponibles.

C'est pourtant la vérité.

Mais nous ne disons pas qu'il s'agit de situations d'ingénieurs, de comptables, de sténo-dactylos, de fonctionnaires. Pour faire travailler les ouvriers, les ingénieurs et les employés de bureau, il faut des commandes, et pour avoir des commandes, pour lutter avec la concurrence étrangère, il faut des représentants capables ou des agents commerciaux, des chefs de vente éprouvés. Ce sont ces collaborateurs-là qui font défaut.

Aucun industriel ne peut dire qu'il a trop de commandes, ni trop de représentants capables pour lui en apporter; on peut affirmer que tant en France que dans l'Empire Français et même à l'étranger, il existe des débouchés illimités pour des agents commerciaux capables.

A la dernière Assemblée générale de l'UNION NATIONALE DU COMMERCE EXTÉRIEUR, le secrétaire-rapporteur du Comité de Contrôle déclara :

*Il ne manque certainement pas d'amateurs qui essaient de se lancer dans cette profession si attrayante par l'indépendance qu'elle assure, la vie active qu'elle permet et la possibilité de voyages agréables et de gros gains qu'elle offre. Il ne manque pas non plus de paresseux ou d'inaptes, refoulés de partout, qui se réfugient dans cette profession, des employés de bureau sans emploi, de pauvres diables sans valeur commerciale, incapables de se former seuls; des représentants éphémères qui disparaissent après un essai infructueux ou végètent sans espoir de succès; d'autres, routiniers, qui n'ont pas évolué et voient chaque jour leur clientèle diminuer, se disant incapables de créer de nouveaux clients. Aucun de ceux-là ne compte parmi les représentants capables, si rares, si recherchés.*

*Ceci montre qu'il n'y a pas beaucoup de réelle concurrence dans cette profession.*

*Il n'est pas de situation dans la représentation sans travail, sans talent. Il faut être capable, on ne s'improvise pas représentant ou directeur commercial.*

*Ceux qui se sont formés seuls savent com-*

*bien d'efforts il leur a fallu pour se perfectionner petit à petit, combien de patience, d'essais, d'observations, de rectifications avant de savoir traiter les affaires avec succès.*

*Faut-il renoncer à cette belle carrière si l'on ne possède pas les qualités requises, ou s'il faut attendre de longues années pour les acquérir? Heureusement non, car il est possible à ceux qui savent de former les autres, en les faisant profiter de leur expérience.*

*Mais beaucoup se soucient peu de se former des concurrents. Ceux qui sont devenus industriels ont autre chose à faire que de donner des leçons. Ceux qui se sont retirés des affaires, avec de bons revenus, préfèrent en jouir paisiblement plutôt que de donner des leçons pour un maigre salaire. Il faut trouver comme professeurs des hommes désintéressés, anciens représentants ou industriels, ne redoutant plus la concurrence parce qu'ils sont retirés des affaires après réussite, des hommes dévoués éprouvant une satisfaction morale à faire profiter les débutants de leur expérience.*

*Voilà pourquoi l'on ne voit pas de nombreuses écoles pour enseigner la profession la plus indispensable, puisque sans représentants capables, sans commandes, pas de travail pour les ouvriers, les employés, les ingénieurs; pas de prospérité.*

*Heureusement, il en est une, une seule : l'ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE REPRÉSENTATION (1); elle n'est pas universelle, elle n'enseigne que le strict nécessaire pour traiter les affaires, elle l'enseigne bien et la meilleure preuve que cet enseignement est possible, qu'il est fructueux, c'est que depuis plus de trente ans tous les élèves de cette école sont retenus d'avance par les industriels qui l'ont fondée, notamment par ceux qui en ont déjà à leur service et par ses anciens élèves devenus industriels ou directeurs commerciaux ou chefs de vente. Il n'y a donc aucune crainte pour les élèves de rester sans situation. C'est la seule école dans ce cas.*

*Il est vraiment regrettable qu'on ne connaisse pas mieux dans le public ces besoins de l'industrie et les situations lucratives qu'offrent les affaires sans engagement de capitaux.*

*Voilà aussi pourquoi, messieurs, nous devons nous féliciter d'avoir un directeur général qui, ayant déclaré une fois : IL NE SUFFIT PAS DE FABRIQUER, IL FAUT SAVOIR BIEN VENDRE, fonda l'École technique Supérieure de Représentation, comme complément de l'Union nationale du Commerce extérieur.*

(1) Pour tous renseignements sur cette école, écrire à l'Union nationale du Commerce extérieur, 3 bis, rue d'Athènes, Paris (9<sup>e</sup>).

## LES A COTÉ DE LA SCIENCE

### INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

#### Protection contre la foudre

**P**OUR mettre en évidence la protection conférée à un immeuble par un paratonnerre bien installé, l'Association Suisse des Electriciens avait figuré, à l'Exposition Nationale de Zurich, une maquette composée de trois maisons, flanquées de peupliers et autres arbres, soumises à des décharges artificielles produites par un générateur d'impulsions fournissant des tensions de 2 000 000 V entre une électrode et la « terre » de la maquette. Le courant était limité à 1 000 ou 1 500 A et la longueur de l'étincelle atteignait 3 m environ pour une énergie de 20 kW, suffisante pour reproduire, sur la maquette de 0,30 m de haut, les effets de la foudre sur un immeuble ordinaire.

Dans une première série d'expériences, la décharge était dirigée sur le peuplier *P* connecté à la « terre » à travers une forte résistance et voisin de la maison *M* pourvue d'un paratonnerre relié directement à la « terre ». La chute de tension engendrée par le courant de décharge à travers la mauvaise « terre » du peuplier était suffisante pour porter celui-ci à un potentiel élevé. On constatait alors une décharge latérale entre le peuplier et le chêneau *C* (incorporé au paratonnerre), mais la maison ne subissait aucun dommage. Par contre, le paratonnerre étant, comme le peuplier, relié à la « terre » à travers une forte résistance, la décharge, après avoir atteint le chêneau, se produisait encore entre la descente du paratonnerre et une fontaine extérieure *f*. La maison restait indemne. Mais si la meilleure « terre » était à l'intérieur (robinet de cuisine), la décharge traversait le mur et détruisait tout ou mettait le feu sur son passage.

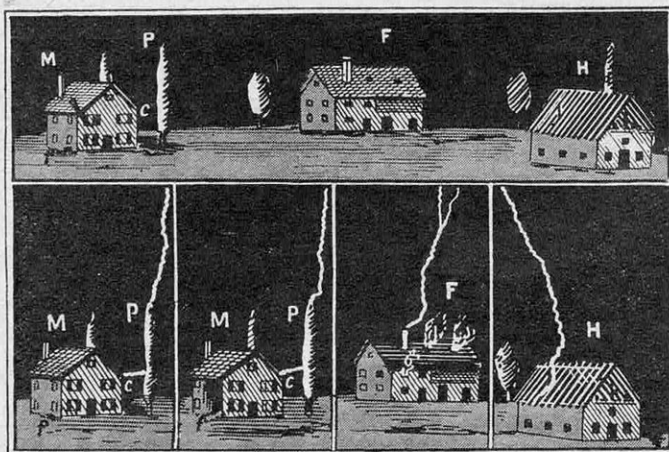
Ces expériences démontraient donc nettement l'importance de la qualité des prises de terre d'un paratonnerre.

Dans une deuxième démonstration sur la ferme *F*, non protégée, les spectateurs pouvaient

voir l'incendie provoqué par la foudre. A cet effet, un fil de cuivre suivait la cheminée et aboutissait à une faible distance d'une coupe située à l'intérieur de la ferme (elle-même incombustible) et contenant des chiffons imbibés d'essence. La décharge entre le fil et la coupe mettait le feu aux chiffons. Cette disposition est d'ailleurs conforme à la réalité, la couche de suie tapissant les cheminées jouant le rôle conducteur du fil de cuivre.

Par contre, sur la charpente en construction *H*, également non protégée, la foudre artificielle détruisait les poutres en les déchiquetant sans y

mettre le feu. Ces expériences démontrent que la protection contre la foudre n'est efficace que lorsque le paratonnerre est convenablement relié au sol.



MAQUETTE INSTALLÉE A L'EXPOSITION DE ZURICH POUR L'ÉTUDE DE LA PROTECTION CONTRE LA Foudre, ET SCHEMAS DES DIVERSES EXPÉRIENCES RÉALISÉES POUR MONTRER LES TRAJETS DE L'ÉCLAIR SELON LES CARACTÉRISTIQUES DE LA PROTECTION

#### Guidage photoélectrique des télescopes astronomiques

**U**N des problèmes essentiels de l'observation astronomique est

le maintien rigoureux dans le champ du télescope de l'astre étudié. On sait que des mouvements d'horlogerie permettent à l'instrument de suivre constamment l'astre dans son mouvement apparent.

On a songé aussi à utiliser dans ce but la cellule photoélectrique afin d'obtenir un guidage automatique réglé par l'astre lui-même. L'action de la lumière reçue sur la cellule permet d'actionner un relais électrique agissant sur un moteur convenablement disposé pour maintenir le télescope dans la direction voulue. Cependant la quantité extrêmement faible de lumière reçue d'une étoile nécessite l'emploi d'un dispositif pouvant travailler avec un flux lumineux de l'ordre d'un dix-milliardième de lumen, ce qui rend le problème fort ardu.

Voici comment A. E. Whitford et G. E. Korn l'ont cependant résolu en se fondant sur l'amplification énorme des tensions électriques variables que l'on sait réaliser grâce à la lampe à électrodes

multiplés de la radio. La lumière de l'étoile servant de guide, reçue dans le plan focal du télescope sur l'arête d'un prisme aluminé (1) sur ses deux faces, se trouve donc divisée en deux faisceaux lumineux. Chaque faisceau est dirigé par un miroir sur une lentille convergente qui le concentre sur la couche sensible d'une même cellule photoélectrique. Un dispositif tournant obture alternativement chacun des deux faisceaux. Dès lors, si la lumière provenant de l'étoile est partagée en deux parties rigoureusement égales par l'arête du prisme, la cellule reçoit la même quantité de lumière, quel que soit le faisceau découvert par l'obturateur tournant. Par contre, si un décalage se produit, si minime soit-il, la cellule ne reçoit pas la même quantité de lumière suivant qu'elle est frappée par l'un ou l'autre faisceau. Elle débite donc successivement des intensités différentes, ce qui revient à dire qu'elle engendre, dans le circuit où elle est placée, une tension variable. C'est cette tension variable que l'on amplifie dans un amplificateur à plusieurs étages.

Il ne reste plus qu'à l'appliquer convenablement à l'armature d'un moteur électrique. Pour cela, il faut remarquer que chaque fois que l'image de l'étoile passe d'un côté à l'autre de l'arête du prisme, le faisceau qui était le plus lumineux devient, au contraire, le plus sombre. Les maxima de la tension variable deviennent des minima. Autrement dit, le voltage subit un changement de phase de 180°. Comme, d'autre part, le courant inducteur du moteur est un courant alternatif de même fréquence que celui appliqué à l'armature, le sens de rotation du moteur s'inverse.

Ainsi, automatiquement, le moteur agit pour centrer l'image de l'étoile sur l'arête du prisme. Ce moteur peut être d'ailleurs utilisé,

(1) On sait que l'on tend actuellement à remplacer l'argent par l'aluminium pour réaliser les surfaces réfléchissantes. Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 351.

soit pour guider le télescope, soit pour déplacer le châssis de la plaque photographique.

## Groupe électrogène aisément transportable

QUEL que soit le développement des réseaux de distribution d'énergie électrique, nombreux sont encore les points où ils n'ont pas pénétré et les cas où l'éclairage est insuffisant. Par contre, on peut se procurer partout de l'essence et il est aisé d'en prévoir une petite réserve. Aussi cherche-t-on toujours à mettre au point de petits groupes électrogènes capables de remédier au défaut de lumière électrique.

Dans ce domaine, une firme de Londres vient de créer un tel groupe qui est, sans contredit, l'un des moins encombrants et des moins lourds des appareils de ce genre industriellement fabriqués. Ce groupe permet d'assurer un éclairage permanent ou un éclairage de secours comportant soit huit lampes de 25 watts, soit un nombre plus faible de lampes plus puissantes, jusqu'à concurrence de 200 watts, puissance du groupe.

Le moteur monocylindrique à 4 temps, à refroidissement par air, avec ventilateur, comporte un réservoir d'essence de 2,25 litres et d'huile de 0,5 litre. Il entraîne une génératrice établie normalement pour une tension de 12 volts (6 volts sur demande) d'une puissance de 200 watts.

Ce groupe, qui ne pèse que 20 kg, présente un encombrement de 38 cm de longueur sur 32 cm de hauteur et 29 cm de largeur. Il est donc très facile à transporter, même à la main et peut être logé n'importe où.

Ajoutons que son entretien est très aisé, toutes les pièces pouvant être démontées au moyen d'un tournevis.

V. RUBOR.

## TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

### FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 fr.		{ 6 mois... 33 fr.

### BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 75f. (français)	Envois recommandés....	{ 1 an... 96f. (français)
	{ 6 mois. 40f. —		{ 6 mois. 50f. —

### ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an.... 100 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 120 fr.
	{ 6 mois.. 52 fr.		{ 6 mois.. 65 fr.

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an.... 90 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 fr.		{ 6 mois.. 56 fr.

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<sup>e</sup>  
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

# Ecole du Génie Civil

152, avenue de Wagram, Paris (17<sup>e</sup>)

## COURS PAR CORRESPONDANCE

### MÉCANIQUE

**Apprenti** : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Technologie - Dessin - Ajustage.

**Contremaître** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Mécanique - Constructions mécaniques - Technologie - Dessin

**Technicien** : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Physique - Chimie - Mécanique - Règle à calcul - Résistance des matériaux - Technologie - Constructions mécaniques - Dessin.

**Ingénieur-adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique théorique - Règle à calcul - Mécanique appliquée - Electricité - Statique graphique - Machines et moteurs - Dessin.

**Ingénieur** : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Mécanique rationnelle - Résistance des matériaux - Thermodynamique - Chimie industrielle - Machines motrices - Electricité - Usinage - Machines-outils - Construction d'usines.

### CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

**Apprenti** : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Technologie - Dessin - Notions d'aviation.

**Dessinateur** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Mécanique - Technologie - Dessin - Aviation.

**Technicien** : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie pratique - Physique - Chimie - Mécanique - Résistance des matériaux - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Aviation (moteur et avion) - Croquis coté et dessin.

**Ingénieur-Adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Statique graphique - Mécanique appliquée - Outillage - Electricité - Construction d'avions - Aérodynamique - Dessin.

**Ingénieur** : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Chimie industrielle - Mécanique - Thermodynamique - Résistance des matériaux - Electricité - Construction d'avions.

### ÉLECTRICITÉ

**Monteur** : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Electricité pratique - Dessin électrique.

**Dessinateur** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Mécanique - Electricité industrielle - Dessin - Eclairage électrique.

**Conducteur** : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Physique - Mécanique - Chimie - Règle à calcul - Technologie - Moteurs industriels - Electricité industrielle - Dessin électrique.

**Ingénieur-Adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Règle à calcul - Mécanique - Résistance des matériaux - Electricité - Mesures - Eclairage - Bobinage.

**Ingénieur** : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique - Applications mécaniques - Hydraulique - Electrotechnique - Essais - Calculs - Mesures - Production et distribution - Appareillage électrique - Electrochimie.

### Section spéciale de Radiotechnique

#### CHIMIE

**Aide chimiste** : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Dessin - Chimie.

**Préparateur** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Physique - Chimie - Manipulations chimiques.

**Chef de Laboratoire** : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie - Physique - Electricité - Chimie - Manipulations chimiques - Analyse chimique.

**Ingénieur-Adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Chimie générale - Electricité - Métallurgie - Analyse chimique.

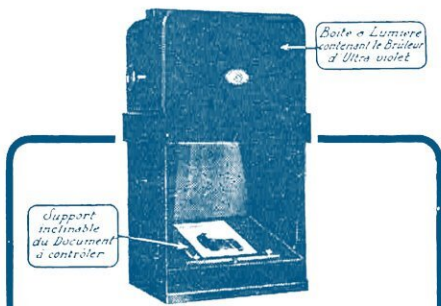
**Ingénieur** : Mathématiques supérieures - Electricité - Chimie - Physique - Electrometallurgie - Chimie industrielle - Chimie du bâtiment - Chimie agricole - Chimie des parfums - Analyse qualitative et quantitative.

### Section des Sciences mathématiques et appliquées

Etude et développement par correspondance des Sciences Mathématiques et appliquées depuis les cours d'initiation jusqu'aux cours les plus élevés

Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie - Mécanique - Cosmographie - Géométrie descriptive - Mathématiques générales - Calcul différentiel - Calcul intégral - Géométrie analytique - Physique - Chimie - Electricité - Résistance des matériaux

PROGRAMME GRATUIT SUR DEMANDE. Joindre un timbre pour la réponse



*Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood*

La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et Echantillons de toutes sortes. De forme et de dimension est munie d'une Plaque supportant les objets à examiner absolument étanche. Grâce à la puissance de son elle peut être utilisée de Lumière Ultra-Violette.

Pour tout ce qui demande renseignement

**LA VERRERIE**  
**12. AV. DU MAINE. PA**

Des catalogues abondamment illustrés seront adressés franco, sur demande, aux lecteurs qui voudront bien nous signaler celles de nos fabrications qui les intéressent.

**AUTRES FABRICATIONS**

- Ultra-violet
- Lampes à vapeur de mercure
- Rupteurs à mercure
- Redresseurs de courant
- 
- Appareils Electro-médicaux
- 

**MACHINES À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU**



**L'ÉLECTROGRAPHE REX**  
s'est imposé dans le Monde entier par ses qualités exceptionnelles. Il donne dans le minimum de temps et avec le minimum de dépense des reproductions d'une netteté incomparable

**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE**  
**12. AV. DU MAINE. PARIS. XV<sup>e</sup> T. Littré 90-13**