

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

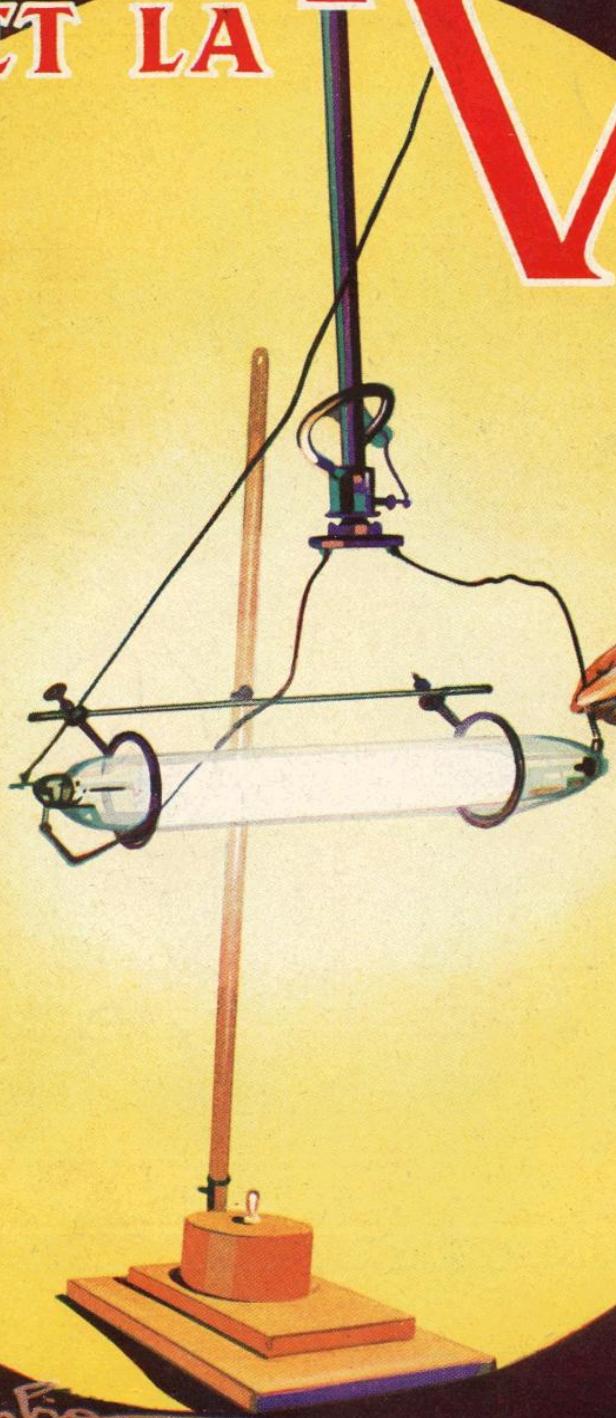
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	<b>La science et la vie</b>
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	<b>La science et la vie</b>
Adresse	<b>Paris : La science et la vie, 1913-1945</b>
Collation	<b>339 vol. : ill. ; 24 cm</b>
Cote	<b>SCI.VIE</b>
Sujet(s)	<b>Sciences -- Vulgarisation</b> <b>Culture scientifique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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	<b>La science et la vie</b>
Volume	<b>Tome 44. n. 193. Juillet 1933</b>
Adresse	<b>Paris : La Science et la Vie, 1933</b>
Collation	<b>1 vol. (XXIV-88 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm</b>
Cote	<b>SCI. VIE 193</b>
Sujet(s)	<b>Sciences -- Vulgarisation</b> <b>Culture scientifique et technique</b> <b>Presse scientifique</b>
Thématique(s)	<b>Généralités scientifiques et vulgarisation</b>
Typologie	<b>Revue</b>
Langue	<b>Français</b>
Date de mise en ligne	<b>10/12/2019</b>
Date de génération du PDF	<b>05/12/2019</b>
Permalien	<a href="http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.193">http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.193</a>

France et Colonies : 4 fr.

N° 193 - Juillet 1933

# LA SCIENCE ET LA VIE





## UNE MATHIS A LA PORTÉE DE TOUTES LES BOURSES

La fabrication de Mathis lui permet par sa précision de présenter un ensemble parfait, fruit d'une technique de 30 ans.

La plus économique du monde **5/25 CV.** Type TY 14.900 Frs  
6/32 CV. - PY La plus brillante des petites voitures 17.500 Frs

La plus moderne et la plus économique des 8 CV. **EMYQUATRE** 4 vitesses, Roue Libre, Guitres Securif, Tous accès 20.900 Frs  
Type MYP (moteur 7 CV, 3000 t/m) Sans roue libre, moins 4 vitesses 18.200 Frs

La plus économique des 6 CYL. **EMYSIX** Conduite intérieure, 4 places, 4 portes 27.900 Frs

La plus brillante des 8 CYL. **EMYHUIT** Conduite intérieure, 4 places, 4 portes 34.800 Frs  
Deauville grand luxe 59.000 Frs

Les qualités de ce programme forment bien là un ensemble unique! Toujours soucieux de doter ses voitures du maximum de confort, Mathis monte la Roue Libre sur la 8 CV "Emyquatre". "Ceux qui hier étaient les plus acharnés détracteurs de la Roue Libre, en sont aujourd'hui les plus grands admirateurs"; Mathis reste bien en tête du progrès! Mathis garde l'avance!



« Gamme complète de Véhicules Industriels de 400 kgs à 4 tonnes »

STEP.

Usines et Siège Social : STRASBOURG.

Vente 12 et 18 mensualités par CREDIMA.

Annexe et Service-Station : PARIS-GENNEVILLIERS



La Science et la Vie n'accepte que de la PUBLICITÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE



Cours sur place ou par correspondance

## DES SITUATIONS

### COMMERCE & INDUSTRIE

Obtention de Diplômes et  
accès aux emplois de  
**SECRÉTAIRES  
DESSINATEURS  
CHEFS DE SERVICE  
INGÉNIEURS  
DIRECTEURS**

Préparation aux Concours  
**ÉCOLES  
BANQUES  
P. T. T.  
CHEMINS DE FER  
ARMÉE  
DOUANES  
MINISTÈRES, etc.**

Programme gratuit  
N° 807

### MARINE

Admission aux  
**ÉCOLES DE NAVIGATION  
des PORTS  
et de PARIS**

Préparation des Examens  
**ÉLÈVES-OFFICIERS  
LIEUTENANTS  
CAPITAINES**  
Mécaniciens, Radios,  
Commissaires

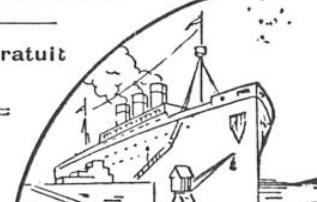
Préparation à tous les  
**EMPLOIS DE T. S. F.**  
Mécaniciens, etc.  
de la Marine de Guerre et  
de l'Aviation

Programme gratuit  
N° 809



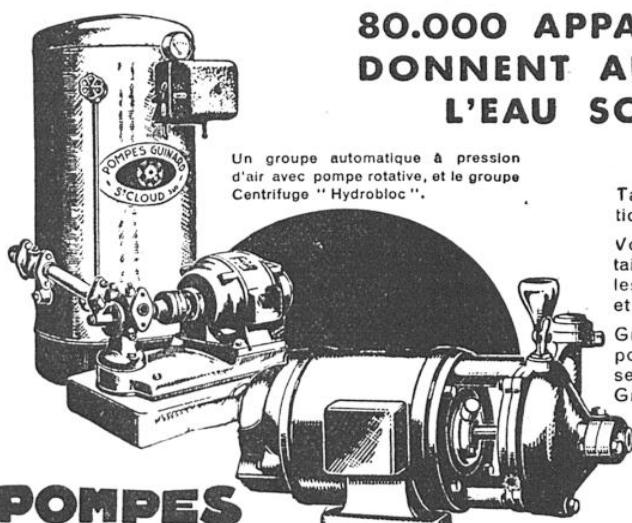
UBBI-ELGY

Accompagner toute demande de renseignements  
d'un timbre-poste pour la réponse



E. T. G. S. S.

## 80.000 APPAREILS EN SERVICE DONNENT AUTOMATIQUEMENT L'EAU SOUS PRESSION



Un groupe automatique à pression d'air avec pompe rotative, et le groupe Centrifuge "Hydrobloc".

Tant vaut la pompe, tant vaut l'installation d'eau sous pression.

Vous choisirez la vôtre parmi les centaines de Modèles GUINARD, parce que les Pompes GUINARD ignorent les pannes et comptent 80.000 clients satisfaits.

Groupes électriques ou à essence, avec pompe rotative à pistons s'amorçant seule. Groupes à commande automatique. Groupes centrifuges, etc...

Demandez les Catalogues abondamment illustrés



# POMPES GUINARD

Société Anonyme au Capital de 5.250.000 Francs

19, Chemin de la Fouilleuse - St-Cloud (S.-&-O.)

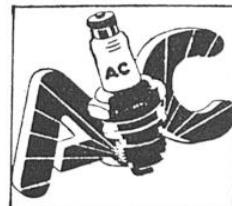
Téléph. : Val-d'Or 08-01, 08-02, 01-19

## Les Bougies usagées sont la cause...

de DÉPARTS DIFFICILES  
MAUVAIS RENDEMENT  
GASPILLAGE D'ESSENCE

Remplacez vos bougies usagées par des bougies neuves et vous aurez de bonnes performances

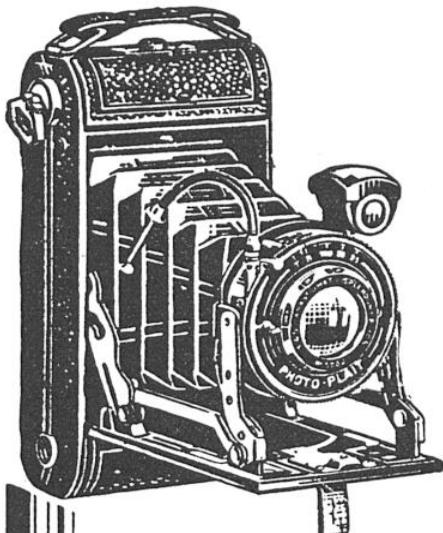
Adoptez une marque qui a fait ses preuves



## BOUGIES A.C TITAN

88, Boulevard de Lorraine - CLICHY

— Crayez-moi, mon vieux ! La crasse de votre isolant nous affaiblit ; la corrosion de vos électrodes nous débâille et nous écartelent. Je vous prie pourtant le moteur démarre difficilement quand il est froid. Vous avez fait du bon travail, mais maintenant vous êtes épuisé. Je vais vous remplacer pour les 15.000 kilomètres suivants.



vous aurez **50** frs  
pour **LE VOLTEX** PRÍX  
**250**

Automatique 6x9 - Anastigmat  
"SPLENDOR" 1:4,5 - obturateur  
1/100<sup>e</sup>, se chargeant en plein jour,  
avec des pellicules de 8 poses, de  
n'importe quelle marque.

Le solde payable en 4 mensualités  
de 50 frs. sans aucune majoration.

GARANTIE : 2 ANS

EN VENTE SEULEMENT AUX ÉTABLISSEMENTS

# PHOTO-PLAIT

35 - 37 - 39, RUE LA FAYETTE-Paris-Opéra

SUCCURSALES { 142, Rue de Rennes, Paris-Montparnasse  
104, Rue de Richelieu, Paris-Bourse  
15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.) Gare St-Lazare  
6, Place de la Porte-Champerret, Paris-17<sup>e</sup>

## CADEAU

Tout acheteur d'un "VOLTEX" payé au comptant recevra  
gratuitement un superbe sac en cuir, valeur : **22 francs**

## NOUVEAUTÉ

Essayez la pellicule 8 poses  
ultra rapide "HÉLIOPHORE" vous serez  
émerveillés !

4x6 1/2	6x9	6 1/2x11
4.95	5.50	6.95

## ENVOI GRATUIT du CATALOGUE-SV-1933

Véritable encyclopédie de tout ce qui concerne la PHOTO et le CINÉMA.

KODAK - ZEISS IKON - AGFA  
VOIGTLANDER - LEICA,  
LUMIÈRE - PATHÉ - BABY ETC...

Maison vendant 20 à 25 % meilleur marché que partout  
ailleurs les Appareils, Plaques, Pellicules, Papiers,  
Produits et Accessoires de sa marque.

Expéditions en province à domicile, franco de port  
et d'emballage.

# LE SYSTÈME PELMAN

## assure la réussite

### *malgré la crise*

La meilleure preuve, la preuve indéniable ne s'en trouve-t-elle pas dans le succès de l'**INSTITUT PELMAN**, qui s'agrandit en pleine crise, parce que le besoin qu'on a de sa méthode, cette vivante technique du succès, lui garantit à lui-même une continue extension?

L'Institut Pelman est maintenant installé dans de vastes locaux, sur une des voies les plus spacieuses et les plus nobles de la capitale, entre la Madeleine et la gare St-Lazare, au centre des affaires et des plus rapides communications.

L'Institut Pelman vient de recevoir de nouveaux témoignages officiels de l'estime publique :

***De la République Française et de la Ville de Paris :***

Diplôme d'honneur de Grand Prix, Médaille d'Or et Croix d'Or pour sa méthode de développement des facultés mentales : *le Système Pelman*.

***De la République Française :***

Diplôme d'honneur et Médaille de Bronze pour dévouement et services rendus à l'humanité.

Tous ceux qui veulent réussir, malgré la crise, feront donc bien de demander aujourd'hui même la brochure explicative du **Système Pelman n° 18**. Elle leur sera envoyée contre *un franc en timbres, sans aucun engagement de leur part*. Ils pourront aussi, en expliquant leur cas, obtenir gratuitement une consultation écrite ou orale.

## SYSTÈME PELMAN

NOUVELLE ADRESSE :

**80, boulevard Haussmann (et rue de Rome), PARIS-8<sup>e</sup>**

Tél. Europe 61-90; 61-91

LONDRES  
DUBLIN

NEW-YORK  
STOCKHOLM

DURBAN  
MELBOURNE

DELHI  
CALCUTTA

*Sous la Direction effective de Professeurs de Facultés et d'Hommes d'Affaires expérimentés  
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ*



## VOILA LES VACANCES !...

**Revenez bronzé... et capable  
d'élargir votre place au soleil...**

Vous allez refaire de longues excursions en montagne, à moins que vous ne préfériez les joyeux ébats au bord de la mer. Vos heures de repos, sous les arbres ou sur la plage, vous les agrémenterez de lectures : d'abord, votre journal préféré... ensuite, un livre — peut-être hâtivement choisi entre deux trains.

Pourquoi ne mèneriez-vous pas de front votre régénération physique et votre rétablissement moral ? Le moment est propice : c'est pendant que le soleil baigne votre corps, pendant que votre organisme se fortifie, qu'il vous faut accumuler des réserves d'énergie morale, aiguiser vos facultés et vous découvrir un but accessible et rémunératrice. Cette force intérieure, grâce à laquelle vous vous tracerez une meilleure ligne de conduite, vous la trouverez dans la lecture des premiers livres Pelman.

Ces petits livres gris... connus sous le nom de *Livres du Succès*... tiendront peu de place dans votre malle. ILS EN TIENDRONT BEAUCOUP DANS VOTRE VIE.

Bientôt ils la transformeront radicalement. L'ardeur et l'aisance avec lesquelles vous aborderez, dès la rentrée, les multiples problèmes de l'existence vous surprendront. Autour de vous, on ne manquera pas de remarquer votre nouvelle vigueur intellectuelle et morale.

Faites-vous adresser, contre 1 franc en timbres, la brochure explicative du *Système Pelman*, n° 18. Vous saurez ainsi ce que peut vous faire gagner cette remarquable méthode.



Que vos prochaines vacances soient le point de départ d'une vie nouvelle. Revenez bronzé... et Pelmanisé, c'est-à-dire capable d'élargir votre place au soleil.

**Système Pelman**  
80, boulevard Haussmann  
PARIS-8<sup>e</sup>

**Système Pelman**  
80, boulevard Haussmann  
PARIS-8<sup>e</sup>

LONDRES DUBLIN NEW-YORK BOMBAY DELHI DURBAN MELBOURNE

*Sous la Direction effective de Professeurs de Faculté et d'Hommes d'affaires expérimentés*  
40 ANS D'EXPÉRIENCE MONDIALE DANS TOUTES LES CLASSES DE LA SOCIÉTÉ

# 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 discréption si vous le désirez, dans tous les ordres et à tous les degrés du savoir, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper, ou pour changer totalement d'orientation.

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

# L'ÉCOLE UNIVERSELLE

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Sécrétariats d'Etat  
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 25 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 **votre adresse** et le **numéro des brochures** qui vous intéressent parmi celles qui sont énumérées ci-après. Vous les recevrez par retour du courrier, franco de port, à **titre absolument gracieux et sans engagement** de votre part.

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

**BROCHURE N° 57.601**, 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*, etc.

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

**BROCHURE N° 57.609**, concernant toutes les *classes complètes de l'Enseignement secondaire* officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, 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 baccalaureats*.

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

**BROCHURE N° 57.612**, 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° 57.618**, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

**BROCHURE N° 57.628**, 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° 57.631**, 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° 57.637**, 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° 57.646**, 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° 57.649**, 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° 57.655**, 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, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.

(*Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.*)

**BROCHURE N° 57.661**, concernant la préparation aux **carrières du Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(*Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.*)

**BROCHURE N° 57.669**, concernant la préparation aux **carrières du Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(*Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.*)

**BROCHURE N° 57.674**, concernant l'étude de l'**Orthographe, de la Rédition, de la Rédition de lettres, de l'Eloquence usuelle, du Calcul, du Calcul mental et extra-rapide, du Dessin usuel, de l'Écriture**, etc.

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

**BROCHURE N° 57.678**, concernant l'étude des **Langues étrangères** : *Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto.* — **Tourisme** (Interprète).

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

**BROCHURE N° 57.684**, concernant l'enseignement de tous les **Arts du dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats de Dessin**, Composition décorative, Peinture, etc.

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

**BROCHURE N° 57.691**, 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° 57.698**, 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.*)

Ecrivez aujourd'hui même, comme nous vous y invitons à la page précédente, à **MESSIEURS LES DIRECTEURS** de

**L'ÉCOLE UNIVERSELLE**  
59, boulevard Exelmans, PARIS (16<sup>e</sup>)

## Mélangez

à l'essence le super-lubrifiant **FIRE-POINT** et votre voiture sera de suite plus

**nerveuse**  
**souple**  
**puissante**  
**rapide**

## FIRE-POINT

double la vie du moteur

**BON A DÉCOUPER**

EMPIRE OIL C°, 6, rue de Lisbonne, PARIS  
Veuillez m'adresser un échantillon de FIRE-POINT de 5 fr. pour 3 à 400 kilomètres (montant inclus) ainsi que vos deux brochures gratuites : Savoir graisser et le Super huilage de Monsieur l'Ingénieur Pierre Maillard.

**FIRE-POINT** est une exclusivité  **EMPIRE OIL**  
6, r. de Lisbonne, PARIS

*faites venir de Besançon*

la plus belle collection de montres de précision :  
le nouveau catalogue "MONTRES" N° 33-65 des Etablissements **SARDA**, où la réputée firme offre à votre choix 500 modèles pour dames ou messieurs, que vous pourrez ainsi acheter **directement**, **30 % moins cher** que dans le commerce.

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

Consultez nos catalogues gratuits des rayons annexes "GROSSE HORLOGERIE", "BIJOUTERIE-JOAILLERIE-ORFÉVNERIE". Envoi à conditions. Echange de montres anciennes.

## CAMBRIOLAGES INCENDIES

*Protégez-vous ! Défendez-vous !*

PAR LES APPAREILS DÉTECTEURS

### ELECTRO-GARD'

Electro-Gard'-vol ouvert

Electro-Gard' incendie

**La SÉCURITÉ à la portée de tous**

Demandez la notice de renseignements à

**ELECTRO-GARD'**  
Société à responsabilité limitée au capital de 200.000 fr.  
46, rue de Sèze, LYON

## MOULIN A CAFÉ MÉNAGER

PRIX. . . . . 190 fr.  
Type luxe. . . 240 fr.  
sur tous courants 110 volts

**GUERNET** 245, av. G.-Clemenceau  
NANTERRE

La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle

**HUET**  
PARIS  
MARQUE DÉPOSÉE

Rien n'échappe aux jumelles Huet

TOURISME  
CHASSE  
SPORT

En vente dans toutes les bonnes maisons d'Optique  
Catalogue franco sur demande  
(Mentionner le nom de la Revue)

**SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE**  
76, BOULEVARD DE LA VILLETTÉ - PARIS

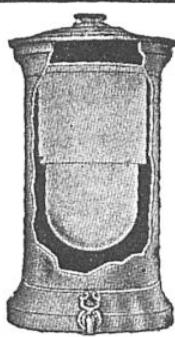
**un poste-secteur?**

**oui!**  
*mais muni d'un redresseur oxymetal*

Pour que votre poste secteur "rende", dure et ne ronfle pas exigez qu'il soit muni d'un redresseur Oxymétal. Choisissez les marques qui ont adopté Oxymétal.

**REDRESSEURS**  
**OXYMETAL**

23.Rue d'Athènes. PARIS **WESTINGHOUSE**



**Protégez-vous des Epidémies**

# **FILTRE PASTEURISATEUR**

## **MALLIÉ**

**PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE**

DANS TOUTES BONNES MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE  
et 155, rue du Faubourg-Poissonnière - PARIS (9<sup>e</sup>)

PUBL.-ELGY

Depuis sa fondation  
"LA SCIENCE ET  
LA VIE" fait exé-  
cuter toutes ses  
illustrations par les

**Établissements**

**LAUREYS FRÈRES**  
17, Rue d'Enghien - Paris-10<sup>e</sup>

Téléphone : PROVENCE  
99.37 99.38 99.39

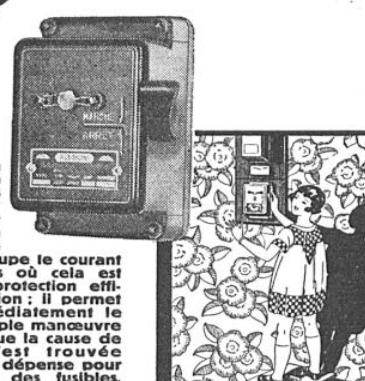


**PHOTOGRAPHIE  
GALVANOPLASTIE  
CLICHERIE  
COMPOSITION  
D'ANNONCES  
PHOTOS INDUSTRIELLES  
DESSINS**



**REPLACEZ  
LES FUSIBLES DU  
COMPTEUR PAR UN  
DISJONCTEUR  
ALS·THOM**

C'est quand on a le plus besoin de lumière que les fusibles "sautent". Le disjoncteur Alsthom est un interrupteur de précision; il ne coupe le courant que dans les cas où cela est nécessaire à la protection efficace de l'installation; il permet de rétablir immédiatement le courant par la simple manœuvre d'un levier, dès que la cause de perturbation s'est trouvée éliminée. Plus de dépense pour le remplacement des fusibles. Plus de panne prolongée.



FAITES INSTALLER CET APPAREIL PAR VOTRE ÉLECTRICIEN HABITUÉ

**ALS·THOM**

88, AVENUE KLEBER, PARIS (16<sup>e</sup>) - TÉLÉPHONE PASSY 00-90 A 99

**CHEMINS DE FER PARIS - LYON - MÉDITERRANÉE**

**POUR VOUS RENDRE A BON COMPTE EN  
FORÊT DE FONTAINEBLEAU**

Quelle meilleure détente physique et morale, pour un Parisien, que de pouvoir, après toute une semaine de travail, s'ébattre, le dimanche à son aise, en forêt de Fontainebleau ! 50 minutes à peine de chemin de fer et, au surplus, un prix de transport des plus réduits ! Vous bénéficiez, pour votre voyage, d'une réduction de **60%**, quels que soient le train et la classe empruntés. Vous ne paierez, pour l'aller et retour, que **10 fr** en 3<sup>e</sup> classe, moitié prix pour vos enfants de 3 à 7 ans.

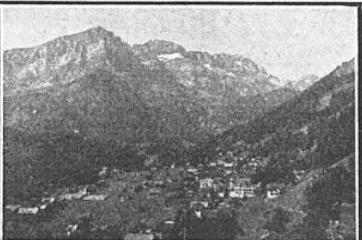
**Une provision de bon air à si bon compte, n'hésitez pas !**

POUR DES INDICATIONS PLUS DÉTAILLÉES  
VEUILLEZ TÉLÉPHONER A DIDEROT 85-10

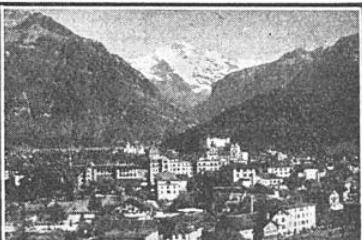
# PASSEZ L'ÉTÉ EN SUISSE



FLIMS



INTERLAKEN



CHAMPERY

Séjours, Cures et Sports d'été : Alpinisme, Automobilisme, Cyclisme, Tennis, Golf, Natation, Pêche, etc. Nombreuses stations balnéaires et climatiques. Partout hôtels réputés, à la portée de chacun : tarifs réduits. Facilités de transport. Renseignements et prospectus gratuits par l'Office National Suisse du Tourisme, Zurich et Lausanne ; son Agence à Nice, 3, boulevard Victor-Hugo ; l'Agence Officielle des Chemins de Fer Fédéraux, Paris 37, boulevard des Capucines, et toutes les Agences de Voyages, ainsi que les Bureaux de Renseignements des stations indiquées ci-dessous.

**BERNE** la pittoresque capitale au pied des Alpes. Centre idéal de Tourisme et d'Aviation. Kursaal, Casino.

Par la ligne intéressante du **LOETSCHBERG** dans l'Oberland Bernois, le Valais, l'Italie et la Riviera.

**L'OBELAND BENOIS** grandiose région de séjours.

**INTERLAKEN** Contrée de villégiature incomparable au bord des lacs de Thoune et Brienz. Magnifique Casino, nouvelle Piscine. Grandes forêts et promenades ombragées.

**Grisons : FLIMS**

**BALE** la ville des Foires, des Congrès, la belle ville d'art sur le Rhin est point de départ pour tous voyages en Suisse.

**VALAIS** Le plus grand domaine des Alpes au point de vue sportif et touristique. Région la plus ensoleillée de Suisse. Stations balnéaires et alpestres depuis 400 à 2.400 mètres d'altitude, avec prix à la portée de toutes les bourses. — Stations recommandées : **Martigny** (477 m.), Hôtels Kluser; **Champéry** (1.052 m.), Piscine, Tennis; **Finhaut-Giétrouz** (1.237 m.), Eau radio-active; **Loèche-les-Bains** (1.411 m.), Hôtel étrangers; **Champex** (1.470 m.), Hôtel suisse; **Zermatt** (1.620 m.), Hôtels Seiler, dans tous les prix, prosp. par la Direction; **Saas-Fee** (1.800 m.), Perle des Alpes; **Arolla** (2.000 m.), Hôtel Mont-Collon; **Eggishorn** (2.200 m.), Hôtel Jungfrau.

**ZERMATT** Villégiature d'altitude (1.620 m.), au pied du Cervin. Chemin de fer du Gornergrat (3.136 m.) : grandiose panorama sur 60 glaciers. Hôtels et pensions toutes catégories. Une des plus belles voies d'accès : Chemin de fer Furka-Oberalp (Brigue-Gletsch-Andermatt-Disentis). Splendide parcours par le « Glacier Express ».

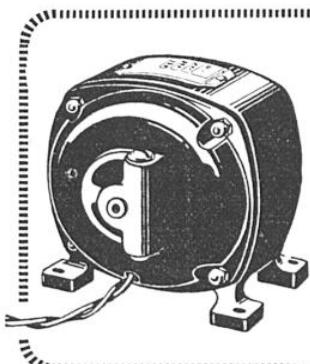
**LAC CHAMPEX** (1.470 m.). Idéale station. Excursions et ascensions. Bains, pêche, canotage. (1.150 m.). La perle des villégiatures. — Plage. — Tennis. — Golf. — Divertissements.

**ZURICH** Centre suisse de tourisme.

**LOÈCHE-LES-BAINS** (1.411 m.). Eau thermale à la montagne. Hôtels-Bains : Alpes-Maison Blanche.

**Les GORGES du TRIENT** Chemin de fer pittoresque d'accès de Chamonix pour la Suisse et le lac de Genève.

**ENGELBERG** Grande piscine à eau chauffée. Magnifique route automobile. Grands garages.



## MOTEURS ÉLECTRIQUES

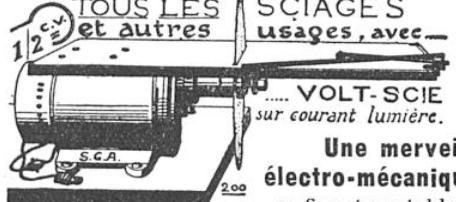
MONOPHASÉS DE FAIBLE PUISSANCE  
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DOMESTIQUES

DÉMARRANT EN CHARGE — SANS ENTRETIEN — SILENCIEUX  
— VITESSE FIXE — NE TROUBLE PAS LA T. S. F. —

**R. VASSAL**

Ingénieur-Constructeur

13, rue Henri-Regnault - SAINT-CLOUD (S.-et-O.)

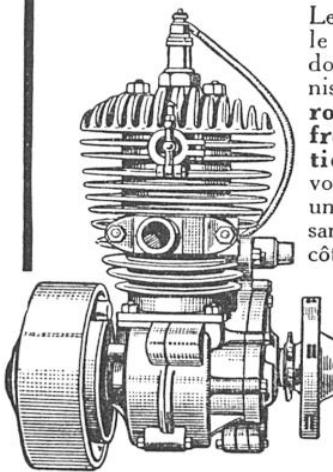
**TOUS LES SCIAGES usages, avec**  
 12 CV et autres  
  
 ... VOLT-SCIÉ sur courant lumière.  
 Une merveille électro-mécanique, se fixant sur table:  
**VOLT-SCIÉ** pour : Artisans, Menuisiers, Ebénistes, Emballeurs, Encadreurs, Laboratoires, Ruraux et Citadins, etc.  
 ... et **VOLT-OUTIL** pour vos autres travaux.  
**S.G.A.S.** ING.-CONSTR<sup>E</sup> Brevetés 44, rue du Louvre PARIS (1<sup>er</sup>)

Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée

*Inutile de vous déranger pour expédier vos colis sur le P.-L.-M. au départ de Paris*

Vous pouvez vous libérer de tout souci pour l'expédition au départ de Paris de vos bagages ou de vos envois de grande ou de petite vitesse sur le P.-L.-M. Téléphonez à Diderot 85-10. Vos colis seront enlevés très rapidement à votre domicile et acheminés sur leur destination, sans que vous ayez à vous en préoccuper. Les frais de transport eux-mêmes seront encaissés au moment de l'enlèvement, si vous le désirez.

**Sachez choisir votre VÉLOMOTEUR si vous ne voulez pas de déboires**



Le point délicat est le moteur. Exigez donc de votre fournisseur un moteur robuste, bien refroidi, d'un fonctionnement sûr, vous permettant par un excédent de puissance de gravir les côtes sans le secours des pédales.

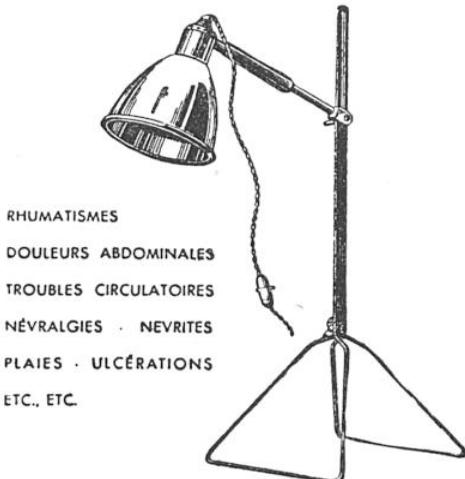
En un mot, exigez un **MOTEUR AUBIER & DUNNE** Cylindre à la chemise acier trempé.

Type 100 C/M3 D avec débrayage.

Liste des Constructeurs utilisant nos moteurs vous sera adressée sur demande.

**MOTEURS AUBIER & DUNNE**  
 SAINT-AMAND-LES-EAUX (Nord)

**L'INFRA-ROUGE**  
 — A DOMICILE —  
 PAR LE PROJECTEUR  
 THERMO-PHOTOTHERAPIQUE  
 DU DOCTEUR ROCHU-MERY



RHUMATISMES  
 DOULEURS ABDOMINALES  
 TROUBLES CIRCULATOIRES  
 NÉVRALGIES - NEVRITES  
 PLAIES - ULCÉRATIONS  
 ETC., ETC.

**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE**  
 12. AV. DU MAINE. PARIS. XV<sup>e</sup>. T. litte: 91-83

**BREVETS D'INVENTION**  
 ■ MARQUES DE FABRIQUE - MODÈLES ■  
**A.-J. VAREILLE. INGÉNIEUR-CONSEIL**  
 10, PL. DE LA PT<sup>E</sup> CHAMPERRET, PARIS (17<sup>e</sup>) ■ TÉL. : GAL. 49-56



# Contax

24 × 36 MM

L'APPAREIL-MINIATURE  
ABSOLUMENT UNIVERSEL

convient pour

**TOUS LES SUJETS  
TOUS LES ÉCLAIRAGES  
TOUS LES FORMATS**  
par agrandissement

**Mise au point de précision**  
par télémètre de 10,5 cm, couplé avec l'objectif.

**Obturateur à rideau métallique indréglable**  
Vitesses : 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/200, 1/500, 1/1000 seconde.

**Gamme complète d'objectifs Carl Zeiss Jena**  
interchangeables (en monture à baionnette).  
Ouvertures : 1:1,5 à 1:6,3. — Distances focales : 2,8 cm à 18 cm.

**Demandez la nouvelle brochure illustrée Cx 77 (6 1/2 pages), à  
IKONTA, 18-20, faubourg du Temple, PARIS-XI<sup>e</sup>**



HAYAS 3



*Si vous savez monter  
à vélo, vous savez  
conduire un  
vélomoteur..*

MONET-GOYON  
construit les meilleurs  
vélomoteurs du mar-  
ché

2 Modèles avec ou sans boîte  
de vitesses. Moteur VILLIERS,  
débrayage, freins puissants  
de grand diamètre, réservoir en selle,  
pneus ballons, et sans supplément, éclairage

Pas de permis de conduire.

Impôt 30 fr. par an, essence 3 fr. aux 100 km.

**.. MONET GOYON**

Notice et Catalogues  
franco sur demande

121, Rue du Pavillon  
MACON



# SOURDS

**AUDIOS** présente pour 1933 deux nouveautés sensationnelles : **L'EXTRA-PLAT** et le **SUPER-RÉSONNANT** basés sur une récente découverte révolutionnant la surdité

Demandez dès aujourd'hui le livre illustré du Docteur RAJAU à DESGRAIS, fabricant, 140, rue du Temple, PARIS (Joindre 3 fr. en timbres-poste.)

**DEFENSE DE FUMER SANS LE FUME-CIGARETTES MAGE**

**PARCE QUE :**

Le progrès ne se discute pas : il se constate. Le Fume-Cigarettes MAGE est un Fume-Cigarettes ordinaire ce que le stylo est à la plume d'oie, le rasoir mécanique au rasoir ordinaire. Le Fume-Cigarettes MAGE se nettoie automatiquement. MAGE ne se bouché jamais. MAGE est toujours propre.

Avec MAGE, pas de risque d'intoxication, vous fumez agréablement. Avec MAGE, vous appréciez au maximum l'arôme du tabac. — MAGE est un progrès réel et indiscutables.

**GRATUITEMENT :** chez DUNHILL, rue de la Paix ; chez LANCEL, boul. des Italiens et place de l'Opéra ; dans toutes les bonnes spécialités d'articles fumeurs ; dans tous les Grands Magasins. — Il vous sera démontré que MAGE est indispensable au fumeur soucieux de son hygiène.

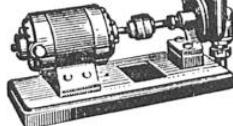
**LE FUME-CIGARETTES MAGE**

GRATUITEMENT ! Vous constaterez l'intérêt certain de cette invention. Alors vous comprendrez la raison du succès de MAGE.

Vente en Gros : 30, RUE DES PETITES-ÉCURIES, PARIS

## La Pompe Electrique SNIFED

remplacera avantageusement votre pompe à main et vous donnera l'eau sous pression automatiquement.



Groupe n° 1  
110 ou 220 volts

**675 FR.**

Pour 1.000 litres-heure à 20 mètres d'élévation totale.

⊕ Pompes SNIFED ⊕  
44, rue du Château-d'Eau - PARIS-X\*

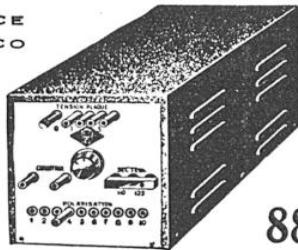


PRÉSENTE  
UNE ALIMENTATION TOTALE  
des postes sur secteur

## Type "CUIVREX" AT 3

Redressement par oxymétal

NOTICE  
FRANCO



PRIX:  
**880 frs**

Débit : 40 milliampères, 160 volts. — Prises à 40 - 80 - 120 volts. — Polarisation : 2 à 20 volts. — 4 volts, 0,6 ampère.

Etablissements ARNAUD S. A.  
3, rue Barbès — ISSY-LES-MOULINEAUX

## Recherches des Sources, Filons d'eau Minéraux, Métaux, Souterrains, etc.

par les

## DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE, ING. E. C. P.  
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17<sup>e</sup>

Vente des Livres et des Appareils  
permettant les contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS  
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

## Nouvelle Loupe binoculaire réglable

à écartement pupillaire variable  
(Brevetée France et Etranger) PERMET tous travaux et examens à la loupe par la vision simultanée des deux yeux, donne une netteté et un relief parfaits avec plusieurs grossissements. **Laisse les deux mains libres.** Supprime toute fatigue. — Appareil type laboratoire, complet, avec 3 grosses, en boîte bois, et mode d'emploi, **65 fr.** Le même appareil pliant, type luxe de poche, en boîte métal et mode d'emploi, **100 fr.** Suppl' pour l'env. d'env. France et Colon., **1 fr. 50**; ou contre rembours, **3 fr.**



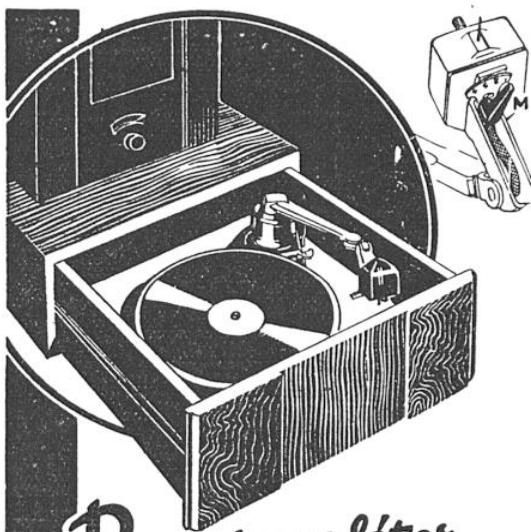
L. BERLAND

Opticien-Constructeur

ÉTRÉCHY (Seine-et-Oise)

Chèques post.

527.87 Paris



Pour compléter  
votre poste de T.S.F. :  
**RADIOMNIX**  
**THORENS**  
**COFFRET-TIROIR**  
 supportant poste  
 ou ampli.  
 Contenant  
**MOTEUR à**  
**INDUCTION U.V.**  
 et le fameux  
**PICK-UP OMNIX**

couvrant, grâce à sa manette M,  
 400, 1800, 4500 et 9000  
 ohms, courant continu.

60 à 6.000 périodes. Voltage à 1.000  
 périodes : 1,8. Aimant à 36% de cobalt.  
 Potentiomètre d'une valeur de 60.000  
 ohms avec progression logarithmique.  
 Bras tangentiel protégé.

Renseignements et vente  
 chez tous les bons spécialistes

GROS :  
 Ets H. DIÉDRICHS  
 13, rue Bleue, Paris  
 Tél. : Prov. 16-98 - 19-28

#### BOITE D'AIGUILLES GRATUITE

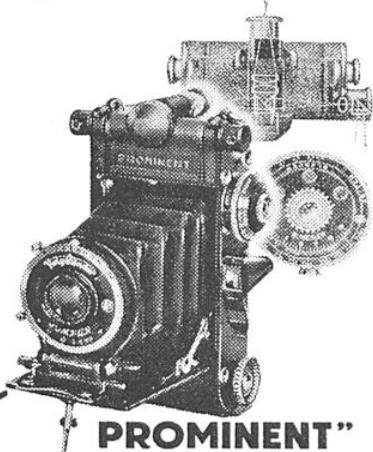
Sur présentation de ce coupon, il est  
 remis à tout acheteur de Radiomnix  
 une boîte d'aiguilles Thorens Pick-up.

3333

GERIN

Un Appareil Photographique  
**ULTRA PERFECTIONNÉ**

**Voigtländer**



**PROMINENT**  
 LA TECHNIQUE NOUVELLE

Pourquoi ultra perfectionné ?

Parce que le "PROMINENT" :

- 1° - comporte, dans le corps de l'appareil, un télémètre à oculaire télescopique réglable à la vue de chacun, accouplé au dispositif d'avancement de l'objectif pour assurer une mise au point micrométriquement parfaite, **l'appareil même fermé**.

- 2° - possède, incorporé au boîtier, un posomètre à viseur et à trois fenêtres d'intensités différentes, qui donne le temps de pose exact, pour chaque ouverture de l'objectif, en fonction des conditions d'éclairage et de la sensibilité du film utilisé.

- 3° - est muni de l'objectif HELIAR 1/4,5 à 5 lentilles, de 105 mm de foyer, dont la réputation est mondialement établie. L'HELIAR est monté sur obturateur COM-PUR à retardement donnant la pose en un et deux temps et les vitesses de 1 sec., 1/2, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/250°.

- 4° - donne à volonté : soit 8 photos de 6×9 cm, soit 16 photos de 43×55 mm sur bobines 6×9 par simple application d'un cache à même la pellicule.

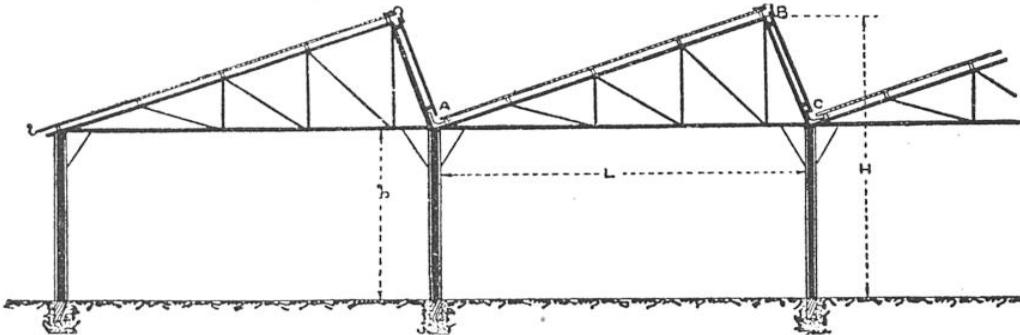
Que peut désirer de mieux  
 l'amateur le plus difficile ?

Faites-vous montrer ce merveilleux "PROMINENT" et la gamme des autres appareils VOIGTLÄNDER chez tous les bons marchands d'articles photographiques ou demandez le catal. gratuit N° 85

**S C H O B E R & H A F N E R**  
 Représentants Exclusifs

3, Rue Laure Fiot - ASNIÈRES (Seine)

# LES SHEDS DE LA SÉRIE 51



Vous êtes propriétaire d'un vaste terrain, sur lequel vous désirez édifier, dans les meilleures conditions possibles, un grand bâtiment d'un revient très intéressant et procurant à l'intérieur un très bon éclairage.

Beaucoup de modèles de charpente s'offrent alors à votre choix, mais notre expérience nous permet de vous conseiller l'emploi des éléments de notre **Série 51** qui a été conçue tout spécialement pour des constructions de cette catégorie.

Chacun a déjà vu et connaît les constructions en « Sheds », et ce n'est pas dans le but d'introduire une nouveauté dans la construction métallique que nous avons étudié cette série, mais plutôt dans celui de soumettre à notre clientèle des constructions très **simples**, très **pratiques**, entièrement **démontables** et d'un **revient** des plus **bas**.

Chaque construction comprend donc plusieurs nefs accolées formées au moyen de nos fermes de 4 à 8 mètres de portée intérieure, reliées dans le sens de la longueur par des entretoises de 300 à 500 centimètres, selon le cas. Le barème ci-dessous donne quelques indications sur les dimensions et les prix des divers éléments. Sur demande, nous vous soumettrons le tarif complet.

## LA TOITURE

La seule chose à ajouter à la charpente, c'est la partie **châssis**, qui se trouve sur le petit versant de la toiture. Ceux-ci sont à calculer sur une base de 25 francs par mètre carré, les pannes de soutien étant comprises dans ce prix, mais pas les vitres.

L'autre versant est alors couvert soit en tôle, soit en fibro posé sur pannes en bois ou en acier, aux prix suivants :

Tôle ondulée sur pannes bois (prix au mètre carré) .....	Fr. 28.20
Tôle ondulée sur pannes acier .....	Fr. 30.25
Fibro-ciment sur pannes bois .....	Fr. 31.50
Fibro-ciment sur pannes acier .....	Fr. 33 »

N <sup>o</sup> s des fermes	PORTÉE entre face intérieure des Poteaux	LONGUEURS		HAUTEURS		FERMES	ENTRETOISES La série de : (en cent.)					
		A. B.	B. C.	Sous entrait	Sous faite		300	350	400	450	500	
3	Cent. 400	Cent. 380	Cent. 130	Cent. 400	Cent. 530	Fr. 486	Fr. 607	Fr. 302	Fr. 355	Fr. 408	Fr. 461	Fr. 514
6	450	425	145	400	545	526	657	312	365	418	471	524
10	500	475	160	450	610	626	782	322	375	428	481	534
14	550	522	180	450	625	666	810	332	385	438	491	544
18	600	570	195	450	640	726	907	342	395	448	501	554
22	650	615	210	450	655	749	936	352	405	458	511	564
26	700	660	225	475	695	773	966	362	415	468	521	574
30	750	710	240	475	710	866	1.082	372	425	478	531	584
34	800	750	260	500	750	960	1.200	382	435	488	541	594

**EXPORTATION.** — Nous exportons des Usines complètes dans tous les pays du monde et facturons 5 % pour l'emballage maritime et les frais de mise sur bateau.

**Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs**

Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.)

# ... ET LA TRIBUNE ?

Le croquis que nous vous soumettons ci-dessus représente une des tribunes du Football Club de Rouen, un magnifique bâtiment de 120 mètres de long, qui abrite, tous les dimanches, les enthousiastes de la région, dont le sport le plus agréable est de voir une belle partie entre nos « Diables rouges » et une autre équipe de son rang.

Il n'est pas donné à tous les clubs de posséder de si grandes tribunes que les nôtres, ni une si fameuse équipe non plus, cependant, une tribune quelconque s'impose tôt ou tard pour recevoir les personnalités du département. Ce serait embarrassant de ne pouvoir offrir autre chose que le parapluie du commissionnaire et une place sur les caillebotis.

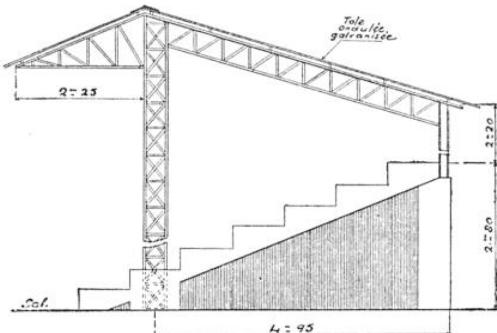
Toutefois, à condition de respecter une bonne largeur, on peut toujours commencer avec un petit bout de tribune de 20 à 30 mètres.

Notre système de construction prévoit toujours les attaches de la prochaine ferme. C'est plutôt la profondeur qui est importante, car il est plus difficile de modifier celle-ci que d'ajouter une travée à la longueur.

Remarquez, d'ailleurs, un point capital : aussi peu de montants sur le devant que possible. Un poteau tous les 10 mètres suffira. L'écartement des fermes peut toujours être de 5 mètres, une ferme sur deux venant se poser au milieu d'une sablière de rive ayant 10 mètres de long.

Pour la largeur, tout est possible, selon le terrain et le nombre éventuel de spectateurs dont les prouesses de vos joueurs sauront mériter les applaudissements.

Pour le coût, il est assez difficile de pré-



ciser. Une tribune n'étant pas précisément une construction de série, on ne peut donner que des indications assez vagues. Prenez, par exemple, la tribune que nous construisons cet été pour l'**Athletic Club d'Ajaccio**. Voilà un club qui débute, c'est-à-dire au point de vue des tribunes. La première partie faite ne sera que de 40 mètres sur 7 mètres et ne coûtera que **17.336 francs** complète, avec la toiture en toile ondulée galvanisée, et cela **franco Ajaccio**.

Etudiez bien vos problèmes, chers lecteurs. La construction métallique n'est pas d'hier et ne s'en ira pas demain ; elle est réfléchie et robuste, bien calculée et esthétique, d'une livraison tout de même rapide et d'un montage facile et agréable. Maintes sont les constructions que nous avons fabriquées et que nos clients ont posées entièrement eux-mêmes, et cela sans faire venir un seul spécialiste de la ville.

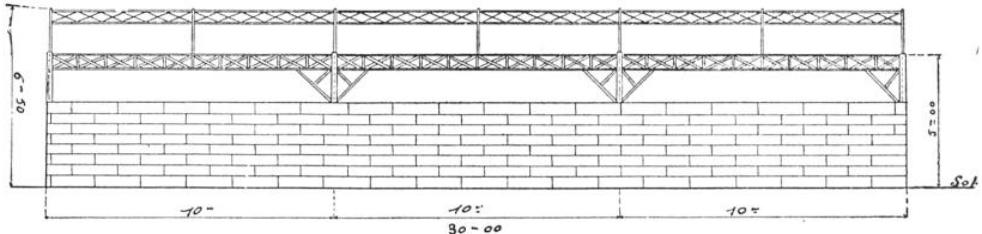
Il n'est pas à imaginer que nous avons un catalogue ou une brochure traitant spécialement de la « tribune », car la « tribune » n'est après tout qu'un'unique seule entre la grande variété de constructions que nous produisons tous les ans.

Etudiez votre affaire, cher lecteur, et faites-nous part de votre projet. Dans n'importe quel coin du monde que le hasard vous ait placé, vous ne serez jamais trop loin pour bénéficier des

## CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES

que nous fabriquons pour tous les besoins de

**la CULTURE et de l'INDUSTRIE**



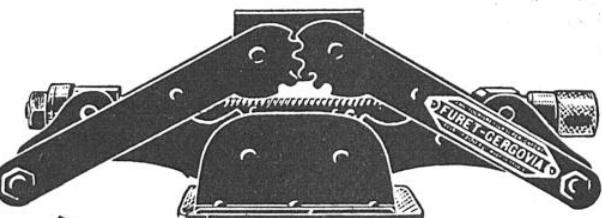
**Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs**

Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.)

*Sous les carrosseries modernes, surbaissées et très débordantes, allez donc placer, bien à l'aplomb de l'essieu arrière, un cric de modèle courant, sans vous baisser, sans tâtonner, sans vous salir... Une vraie corvée !*

*Pour votre agrément et votre sécurité, le Père Gergovia a créé le Cric FURET.*

Cnam



*Aucun cric à mettre en place n'est plus facile*



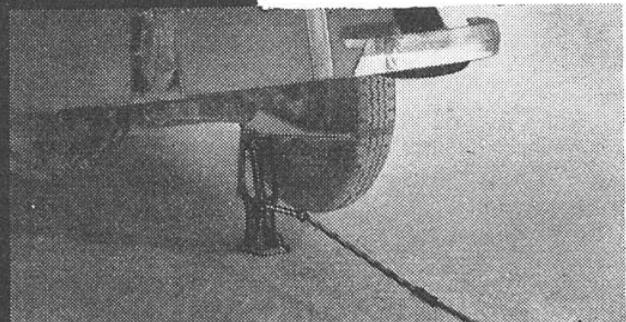
Deux rails de guidage sont montés à demeure sur l'essieu arrière, à droite et à gauche. Ce montage se fait en un quart d'heure ; 4 écrous à serrer et c'est tout.

Vous engagez le FURET à leur extrémité affleurant à l'arrière de la carrosserie et vous le poussez à fond à l'aide de sa longue clé à double manivelle ; il trouve sa place automatiquement sous l'essieu. Il ne reste plus qu'à manœuvrer la clé. La roue est décollée du sol avec une extrême aisance. Le grand développement du cric facilite au maximum démontages et remontages.



Sous l'essieu avant ou sous tout autre point accessible du châssis, on utilise le FURET comme un cric ordinaire.

Force réelle ; **1200 kgs** - Hauteur, développé ; 385 m/m (avec rallonge) - Hauteur, replié : 110 m/m.



# CRIC FURET GERGOVIA

Notice sur demande aux Ets Pingeot - Clermont-Ferrand  
et 31, rue Brunel - Paris

Cric Furet, seul  
avec sa clé :

**85 frs**

Cric Furet "guidé"  
complet

**160 frs**

**La marine italienne peut-elle surclasser la marine française en Méditerranée ?**

*La grande vitesse des nouveaux bâtiments italiens pose, pour notre politique méditerranéenne, des problèmes stratégiques et tactiques qui doivent préoccuper sans cesse ceux qui ont souci de la défense nationale. ....*

**La lampe à vapeur de sodium va révolutionner l'éclairage de nos routes.**

*La belle lumière jaune du sodium, à laquelle l'œil est particulièrement sensible, a permis de doter tout récemment de grandes routes d'un éclairage suffisant pour que les automobiles, phares éteints, puissent rouler avec sécurité à 100 kilomètres à l'heure. ....*

**Plus d'antenne horizontale en T. S. F. Voici le pylône rayonnant.**

*Emission constante dans toutes les directions, éloignement de la zone de fading, meilleur rendement, tels sont les précieux avantages de l'antenne-mât ou pylône rayonnant. ....*

**L'automatisme dans les armées modernes.**

*Voici les plus récents progrès réalisés dans la conception des mitrailleuses et des canons automatiques, qui sont appelés à modifier notamment les conditions mêmes du combat. ....*

**Comment les circonstances économiques peuvent modifier les grandes routes maritimes.**

*L'énorme gain de distance réalisé grâce au canal de Suez, entre l'Europe et l'Extrême-Orient, ne suffit pas à compenser les frais supplémentaires de transport dus au « péage » exigé. Aussi a-t-il été délaissé par de nombreux armateurs qui préfèrent contourner l'Afrique par le cap de Bonne-Espérance. ....*

**La transfusion du sang par écoulement continu, grâce au « cœur » artificiel.**

*L'étude du sang au laboratoire et la petite pompe rotative du docteur Bécard rendent aujourd'hui sans danger l'opération de la transfusion du sang. ....*

**Où en est l'industrie du froid ?**

*Pour produire la « frigorie », qui joue aujourd'hui un rôle aussi important que celui de la « caloric », le progrès scientifique et technique a doté l'industrie du froid de machines perfectionnées, grâce aux nouveaux produits métallurgiques. ....*

**L'effet Raman révolutionnera-t-il l'industrie chimique ?**

*En permettant de déterminer l'« architecture moléculaire » des corps, dont dépendent leurs propriétés, la découverte du savant hindou (Prix Nobel de physique de 1930) donne au chimiste une arme nouvelle et puissante. ....*

**Quel est le potentiel de guerre de l'armée soviétique ?**

*Reorganisée et outillée par le Gouvernement des Soviets, l'armée russe présente une valeur de premier ordre qui s'améliorera d'ailleurs au fur et à mesure que la mobilisation industrielle la dotera d'un armement plus homogène et d'approvisionnements plus abondants. ....*

**A propos d'un jubilé : l'œuvre de d'Arsonval et la physique de la vie.**

*La « d'arsonvalisation », aujourd'hui universellement appliquée, n'est que laboutissement des célèbres travaux du savant français qui a démontré que les êtres vivants sont de véritables machines électriques. ....*

**Comment la science garantit la sécurité de l'ouvrier d'usine.**

*Le développement de la machine accroît les dangers d'accidents. Voici comment l'ouvrier est protégé, soit par des vêtements spéciaux, soit par des dispositifs automatiques. ....*

**Les « A côté » de la science. ....**

**Chez les éditeurs. ....**

*Parmi les diverses solutions proposées pour l'éclairage intensif des routes, l'emploi de la lampe à vapeur de sodium, récemment mise au point au laboratoire, paraît s'imposer par suite de son pouvoir éclairant, l'œil étant particulièrement sensible à ses radiations jaunes, et de son grand rendement. En vue de déterminer ce « pouvoir éclairant », en fonction de la quantité d'énergie électrique consommée, on procède à des mesures photométriques extrêmement précises. La couverture de ce fascicule représente une lampe au sodium, soumise à un examen de ce genre dans un photomètre sphérique, tels que ceux qui sont couramment utilisés en Amérique. (Voir l'article, page 10.)*

**L. Laboureur. ....** 3  
Capitaine de corvette (R).

**L. Houlevigue. ....** 10  
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

**Jean Marival. ....** 15

**Marcel Devouges. ....** 19  
Ancien inspecteur des armes automatiques aux Armées.

**Roger Magadoux. ....** 29

**Victor Jouglard. ....** 34

**L. Pittiot. ....** 39  
Président de l'Association des Ingénieurs et Techniciens du Froid.

**G. Dupont. ....** 48  
Doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

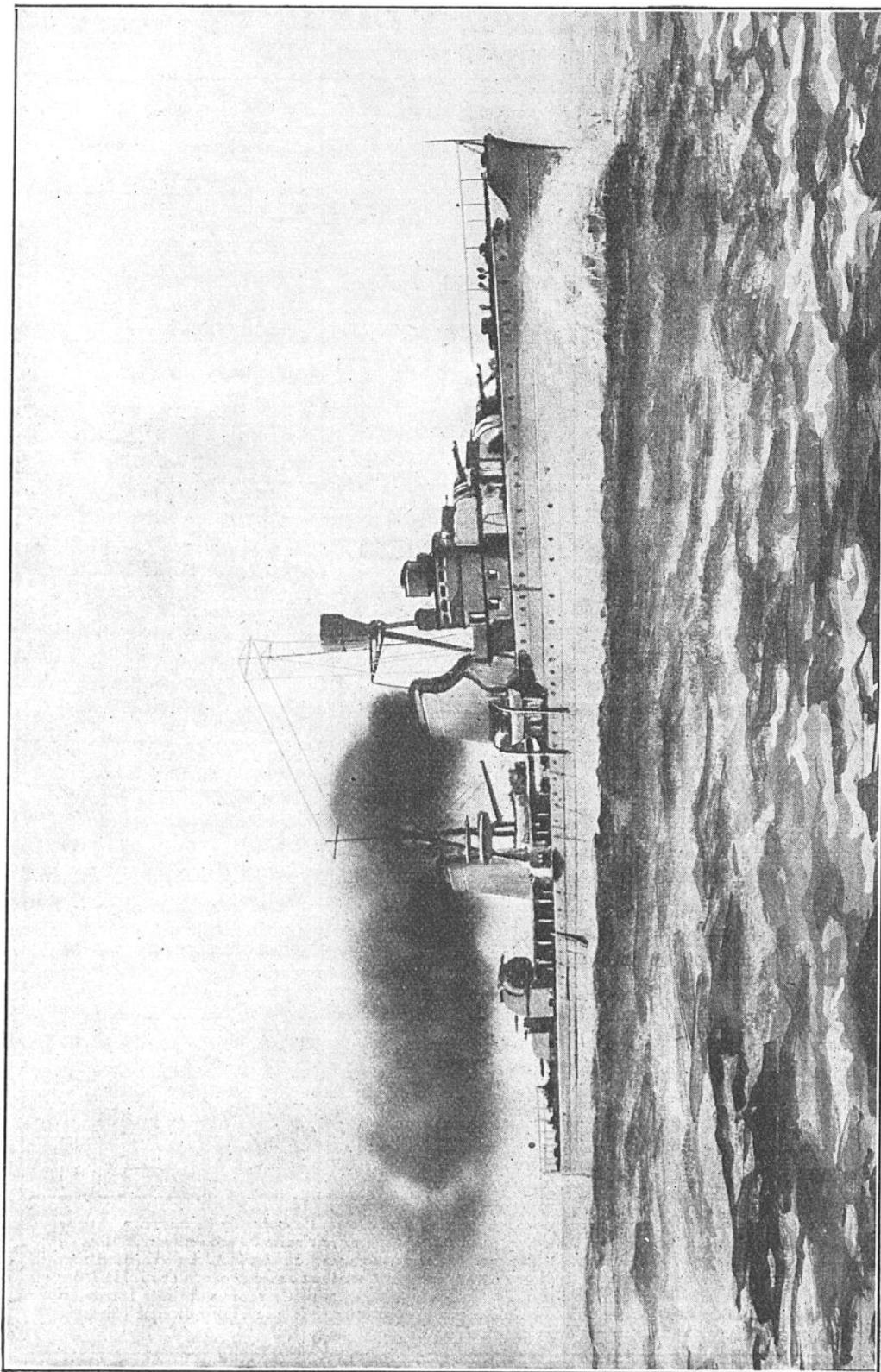
**Lieut.-Colonel Rebou. ....** 54

**Jean Labadié. ....** 63

**Charles Brachet. ....** 73

**V. Rubor. ....** 80

**J. M. ....** 88



LE « DIAZ », UN DES « CONDOTTIERI » (CROISEURS DE 5.000 TONNES) DE LA MARINE ITALIENNE, RÉCEMMENT LANCÉ. Ce navire, qui s'oppose à nos croiseurs du type Duguay-Trouin, est beaucoup plus rapide (40 nœuds au lieu de 33), mais moins fortement armé.

# LA SCIENCE ET LA VIE

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

*Rédigé et illustré pour être compris de tous*

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X<sup>e</sup> — Téléph. : Provence 15-23

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

*Copyright by La Science et la Vie, Juillet 1933 - R. C. Seine 116.544*

Tome XLIV

Juillet 1933

Numéro 193

## LA MARINE ITALIENNE PEUT-ELLE SURCLASSE LA MARINE FRANÇAISE EN MÉDITERRANÉE ?

Par L. LABOUREUR

CAPITAINE DE CORVETTE (R.)

*Nous avons exposé (1) la situation critique où se trouverait la marine française en cas de conflit, ayant à défendre ses côtes de la mer du Nord et de la Manche contre la flotte allemande et à lutter en Méditerranée contre la flotte italienne. Celle-ci, grâce à la politique de construction qu'elle poursuit depuis plusieurs années avec ténacité et méthode, serait pour nous un adversaire redoutable. Pour toutes les classes de bâtiments — bâtiments de lignes exceptés — les navires italiens sont, en effet, notamment plus rapides que les nôtres — cela, d'ailleurs, au détriment de la puissance de l'armement qui est légèrement inférieure à la nôtre. En particulier, les croiseurs de 5.000 tonnes, du type Condottieri, qui réalisent des vitesses de 40 nœuds, seraient probablement capables de s'opposer victorieusement à nos croiseurs type Duguay-Trouin (2), malgré l'avantage de tonnage de ceux-ci (7.230 tonnes). Les solutions tactiques et stratégiques qu'impose à la marine française notre politique méditerranéenne (communications avec notre Afrique du Nord notamment) doivent préoccuper sans cesse ceux qui ont souci de la défense nationale.*

Il est devenu un lieu commun d'affirmer que les accords de Washington (1922) ont équivaut, pour la France, à un désastre naval. Notre marine, trèsurement éprouvée par la guerre et n'ayant pu reconstituer le tonnage perdu au cours des hostilités, devenait, en principe, d'après le désir de parité si âprement réclamé par la marine italienne, l'égale de cette dernière à laquelle elle était très supérieure en 1914.

Comme résultats des accords de Washington et des suivants, les flottes française et italienne avaient droit toutes deux :

— A 175.000 tonnes de bâtiments de ligne (cuirassés et croiseurs de batailles) ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 459.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 137, page 331.

— Et à un nombre illimité de croiseurs de 1<sup>re</sup> classe (tonnage maximum, 10.000 tonnes; calibre maximum, 203  $\frac{m}{m}$ ), de croiseurs de 2<sup>e</sup> classe (calibre maximum, 155  $\frac{m}{m}$ ), de contre-torpilleurs et de torpilleurs.

Comment ont-elles usé respectivement de ces droits?

1<sup>o</sup> *Bâtiments de ligne.* — Ni la France, ni l'Italie n'ont construit, depuis la guerre, de bâtiments de ligne. La mise en chantier récente de notre croiseur de bataille *Dunkerque*, de 26.000 tonnes, rompt cette trêve (1). Quelle sera la réaction italienne? Nous n'en savons rien. Il serait toutefois désagréable de voir cette puissance, utilisant le tonnage maximum de 35.000 tonnes autorisé à Washington, mettre en chantier un navire qui surclasse notre *Dunkerque*, chose

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 382.

CROISEURS DE 1<sup>re</sup> CLASSE

PAYS	NAVIRES	TONNAGE	ARMEMENT	VITESSE
FRANCE	2, <i>Duquesne</i> . . . . .	Tonnes 10.000	8 × 203 m/m	Noeuds 33
	4, <i>Suffren</i> . . . . .	10.000	8 × 203 m/m	31 à 32,5
	<i>Algérie</i> (en construction). . . . .	10.000	8 × 203 m/m	31
ITALIE	3, <i>Trieste</i> . . . . .	10.000	8 × 203 m/m	36 à 38
	4, <i>Zara</i> . . . . .	10.000	8 × 203 m/m	35

CROISEURS DE 2<sup>e</sup> CLASSE

PAYS	NAVIRES	TONNAGE	ARMEMENT	VITESSE
FRANCE	3, <i>Duguay-Trouin</i> . . . . .	Tonnes 7.230	8 × 155 m/m	Noeuds 33
	2, <i>Jean-de-Vienne</i> (en construction). . . . .	7.600		
	4, <i>Marseillaise</i> (en projet). . . . .			
ITALIE	4, <i>Bande Nere</i> . . . . .	5.000	8 × 152 m/m	40 à 42
	2, <i>Diaz</i> . . . . .	5.000	8 × 152 m/m	40 à 42
	2, <i>Montecuccoli</i> (en construction). . . . .	5.855		
	2, <i>Duca d'Aosta</i> (en projet). . . . .	6.742		

## CONTRE-TORPILLEURS

PAYS	NAVIRES	TONNAGE	ARTILLERIE	LANCE-TORPILLES	VITESSE
FRANCE	6, <i>Jaguar</i> (en service). . . . .	Tonnes 2.126	5 × 130 m/m	6 tubes	Noeuds 35 à 36
	6, <i>Bison</i> — . . . . .	2.436	5 × 138 m/m	6 —	36 à 37
	4, <i>Aigle</i> — . . . . .	2.440	5 × 138 m/m	6 —	plus de 36
	2, <i>Milan</i> (en voie d'achèvement). . . . .	2.440	5 × 138 m/m	7 —	— 36
	6, <i>Vauquelin</i> — . . . . .	2.440	5 × 138 m/m	7 —	— 36
	6, <i>Fantasque</i> — . . . . .	2.600	5 × 138 m/m	7 —	— 37
	1, <i>Mogador</i> (en projet) . . . . .	2.600	5 × 138 m/m	7 —	
ITALIE	3, <i>Leone</i> . . . . .	1.526	8 × 120 m/m	6 tubes	34
	12, <i>Vivaldi</i> (classe <i>Navigatori</i> ). . . . .	1.628	6 × 120 m/m	6 —	40 à 44

## Torpilleurs

PAYS	NAVIRES	TONNAGE	ARTILLERIE	LANCE-TORPILLES	VITESSE
FRANCE	12, <i>Bourrasque</i> . . . . .	Tonnes 1.450	4 × 130 m/m	6 tubes	Noeuds 32 à 33
	6, <i>Alcyon</i> . . . . .	1.500	4 × 130 m/m	6 —	32 à 33,5
	4, <i>Boulonnais</i> . . . . .	1.500	4 × 130 m/m	6 —	32 à 33,5
	4, <i>Forbin</i> . . . . .	1.500	4 × 130 m/m	6 —	32 à 33,5
	1, <i>Hardi</i> (en projet) . . . . .			(Caractéristiques non définies)	
ITALIE	4, <i>Curtatone</i> . . . . .	367	4 × 102 m/m	6 tubes	33,5
	4, <i>Sella</i> . . . . .	335	3 × 120 m/m	4 —	35 à 40
	4, <i>Sauro</i> . . . . .	1.058	4 × 120 m/m	6 —	37
	8, <i>Turbine</i> . . . . .	1.073	6 × 120 m/m	6 —	36 à 40,5
	8, <i>Dardo</i> . . . . .	1.220	4 × 120 ou 130	6 —	41
	4, <i>Maestrale</i> . . . . .	1.449			
	2 torpilleurs de . . . . .	600			

TABLEAU I. — TABLEAUX COMPARATIFS DES MARINES DE FRANCE ET D'ITALIE, EN CE QUI CONCERNE LES CROISEURS, LES CONTRE-TORPILLEURS ET LES TORPILLEURS

facile, si les fonds le permettent (1).

Quoi qu'il en soit, la situation en matière de bâtiments de ligne est actuellement la suivante :

FRANCE :

3 cuirassés, type *Jean-Bart* (1912), de 22.000 tonnes, armés de  $12 \times 305 \frac{m}{m}$  et  $22 \times 138 \frac{m}{m}$ ;

3 cuirassés, type *Provence* (1913), de 22.000 tonnes, armés de  $10 \times 340 \frac{m}{m}$  et  $18 \times 138 \frac{m}{m}$ .

ITALIE :

2 cuirassés, type *Cavour* (1911), de 22.000 tonnes, armés de  $13 \times 305 \frac{m}{m}$  et  $18 \times 120 \frac{m}{m}$ ;

En consultant les tableaux de la page 4, on constate :

1<sup>o</sup> *Croiseurs de 1<sup>re</sup> classe* : Egalité sensible ; artillerie équivalente. Mais les croiseurs italiens marchent à vitesse de 3 à 5 nœuds supérieure à celle des nôtres ;

2<sup>o</sup> *Croiseurs de 2<sup>e</sup> classe* : Grosse supériorité du nombre des bâtiments, actuellement en service, pour les Italiens (8 contre 3), qui doit s'atténuer vers 1934. Très grand avantage de vitesse chez les Italiens (de 7 à 9 nœuds), au prix d'une réduction de  $3 \frac{m}{m}$  sur le calibre des pièces ;

3<sup>o</sup> *Contre-torpilleurs* : Avantage du nombre pour nous (30 contre 15), mais vitesse encore

CARACTÉRISTIQUES	« CONDOTTIERI »	« DUGUAY-TROUIN »
DÉPLACEMENT . . . . .	5.000 à 5.800 tonnes (8 premiers). 6.700 tonnes (2 derniers avec protection améliorée).	7.300 tonnes
LONGUEUR . . . . .	170 mètres	175 mètres
LARGEUR . . . . .	15 m 5	17 m 2
TIRANT D'EAU . . . . .	4 m 40	4 m 42
PUISSEANCE . . . . .	90.000 à 105.000 ch	118.000 ch
VITESSE . . . . .	40 à 42 nœuds	33 à 33,5 nœuds
APPROVISIONNEMENT EN MAZOUT. . . . .	1.000 tonnes	1.500 tonnes
ARMEMENT. . . . .	Canons . . . . . 6 × 100 $\frac{m}{m}$ (antiaériens) 6 × 37 $\frac{m}{m}$ (antiaériens) 4 tubes de 533 $\frac{m}{m}$ 1 catapulte Avions . . . . . 2 avions	8 × 152 $\frac{m}{m}$ 8 × 155 $\frac{m}{m}$ 7 × 75 $\frac{m}{m}$ (antiaériens) 12 tubes de 550 $\frac{m}{m}$ 1 catapulte 2 avions

TABLEAU 2. — TABLEAU COMPARATIF DES CARACTÉRISTIQUES DES CROISEURS ITALIENS DU TYPE « CONDOTTIERI » ET DES CROISEURS FRANÇAIS « DUGUAY-TROUIN »

2 cuirassés, type *Doria* (1913), de 21.500 tonnes, armés de  $13 \times 305 \frac{m}{m}$  et  $16 \times 152 \frac{m}{m}$ .

Nous avons donc une supériorité qui n'est qu'apparente, étant donné que deux de nos *Jean-Bart* sont actuellement bâtiments-écoles et que deux de nos *Provence* sont en refonte (modernisation) et immobilisés pour longtemps.

Nous pouvons admettre une égalité sensible. Notre *Dunkerque*, s'il n'est pas suivi d'une réplique italienne, changera, évidemment, la face des choses. N'oublions pas, toutefois, que nous avons, à l'inverse de l'Italie, à faire front sur deux océans.

(1) D'après un article paru récemment dans le *Daily Telegraph*, l'Italie n'aurait pas l'intention de construire une forte unité en réplique au *Dunkerque*. Après l'avoir envisagée, elle y aurait renoncé pour des raisons d'ordre économique ou politique.

Son intention serait de moderniser ses quatre cuirassés qui, dit-on (ce qui nous semble peu probable), pourraient atteindre une vitesse de 25 à 26 nœuds.

nettement supérieure, en général, des contre-torpilleurs italiens de la classe *Vivaldi* (1). Supériorité du calibre de l'artillerie chez nous (du 138 contre du 120), mais avantage du nombre de pièces chez les Italiens (en général,  $5 \times 138 \frac{m}{m}$  contre 6 à  $8 \times 120 \frac{m}{m}$ ) ;

4<sup>o</sup> *Torpilleurs* : Supériorité du nombre chez les Italiens (34 contre 26) et, encore, avantage considérable de vitesse (jusqu'à 8 nœuds), acquis, en général, au prix d'une perte de calibre (du  $120 \frac{m}{m}$  contre du  $130 \frac{m}{m}$ ).

En résumé, dans toutes les classes de bâtiments légers :

*Thèse italienne* : Vitesse d'abord, calibre de l'artillerie ensuite ;

(1) Notons toutefois à ce sujet que certains de nos bâtiments peuvent rivaliser avec les navires similaires italiens, même au point de vue de la vitesse. C'est ainsi que le record de vitesse du bâtiment de guerre appartient actuellement au contre-torpilleur français *Cassard* (voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 209).

*Thèse française* : Artillerie d'abord, vitesse ensuite.

Nous examinerons plus loin la valeur relative du facteur « vitesse ».

Etudions d'abord la série des « condottieri », dont fait partie l'*Armando Diaz*, tout récemment mis en service dans la marine italienne, en comparant ses caractéristiques avec celles de nos *Duguay-Trouin*.

### Les « Condottieri »

Le *Diaz* est le sixième bâtiment de cette classe. Les quatre premiers, *Giovani delle Bande nere*, *Bartolomeo Colleoni*, *Alberico da Barbiano* et *Alberto di Guisano*, faisaient partie des programmes 1925-1926 et 1926-1927. Les deux suivants : *Caldorna* et *Diaz*, récemment en service, font partie du programme 1929-1930.

Deux autres bâtiments similaires, le *Montecuccoli* et le *Muzzio Attendolo*, du programme 1930, sont en achèvement.

Enfin, les deux derniers (programme 1931-1932), l'*Emmanuele Filiberto duca d'Aosta* et l'*Eugenio di Savoia*, seraient commencés à Gênes et à Livourne.

Soit, au total, six croiseurs de 5.000 à 6.700 tonnes, dont six en service, auxquels nous n'avons, actuellement, à opposer que nos trois *Duguay-Trouin*, renforcés, dans quelques années, par nos deux *Jean-de-Vienne* et nos quatre *Marseillaise*.

### Comparaison des « Condottieri » et de nos « Duguay-Trouin » (1)

Leurs caractéristiques respectives sont indiquées au tableau page 5.

On constate que le tonnage de nos *Duguay-Trouin* est supérieur de 2.000 tonnes environ à celui des premiers *Condottieri* et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 114, page 499.

de 600 tonnes seulement à celui des deux derniers de la série dont la protection a été améliorée. La puissance des machines propulsives est également supérieure pour les bâtiments français (118.000 ch au lieu de 90.000 à 105.000 ch). Toutefois, la vitesse des navires italiens dépasse de 7 à 8 nœuds celle des *Duguay-Trouin*, résultat d'une plus grande finesse de formes.

En outre, les « Condottieri » ont une certaine protection (24 %). Ils doivent être tous munis de stabilisateurs de roulis.

En comparant ces caractéristiques, on constate immédiatement que :

1<sup>o</sup> La vitesse très supérieure des croiseurs italiens, malgré une faible différence de puissance par rapport au tonnage. A noter, à ce sujet, la finesse des formes italiennes, dont la largeur est 9,2/100<sup>e</sup> de la longueur, alors que celle de nos *Duguay-Trouin* est 9,8/100<sup>e</sup> ;

2<sup>o</sup> L'avantage de vitesse des « Condottieri » est acquis en majeure partie au prix de la réduction

du calibre de l'artillerie principale (152 mm au lieu de 155 mm), et du nombre de tubes lance-torpilles (4 au lieu de 12). Toutefois, leur artillerie antiaérienne est très supérieure (12 canons au lieu de 7) ;

3<sup>o</sup> L'armement en avions est identique. L'approvisionnement en combustible, rapporté au tonnage, est tout à fait similaire. Voyons maintenant pourquoi l'Italie a décidé la construction de cette série de navires.

L'idée des Italiens, en mettant en chantier leur série des « Condottieri », était de surclasser nos contre-torpilleurs types *Jaguar* et suivants. Ils ont effectivement, avec 2.500 tonnes de plus que ces derniers, une artillerie très supérieure (8 × 152 mm contre 5 × 138 mm), une vitesse plus grande et un rayon d'action plus étendu, sans parler de la

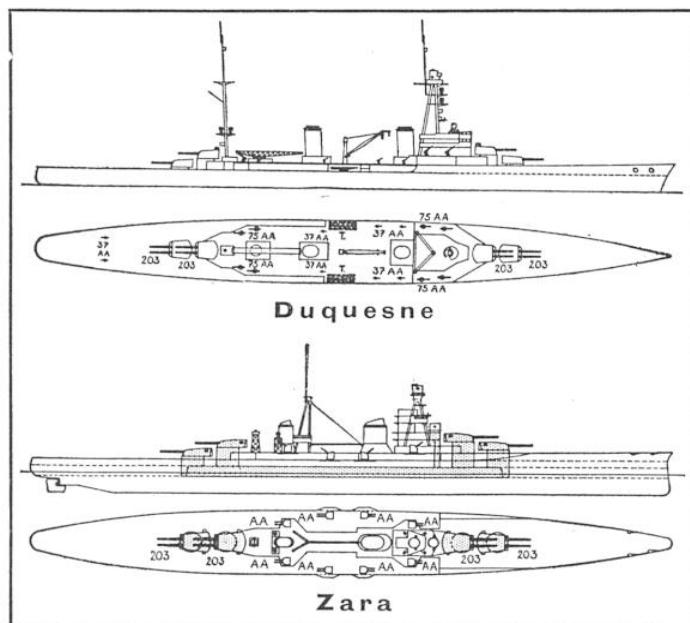


FIG. 1. — SCHÉMAS DES CROISEURS DE 1<sup>re</sup> CLASSE « DUQUESNE » (FRANCE) ET « ZARA » (ITALIE)

protection, inexisteante sur nos contre-torpilleurs et très sensible sur les « Condottieri ».

Ce premier résultat est donc nettement atteint. Si, d'autre part, on considère que, malgré une différence de tonnage de 1.500 tonnes, un *Armando Diaz* doit « étaler » un *Duguay-Trouin* — qu'il peut, d'ailleurs, « manœuvrer », à cause de sa vitesse très supérieure — il n'est pas téméraire d'affirmer que les « Condottieri » surclassent également nos *Duguay-Trouin*.

Leur conception dérivait, par surcroît, de l'idée, en cours

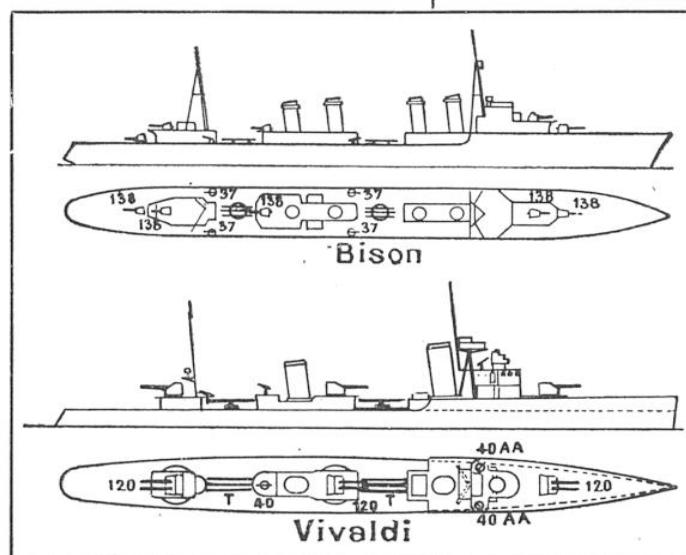
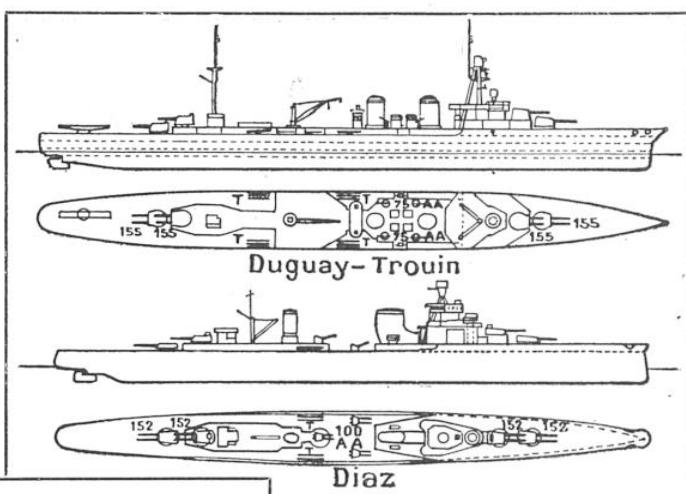


FIG. 2. — SCHÉMAS DES CONTRE-TORPILLEURS FRANÇAIS « BISON » ET ITALIEN « VIVALDI »

dans toutes les marines, de réduire le tonnage maximum des croiseurs Washington de 10.000 tonnes et de réaliser, dans les limites de 5.000 à 7.500 tonnes, avec un prix de revient très inférieur, des bâtiments capables à la fois de tenir tête aux 10.000 tonnes et de remplir toutes leurs missions (1).

Ce deuxième résultat est également atteint, du moins actuellement, par les « Condottieri » ;

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190,

FIG. 3. — SCHÉMAS DES CROISEURS DE 2e CLASSE « DUGUAY-TROUIN » (FRANCE) ET « DIAZ » (ITALIE)

mais, par-dessus tout, domine, chez les Italiens, le désir de surclasser les bâtiments similaires, dans toutes les catégories, par une vitesse très supérieure.

Pourquoi ?

#### L'avantage de la vitesse

Si l'on entend, par « stratégie », l'art de conduire les

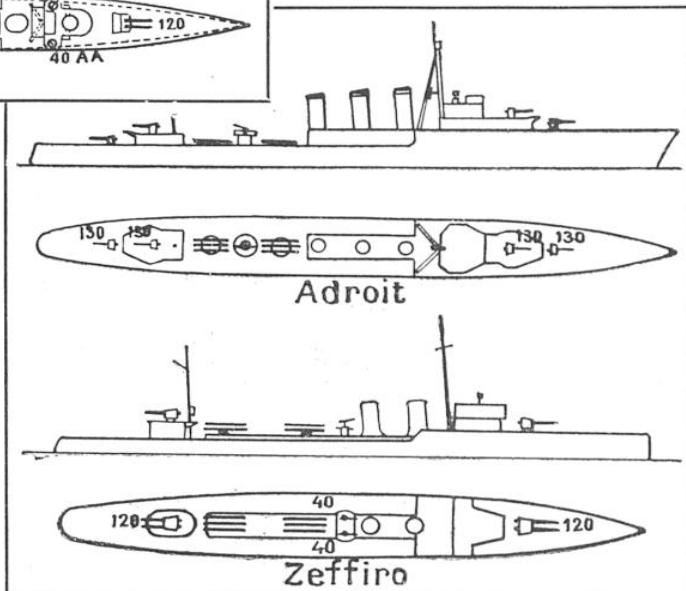


FIG. 4. — SCHÉMAS DES TORPILLEURS FRANÇAIS « ADROIT »

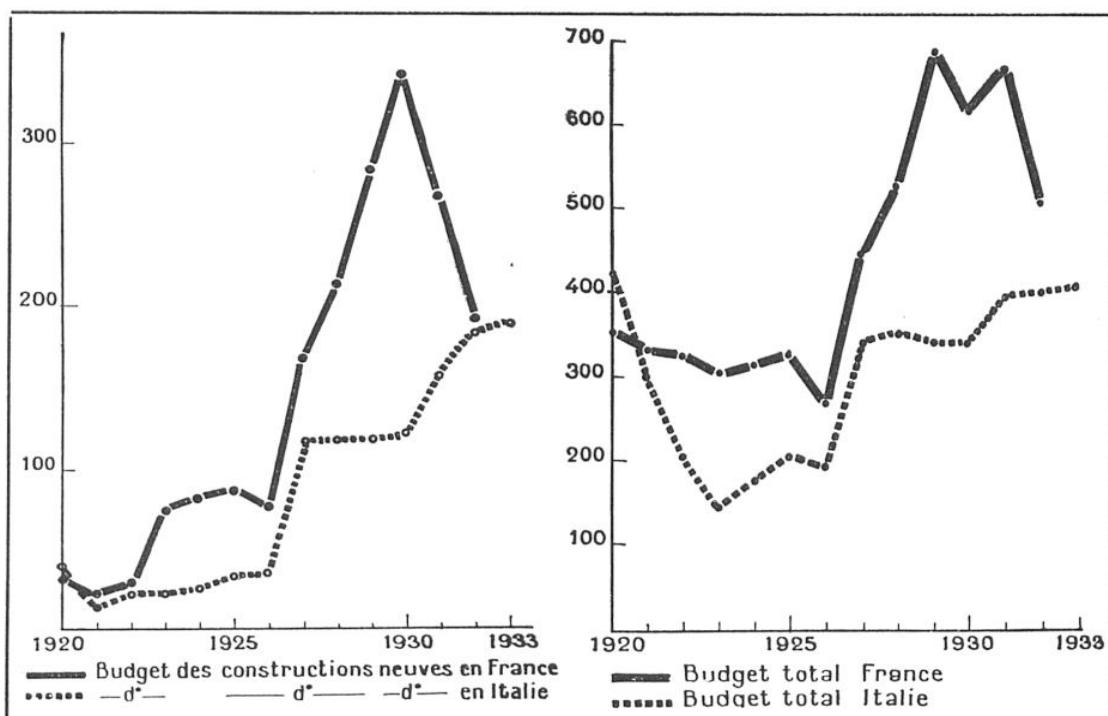


FIG. 5. — DIAGRAMMES COMPARATIFS DES BUDGETS DE LA MARINE FRANÇAISE ET DE LA MARINE ITALIENNE, EN FRANCS-OR, DEPUIS LA GUERRE (EN MILLIONS DE FRANCS)

*A gauche, les budgets totaux de ces marines. A droite, les budgets des constructions neuves.*

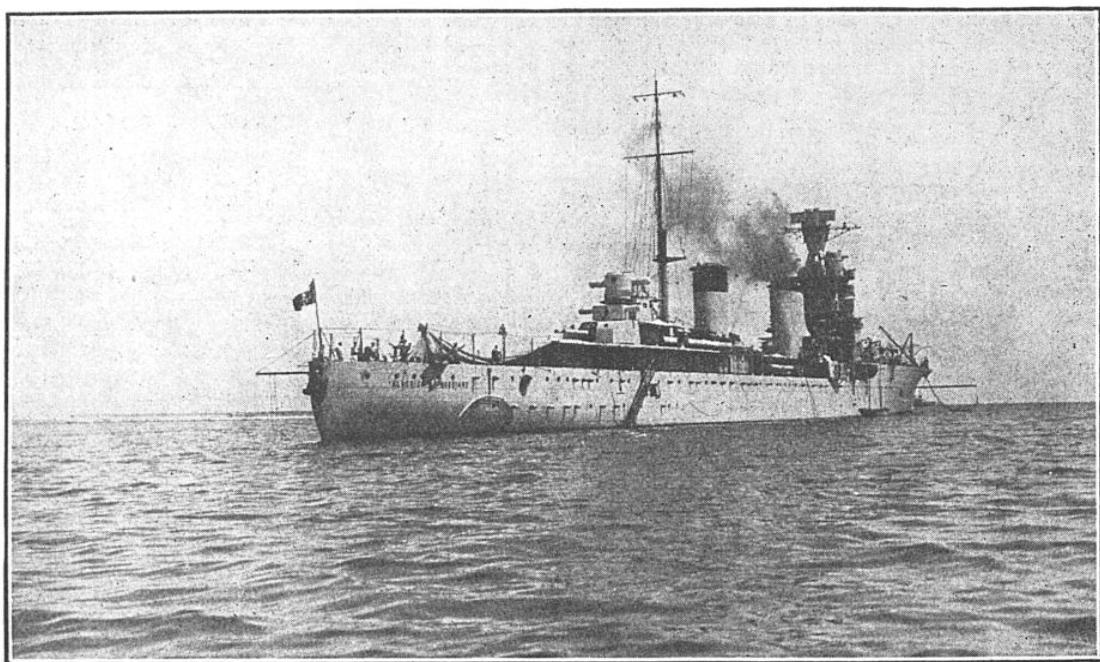


FIG. 6. — LE CROISEUR ITALIEN « ALBERICO DA BARBIANO », CONDOTTIERE QUI EST LE SISTERSHIP DU « DIAZ » ET QUI A ÉTÉ MIS EN SERVICE EN 1930

forces au combat, et, par « tactique », l'art de les manœuvrer pendant le combat, il apparaît, quelle que soit l'imprécision de la barrière qui sépare la stratégie de la tactique, que la vitesse joue dans les deux cas un rôle primordial.

Dans la stratégie, pour amener rapidement les forces au point crucial ; dans la tactique, pour manœuvrer l'adversaire et le placer dans une situation telle qu'il soit en infériorité marquée au point de vue de l'utilisation des armes.

Si l'avantage de la vitesse est constant, au point de vue tactique, sur tous les champs de bataille, il devient, au point de vue stratégique, de plus en plus prépondérant, lorsque le théâtre d'opérations se retrécit, c'est-à-dire lorsque les mers deviennent de plus en plus étroites. Ceci, pour la raison élémentaire que les flottes, ou les convois marchands, mettent moins

de temps à se rendre de port en port et que, compte tenu du délai sensiblement constant de la transmission des renseignements, il faudra agir d'autant plus vite que la durée de trajet de l'objectif est plus courte : cas caractéristique de la Méditerranée.

Si nous considérons maintenant les missions dévolues aux croiseurs en temps de guerre, elles se résument comme suit :

*Protection des convois ;*

*Attaque des convois ennemis ;*

*Raids sur les côtes ennemis ;*

*Eclairage de la flotte de ligne ; sa protection contre les attaques de torpilleurs ; soutien des attaques à la torpille.*

Les flottes de ligne, du moins en Médi-

terranée, sont devenues à peu près des anachronismes. Il est probable, d'autre part, et la dernière guerre l'a bien prouvé, que les guerres futures sur mer seront presque exclusivement dirigées contre les lignes de communication.

Les missions essentielles offensives des croiseurs seront donc l'attaque des convois ennemis (opérations pouvant amener des combats avec des similaires) et, en outre, les raids sur les côtes ennemis.

Pour ces missions, le facteur essentiel est la vitesse. Nous ne pouvons nous lancer ici dans une étude stratégique du théâtre de la Méditerranée et de ses lignes de communication. La protection de nos transports, sur cette mer, aurait pour nous, en cas de conflit, un intérêt vital. Il en est de même pour toutes les nations.

Assurer nos lignes de communications maritimes et interdire celles

de l'ennemi, voilà tout le problème, qui se résume en ces mots : « acquérir la maîtrise de la mer ».

C'est pourquoi nous ne devons pas négliger d'observer ce qui se passe chez nos voisins. La vitesse de leurs croiseurs, type *Diaz*, est un facteur nouveau, une pièce imprévue sur l'échiquier méditerranéen. Il appartient à ceux qui tiennent en main la destinée de notre marine, — et nous savons, par la mise en chantier du *Dunkerque* que nous pouvons leur accorder toute confiance — de leur opposer la réaction nécessaire en mettant en œuvre, dans les unités futures, les derniers progrès de la technique navale.

L. LABOUREUR.

PAYS	NAVIRES	Tonnage total		
			Tonnes	
FRANCE	1 bâtiment de ligne . . . . .	26.000		
	4 croiseurs . . . . .	31.000		
	11 contre-torpilleurs . . . . .	28.000		
	25 sous-marins. . . . .	25.000		
	Soit. . . . .	110.000		
ITALIE	8 croiseurs . . . . .	55.000		
	6 torpilleurs . . . . .	7.000		
	22 sous-marins. . . . .	18.000		
	Soit. . . . .	80.000		

PAYS	NAVIRES	Tonnage total		
			Tonnes	
FRANCE	4 croiseurs. . . . .	30.000		
	1 contre-torpilleur . . . . .	2.600		
	1 torpilleur . . . . .	1.400		
	Soit. . . . .	34.000		
ITALIE	2 croiseurs. . . . .	Indéterminé		
	2 torpilleurs . . . . .	—		
	Soit env., <i>grossso modo.</i>	18.000		

TABLEAU 3. — EN HAUT : BÂTIMENTS EN CONSTRUCTION EN FRANCE ET EN ITALIE LE 1<sup>er</sup> JANVIER 1932. EN BAS : BÂTIMENTS AUTORISÉS LE 1<sup>er</sup> JANVIER 1932

# LA LAMPE A VAPEUR DE SODIUM VA RÉVOLUTIONNER L'ÉCLAIRAGE DE NOS ROUTES

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

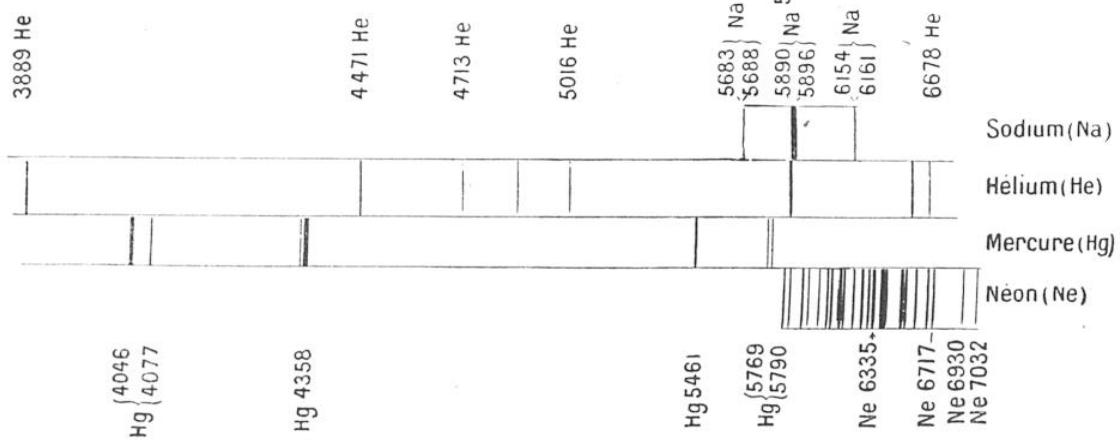
*L'augmentation constante de la circulation routière à toutes les heures de jour et de nuit a posé le problème de l'éclairage continu et intensif des routes à grand trafic dès la tombée du jour. Mais le prix de revient d'un tel éclairage vraiment efficace obtenu par les moyens en usage actuellement (lampes à incandescence, à arc, etc...) est extrêmement coûteux. On a donc cherché à le réaliser pratiquement et économiquement, grâce à l'emploi tout nouveau de la lampe à vapeur de sodium récemment mise au point par les savants et les techniciens. Elle donne, comme chacun sait, une belle lumière jaune, dite monochromatique, à très grand pouvoir éclairant, l'œil étant particulièrement sensible aux radiations jaunes. Elle présente, en outre, le grand avantage de ne consommer qu'une quantité d'énergie électrique relativement faible. Enfin, elle permet une « visibilité » meilleure que la lumière blanche pour une même intensité, et est particulièrement appréciée des automobilistes, même par temps de brouillard.*

**A**PRÈS avoir fait son apparition dans les laboratoires, la lampe à vapeur de sodium entreprend la conquête de la voie publique : des tronçons de route ont été équipés avec ces lampes, en Hollande, entre Maestrich et Nimègue, près de Zurich, en Suisse, et Oslo, en Norvège, en Allemagne, en Angleterre (sur l'aérodrome de Croydon) ; enfin, nous serons appelés prochainement à apprécier, sur la route de Paris à Versailles, les qualités du nouvel éclairage. A la suite de ces essais, on saura si la lampe à vapeur de sodium répond dans la pratique aux espérances qu'elle a suscitées ; mais il est

possible, dès à présent, d'exposer les raisons théoriques qui ont fait naître ces espoirs.

## Le sodium, spécialiste de la lumière jaune

Dans une flamme incolore, comme celle du gaz ou d'une lampe à alcool, projetez un sel quelconque de sodium, par exemple du sel marin (qui est, chimiquement, du chlorure de sodium) ; la flamme se teindra aussitôt d'un vif éclat jaune ; une baguette de verre (dont le constituant principal est du silicate de soude) pro-duit la même coloration lorsqu'elle commence à se ramollir



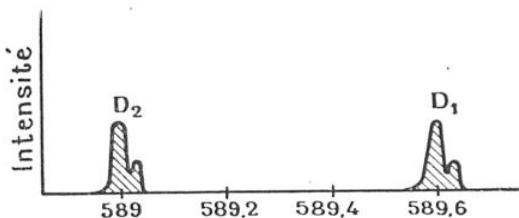


FIG. 2. — CONSTITUTION RÉELLE DE DEUX RAIES DU SODIUM QUI APPARAISSENT CONFONDUES SUR LE SPECTRE PRÉSENTÉ FIGURE 1

dans la flamme ; le phénomène est, d'ailleurs, extraordinairement sensible, car il suffit d'un millième de milligramme de composé sodé pour donner une coloration intense. Cette coloration est due au constituant commun de tous ces sels, c'est-à-dire à l'atome de sodium ; examiné avec un spectroscope assez dispersif, elle se résoud en deux raies brillantes, qu'on désigne par les lettres  $D_1$  et  $D_2$ , dont les longueurs d'ondes très voisines mesurent 589 et 589,6 millimicrons (ou millionièmes de millimètre) ; le spectroscope décèle encore quelques autres raies dans le vert et dans le bleu, mais leur intensité est tout à fait négligeable par rapport à celles de  $D_1$  et  $D_2$ . J'ajouterai que les deux dernières radiations, examinées avec des appareils spéciaux, donnant une dispersion beaucoup plus grande, se résolvent elles-mêmes en deux petits spectres, dont la figure 2 représente les aspects. Tout compte fait, et en négligeant les détails, on peut dire que l'atome de sodium est un véritable *spécialiste* pour la fabrication de la lumière jaune. Ne faisant qu'une chose, on peut espérer qu'il la fait bien ; autrement dit, comme il ne donne pas d'autres radiations visibles, ni d'infrarouge, ni d'ultraviolet, il est probable qu'il utilise plus complètement que d'autres corps l'énergie dépensée pour l'activer ; les autres corps utilisés comme illuminants, présentent, en effet, des spectres beaucoup plus compliqués : on compte 47 raies dans le spectre de mercure, dont 8 pour sa partie visible, et le spectre du néon ne présente pas moins de 30 raies (fig. 1).

Mais ce qui donne tout son prix à cette propriété sélective, c'est que la lumière jaune ainsi produite est, à très peu de chose près, celle pour laquelle l'œil est le plus sensible. Car notre œil, lui aussi, a ses préférences ; tout le monde sait qu'il ne traduit en sensation que les radiations comprises entre 400 et 750 millimicrons, ces limites, qui correspondent au violet et au rouge extrême, étant d'ailleurs variables avec les individus ; mais, dans cet intervalle, il s'en faut qu'il

soit également sensible à toutes les couleurs du spectre : d'après les travaux de Langley, si on représente par  $I$  la plus petite quantité de lumière jaune verdâtre (de longueur d'onde 550 millimicrons) susceptible d'impressionner l'œil, il faudra que la radiation violette de 400 millimicrons soit 240 fois plus intense pour être perçue, et, pour la radiation rouge extrême de 750 millimicrons, l'intensité nécessaire sera 640.000 fois plus considérable. D'ailleurs, la courbe de sensibilité de l'œil pour les diverses radiations est représentée par la figure 3 : on voit que le maximum de cette sensibilité a lieu pour la couleur de longueur d'onde 550 millimicrons, qu'on appelle souvent la *radiation de Langley*, pour commémorer les travaux de l'illustre physicien américain.

La lumière du sodium, assez voisine de la radiation de Langley, correspond à une sensibilité de 0,78, plus des trois quarts du maximum ; on ne connaît aucune autre radiation monochromatique pour laquelle l'œil soit aussi sensible ; on peut donc s'attendre, à priori, à ce que toutes les autres sources éclairantes aient un rendement, une efficacité lumineuse inférieure à celle-là.

### La lampe à vapeur de sodium

Ces propriétés étaient connues depuis longtemps, mais des difficultés techniques s'étaient opposées jusqu'ici à leur utilisation. La première provenait de l'attaque du verre par le sodium : ce métal, et surtout sa vapeur chaude, corrodent assez rapidement le verre ordinaire et finissent même, après avoir obscurci la surface, par la percer ; l'emploi de verres nouveaux, moins altérables, a permis de surmonter cette difficulté.

Il fallait, d'autre part, amorcer la décharge électrique dans l'atmosphère de sodium vaporisé : ceci exige que le métal soit préalablement chauffé vers 300 degrés, afin que sa tension de vapeur acquière une valeur

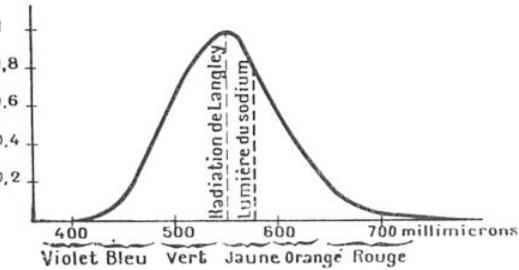


FIG. 3. — COURBE MONTRANT LA SENSIBILITÉ DE L'ŒIL AUX DIVERSES RADIATIONS  
On voit que l'œil est surtout sensible aux radiations jaunes où se trouve la lumière du sodium.

suffisante, voisine d'un dixième de millimètre de mercure. Ce chauffage préalable est réalisé dans certains modèles (fig. 4) par deux petites spirales de tungstène que le courant porte d'abord à l'incandescence ; au bout d'un temps assez court (une dizaine de secondes environ), l'échauffement est suffisant, l'ampoule est remplie de vapeur de sodium et un commutateur change la direction du courant qui, au lieu de traverser les filaments de bout en bout, saute de l'un à l'autre à travers la vapeur dont il excite la luminescence ; à partir de ce moment, la chaleur dégagée dans l'ampoule est suffisante pour entretenir la vaporisation du sodium, mais il faut encore empêcher le métal de se déposer contre les parois de l'ampoule, qu'il ternirait ; celle-ci est « calorifugée » à l'aide d'une enveloppe extérieure de verre dans laquelle on a fait le vide.

Dans un autre modèle de lampe, récemment présenté à la *Société française des électriciens* par son président, M. de Valbreuze, le chauffage préalable est assuré par deux petits bâtonnets, formés d'un aggloméré de poudre de tungstène et d'oxydes alcalino-terreux, portés au rouge par une spirale enveloppante de tungstène.

Mais il faut encore assurer, le plus simplement possible, l'allumage de la vapeur de sodium ; si cette vapeur existait seule dans l'ampoule, même sous la pression que j'ai dite, la tension électrique requise pour cet

allumage serait exagérément élevée ; on l'abaisse considérablement en introduisant dans l'ampoule un gaz rare (en général, de l'argon sous la pression de 3 millimètres) ; cet argon s'allume d'abord sous la tension du secteur (110 ou 220 volts), et c'est par cet intermédiaire que le courant s'établit ; de même dans une allumette, l'inflammation du

phosphore facilite celle du soufre et du bois. Aussi, lorsqu'on tourne le bouton d'allumage, on voit d'abord, à l'intérieur de l'ampoule, une lueur bleuâtre, qui est celle produite par l'argon ; mais cette lueur disparaît peu à peu, étouffée par la lumière éclatante du sodium.

D'ailleurs, même quand il a cessé de briller, l'argon joue encore un rôle utile en facilitant le passage du courant, et cela, grâce à une curieuse propriété des atomes des gaz rares ; ces atomes fonctionnent comme des balles électriques sur lesquels les élec-

trons rebondissent sans rien perdre de leur vitesse, tandis qu'ils sont arrêtés par le choc contre les atomes des autres gaz, comme un grain de plomb par une boule d'argile. Il résulte de là que les électrons qui traversent l'ampoule de la cathode à l'anode, en excitant au passage les atomes de sodium, circulent plus aisément dans une atmosphère d'argon, à condition que cette atmosphère ne soit ni trop diluée, ni trop épaisse ; l'expérience a prouvé que la pression optimum du gaz se trouvait aux environs de 3 millimètres de mercure.

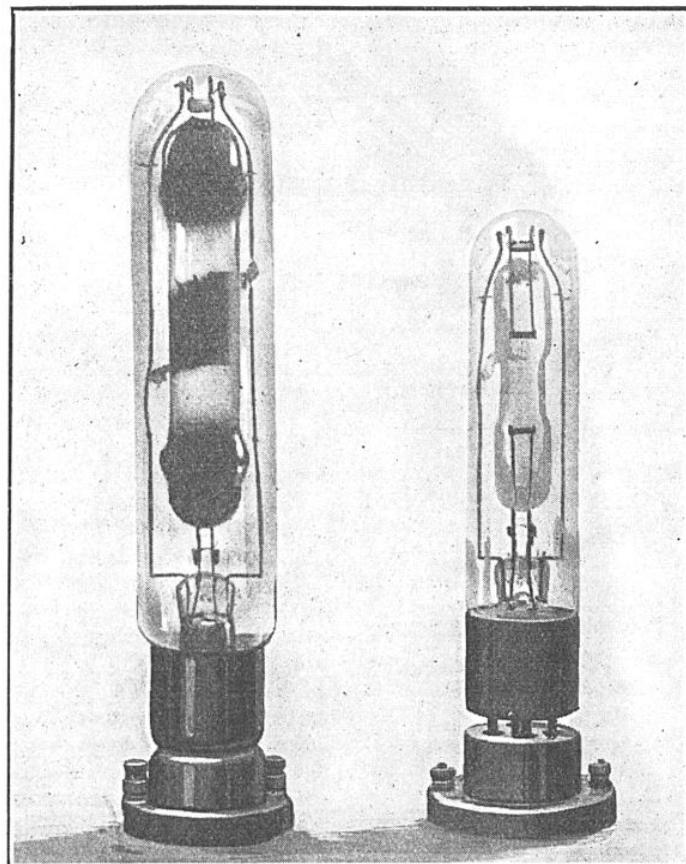


FIG. 4. — MODÈLES D'UN TUBE A VAPEUR DE CALCIUM, A GAUCHE, ET D'UN TUBE A VAPEUR DE SODIUM, A DROITE, QUI ONT ÉTÉ SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉS PAR M. PIRANI

Les firmes hollandaises et allemandes qui fabriquent la nouvelle lampe, ont établi un certain nombre de types, fonctionnant sous diverses puissances, soit en courant continu, soit en alternatif.

Dans ce dernier cas, la lampe est branchée en dérivation sur le circuit à 220 volts, et un petit transformateur, mis en parallèle avec chaque tube, assure l'amorçage ; ce transformateur est mis automatiquement hors circuit quand l'allumage est effectué. Dans d'autres installations, on a recours au courant continu ; chaque lampe consomme alors 5 ampères sous une douzaine de volts ; il faudra donc, pour utiliser des voltages industriels, 120 volts par exemple, placer 10 lampes en série sur le courant du secteur ; l'inconvénient de ce montage consiste en ce que, si une des lampes venait, pour une raison quelconque, à cesser de fonctionner, le courant s'interrompt dans les neuf autres ; on pare à cet inconvénient en plaçant, en dérivation sur chaque lampe, un petit condensateur C

(fig. 5) qui se perce de lui-même lorsque la lampe s'éteint, laissant ainsi passer le courant, qui peut continuer ainsi à alimenter les lampes non endommagées.

#### Le domaine d'application de l'éclairage au sodium

Ainsi, tout comme aux débuts de l'éclairage électrique, par incandescence, nous voyons s'affronter divers types d'installation ; les expériences en cours les départageront à bref délai, en désignant le plus avantageux.

Dès à présent, les mesures photométriques ont confirmé ce que l'on pouvait prévoir, à savoir que l'éclairage au sodium est celui qui donne le plus de lumière, mesurée en lumens (1) pour une dépense donnée de puissance électrique évaluée en watts. Ces mesures ont donné, pour les nouvelles

(1) Le lumen représente le flux lumineux émis par une bougie internationale dans l'unité d'angle solide ; une lampe de 50 bougies, par exemple, donnera un flux de 50 lumens ; par conséquent, le même nombre désigne une source lumineuse par son intensité en bougie, ou par son flux en lumens.

lampes au sodium, un « facteur d'efficacité » voisin de 70 lumens par watt. A titre de comparaison, disons que ce facteur ne dépasse pas 12 lumens par watt pour les lampes à filament d'usage courant, 20 lumens pour les lampes du même type, mais de forte puissance (500 à 2.000 bougies), et qu'il s'élève à 50 lumens par watt pour les lampes à mercure à enveloppe de quartz fonctionnant sous forte pression, c'est-à-dire au régime de l'arc. De ces nombres, comparés sans discernement, on pourrait conclure à la supériorité économique du nouvel illuminant ; mais il faut tenir compte, en outre, du prix de revient des lampes, de leur durée moyenne, des conditions d'installation ; l'expérience seule permettra d'établir un bilan définitif.

Mais le problème est encore plus compliqué qu'il n'apparaît d'après ce qui précède ; il est à la fois physiologique et psychologique. Il est incontestable que toute lumière monochromatique est déplaisante ; elle est « sèche », dureit les modelés et supprime les nuances ;

vus à la lumière de la lampe au sodium, tous les objets paraissent jaunes ou noirs, le nouvel illuminant n'a donc aucune chance d'être employé pour l'éclairage intérieur des appartements, ni même des rues et des places publiques où les considérations esthétiques sont prédominantes ; il ne présente pas ces colorations inattendues et « tapageuses » qui recommandent, pour la réclame, les lampes au néon et au mercure. En revanche, il pourra être utilisé dans les établissements industriels, où la clarté est le facteur prédominant, par exemple dans les ateliers d'imprimerie ou de tissage ; mais son principal domaine d'utilisation paraît être l'éclairage des voies publiques et des aérodromes.

Les essais effectués en Hollande ont donné, à ce sujet, des indications intéressantes : les lampes étaient soutenues à grande hauteur (plus de 8 mètres) tous les 60 mètres, alternativement sur les côtés droit et gauche de la route, et munis de réflecteurs dissymétriques renvoyant la lumière dans le sens de la circulation des voitures ; dans ces condi-

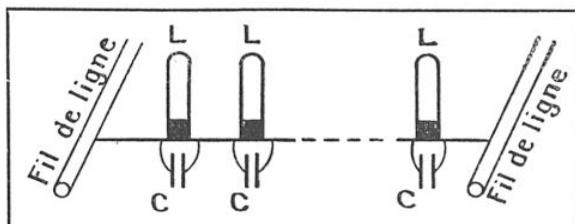


FIG. 5. — MONTAGE DE PLUSIEURS LAMPES AU SODIUM EN SÉRIE SUR 120 OU 240 VOLTS

Pour 120 volts, on met dix lampes en série et naturellement le double sur 240 volts. Le condensateur C d'une lampe se perce automatiquement lorsque cette lampe s'éteint et le courant continue à alimenter les autres lampes placées en série.

tions, on évite les effets d'éblouissement, cause fréquente d'accidents d'automobile, et la visibilité paraît excellente. Ces résultats ont été confirmés à Croydon, sur le Purley-Road, qui traverse le célèbre aérodrome anglais ; cette route ayant été équipée avec des lampes au sodium, on a constaté que les automobilistes pouvaient atteindre 100 kilomètres à l'heure, tous phares éteints, en se sentant en parfaite sécurité. Autre avantage important, surtout dans les brumeux pays du Nord : la lumière de sodium n'est que faiblement absorbée par le brouillard.

Tous ces résultats prouvent qu'à éclairage égal, la lumière jaune monochromatique permet une visibilité meilleure que les autres illuminants. Cette propriété optique, la visibilité ou *lisibilité*, est l'aptitude à apprécier les détails ; elle dépend de multiples facteurs dont il est difficile de débrouiller les effets superposés. A priori, on aurait pu croire

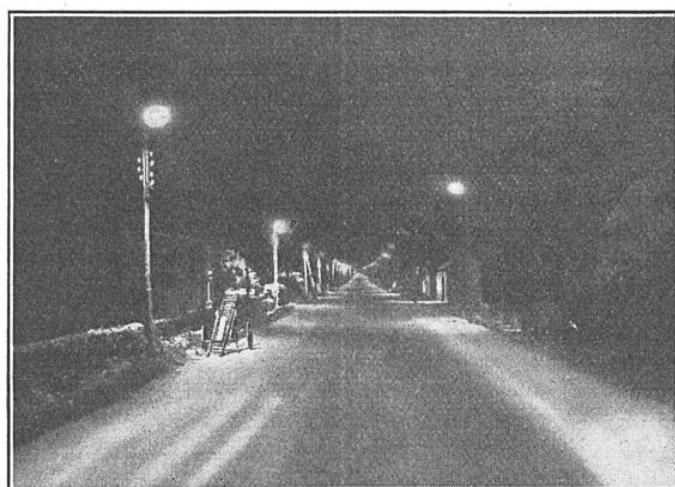


FIG. 7. — EXEMPLE D'ÉCLAIRAGE D'UNE ROUTE AU MOYEN DE LAMPES A VAPEUR DE SODIUM

que des différences de coloration produites par l'éclairage en lumière blanche, auraient facilité l'appréciation des reliefs et la vision des obstacles, et cela d'autant mieux que l'œil est habitué à cette lumière et qu'il lui faut un certain temps pour interpréter un paysage éclairé avec une lumière nouvelle. On nous affirme qu'il n'en est rien, et, à l'appui de cette proposition, on nous apporte l'expérience suivante, réalisée à Croydon : la lettre *E*, dessinée en noir sur blanc, avec des dimensions de  $40 \times 40$  centimètres et des jambages larges de 8 centimètres, a pu être distinguée à 500 mètres avec l'éclairage jaune, tandis qu'elle ne l'était qu'à 200 mètres en lumière blanche d'éclairage.

Quoi qu'il en soit, les expériences sont en cours dans différents pays ; ce sont elles qui donneront aux problèmes posés, dans un avenir prochain, une solution définitive.

L. HOULEVIGUE.

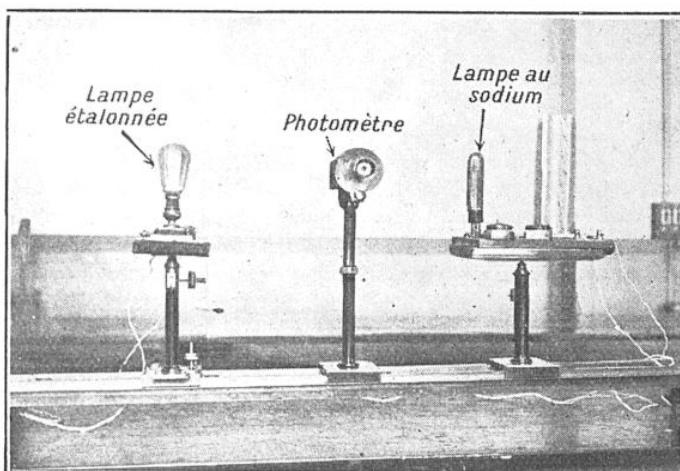


FIG. 6. — INSTALLATION DE LABORATOIRE POUR L'ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE D'UNE LAMPE AU SODIUM, PAR RAPPORT A UNE LAMPE ÉTALONNÉE

# PLUS D'ANTENNE HORIZONTALE EN T. S. F. VOICI LE PYLONE RAYONNANT

Par Jean MARIVAL

*Le rendement d'une station de radiodiffusion dépend en grande partie de la radiation des ondes par l'antenne. Tout d'abord constituée par un simple conducteur vertical, cette antenne s'est rapidement modifiée pour aboutir à la forme bien connue d'une nappe ou d'un prisme horizontal, relié à la station émettrice. On a pu remarquer, d'ailleurs, dans l'établissement des grandes stations modernes — « Poste Parisien » (1), « Radio-Toulouse » (2) — que l'on tendait à réduire de plus en plus la partie horizontale de l'antenne. Mais voici qu'en Amérique on a supprimé avec plein succès cette partie horizontale pour constituer l'antenne au moyen d'un pylône chargé du rayonnement des ondes. Ces antennes-mâts permettent, en effet, et d'éloigner de l'émetteur la zone de fading, et d'accroître le rendement et d'assurer une émission constante dans toutes les directions. Ce sont là des avantages précieux en T. S. F.*

On sait que lorsque Marconi imagina de doter un émetteur d'ondes hertziennes d'un dispositif destiné à favoriser leur propagation dans l'espace, il utilisa dans ce but un conducteur vertical. Ainsi naquit l'antenne. Celle-ci ne devait cependant pas conserver longtemps cette forme, car il paraissait difficile d'employer un tel conducteur vertical d'une hauteur suffisante tout en le maintenant éloigné de supports métalliques pour éviter de fâcheux effets d'induction. L'antenne prit donc rapidement une forme horizontale, en nappe ou en prisme. Dans ce domaine, l'aérien de la station radiotélégraphique transcontinentale de Sainte-Assise, près de Melun (3), offre l'exemple le plus typique avec sa nappe de vingt fils parallèles de 2.800 mètres de long,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 119.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 488.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 58, page 211.

soutenue par seize pylônes de 256 mètres de haut.

Mais il s'agit là d'une station à très grandes ondes et ne pouvant se comparer aux stations radiophoniques. Les antennes de celles-ci ont un développement beaucoup plus faible. Toutefois, on s'est aperçu que l'antenne horizontale ne donnait pas le maximum de rendement et que, de plus, elle n'assurerait pas la radiation des ondes avec une égale intensité dans toutes les directions. Aussi a-t-on pu constater que les antennes des stations les plus récentes, telles que le « Poste Parisien » (1) ou « Radio-Toulouse » (2) ne comportaient qu'une partie horizontale assez faible par rapport à la longueur du fil de descente. Pour le « Poste Parisien », la nappe horizontale mesure 50 mètres et la descente prismatique, 110 mètres; pour « Radio-Toulouse » l'antenne est presque réduite à un prisme vertical de 102 mè-

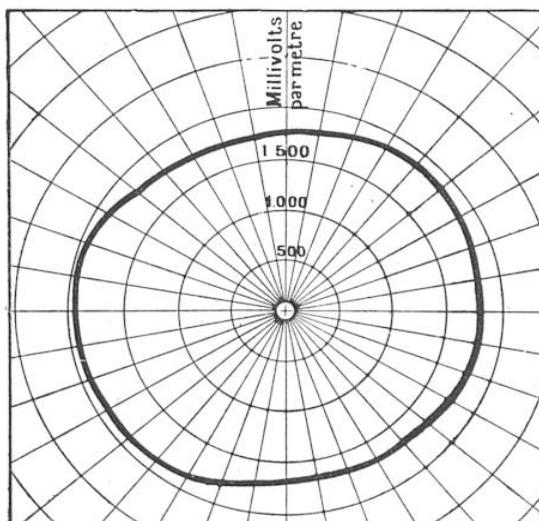


FIG. 1. — COURBE MONTRANT L'INTENSITÉ DU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE RAYONNÉ PAR L'ANTENNE-MAT D'UNE STATION DE 50 KILOWATTS DE PUISSANCE

*A un mille de l'antenne, le champ électromagnétique atteint environ 2.000 millivolts par mètre. On voit qu'il est presque constant dans toutes les directions. Seuls les accidents géographiques provoquent les faibles différences constatées.*

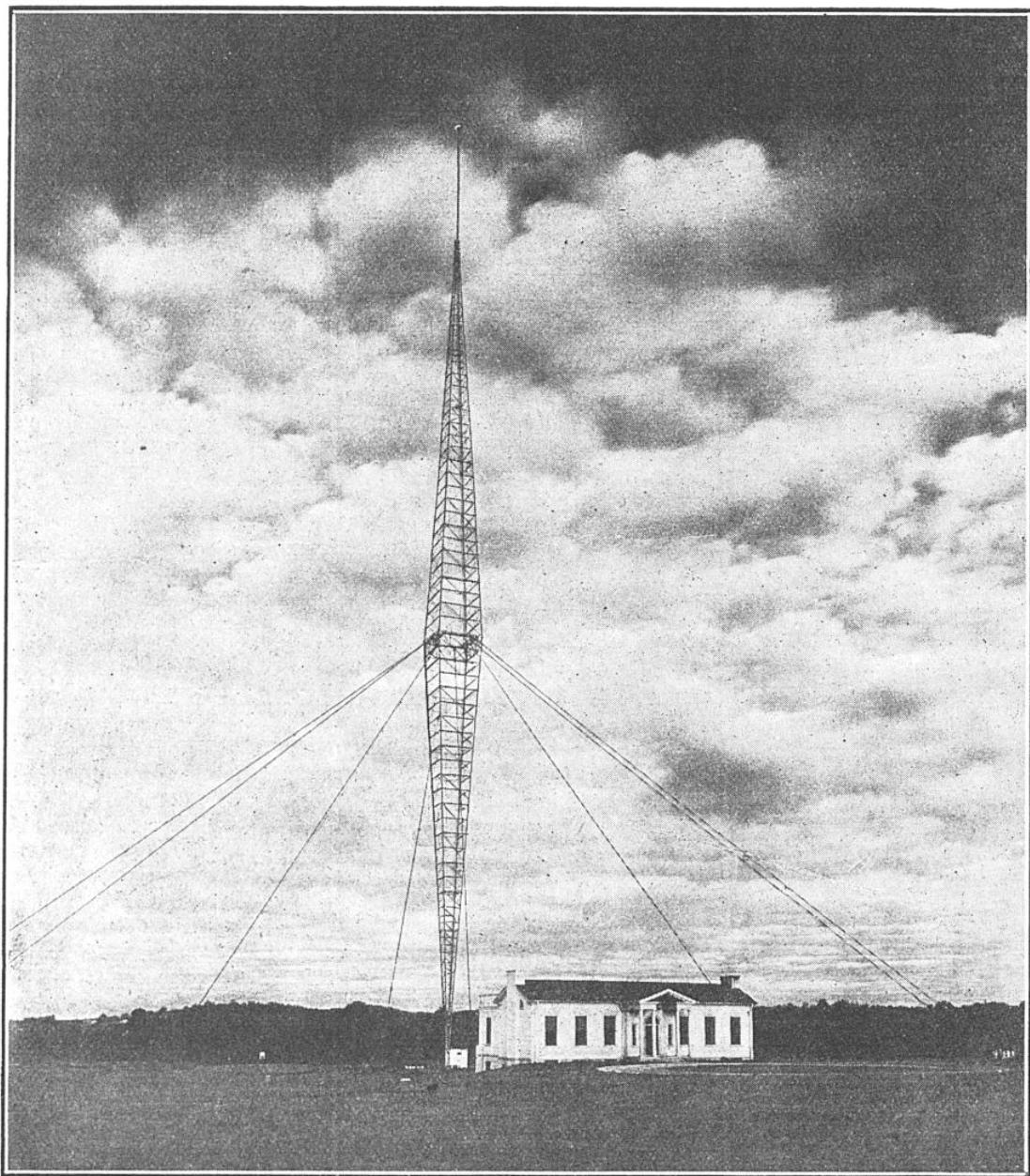


FIG. 2. — VUE D'ENSEMBLE DE LA STATION DE NASHVILLE (ÉTAT DE TENNESSEE) AUX ÉTATS-UNIS UTILISANT POUR LA RADIATION DES ONDES HERTZIENNES UNE ANTENNE-MÂT, APPELÉE ENCORE PYLÔNE RAYONNANT, DE 267 MÈTRES DE HAUTEUR

*Au cours de ces dernières années, dans l'installation des grands ports de radiodiffusion, nous avons assisté à la diminution de la partie horizontale de l'antenne par rapport à la descente verticale. Cette disposition permettait d'éviter les effets d'induction des pylônes sustentateurs de l'antenne, situés assez loin du milieu de l'antenne. Cette tendance vient de recevoir son application intégrale sous la forme de l'antenne-mât, formée par un pylône chargé de la radiation des ondes. Ce pylône, composé de deux troncs de pyramide accolés par leur grande base, est soutenu par des haubans. Pylônes et haubans sont isolés électriquement. On a pu ainsi, non seulement accroître notablement le rendement de la station, mais encore obtenir un rayonnement des ondes sensiblement constant dans toutes les directions. On remarquera, au sommet du pylône, le mât télescopique qui permet de parfaire le réglage de la hauteur de l'antenne.*

tres de haut, prolongé horizontalement de 18 mètres de chaque côté. Ces dispositifs ont permis de faire vibrer l'antenne approximativement en demi-longueur d'onde et ainsi d'améliorer son rendement. Bien entendu, quoique les nappes horizontales soient de faible longueur, les pylônes qui les supportent sont fort éloignés (180 mètres pour le « Poste Parisien », 210 mètres pour « Radio-Toulouse »), a fin d'éviter tout effet d'induction et d'écran que ces pylônes pourraient produire. On sait qu'à Leipzig, les pylônes soutenant l'antenne, ont été construits en bois pour la même raison (1).

#### Voici l'antenne-mât

Mais on a poussé au maximum cette disproportion entre les éléments horizontaux et verticaux de l'antenne et, récemment, fut expérimentée, en Amérique, l'antenne-mât. Cette antenne, au lieu d'être constituée par un ensemble de conducteurs supporté par des pylônes, est formée uniquement par une sorte de pylône chargé de rayonner les ondes hertziennes. D'où le nom de *pylônes rayonnants* que l'on a donné également à ce dispositif. C'est près de Nashville, dans le Tennessee, qu'a été érigé le dernier type d'antenne-mât. Ainsi, on se rapproche au

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 57.

maximum du *radiateur vertical théorique*.

Ce pylône est constitué par deux trones de pyramide quadrangulaire accolés par leur grande base. Depuis les fondations de béton jusqu'à son sommet, il mesure 267 mètres de hauteur. La plus petite base,

située vers le sol, mesure environ 35 centimètres de côté, la plus grande base, au milieu de la hauteur, a 11 m 5 de côté. Ainsi que le montre la figure 3, la petite base du trone de pyramide inférieur se termine par un trone de cône recouvert d'une calotte reposant sur un dispositif analogue mais en sens inverse. Ces deux trones de cônes opposés sont constitués par un isolant en porcelaine capable de supporter le poids du pylône qui atteint 1.200 tonnes. Les calottes sont en acier. Ce système a dû être adopté pour permettre au pylône d'effectuer les légers déplacements dus à l'action du vent.

L'antenne-

mât est maintenue dans sa position verticale par un ensemble de haubans attachés à la grande base des trones de pyramides et ancrés dans le sol. Des isolateurs sont également intercalés sur ces haubans.

Nous avons dit que ce système d'antenne vertical permettait de la faire vibrer approximativement en demi-longueur d'onde et que, de ce fait, le rendement était accru

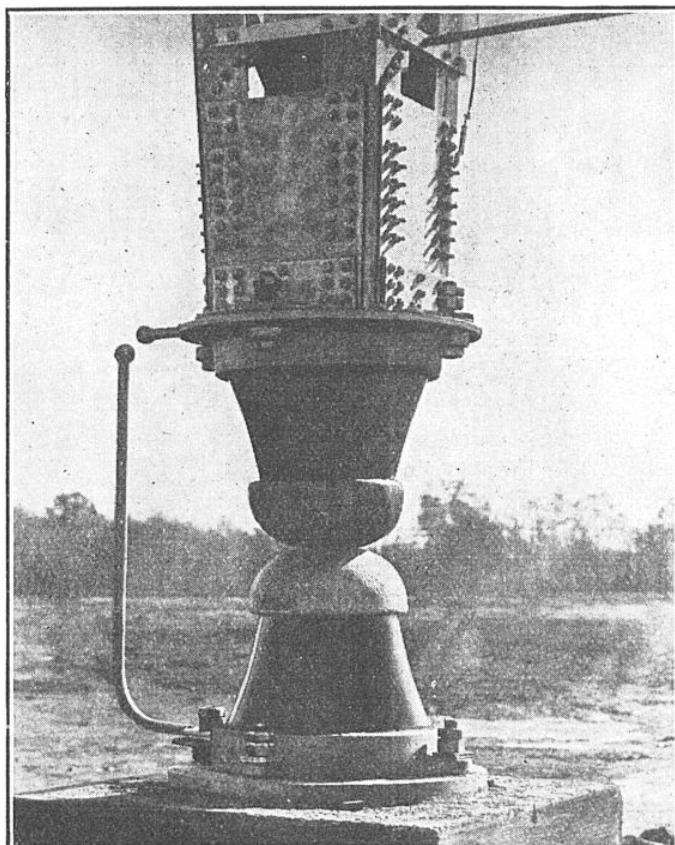


FIG. 3. — VUE DE DÉTAIL DE LA BASE DU PYLÔNE RAYONNANT DE LA SECTION DE NASHVILLE (ETATS-UNIS)

La pyramide supérieure repose sur un trone de cône en matière isolante qui peut supporter les 1.200 tonnes de l'antenne. Ce trone de cône est coiffé d'une calotte en acier reposant sur une autre calotte d'acier et sur un autre trone de cône isolant placé sur le massif en béton soutenant l'ensemble. Ainsi l'antenne peut osciller légèrement sous l'influence du vent. On remarquera, à gauche, le parafoudre à éclateur chargé d'écouler dans le sol les surtensions dues à l'électricité atmosphérique.

notablement. Cette remarque implique évidemment que l'on ne peut utiliser le pylône rayonnant que pour des longueurs d'ondes moyennes. On ne voit guère une telle antenne pour une station telle que « Radio-Paris », qui émet sur 1.725 mètres. Le pylône devrait mesurer environ 850 mètres de haut !

Mais, même pour les ondes moyennes, il faut pouvoir ajuster la hauteur de l'antenne-mât à la longueur d'onde utilisée. C'est pourquoi on a prévu, à l'extrémité de la pyramide supérieure, un mât télescopique, dit *mât d'accord*, pouvant être plus ou moins élevé jusqu'à ce que le réglage précis soit atteint.

Les expériences poursuivies ont montré toute l'efficacité de ce procédé. La hauteur effective de l'antenne étant ainsi accrue, une amélioration a été constatée dans le rayonnement. De plus, le pylône et les haubans étant isolés, on évite les pertes importantes qui se produisent dans les contacts entre la prise de terre et le sol. Enfin, l'absence de masses métalliques voisines supprime les pertes d'énergie par induction.

Quant à la régularité de l'émission dans toutes les directions, elle est remarquable et presque parfaite (fig. 1), seuls les éléments d'ordre géographique pouvant apporter quelques perturbations. Une autre conséquence heureuse de ce type d'antenne améliore encore la réception. En effet, avec les aériens ordinairement utilisés, les ondes, après réflexion sur la couche ionisée d'Heavi-

side, produisent sur le sol un champ radioélectrique à environ 1.000 kilomètres de l'émetteur, ce qui entraîne le *fading*. Le pylône rayonnant, au contraire, émet des ondes faiblement inclinées sur l'horizontale et la réflexion ne produit ses effets qu'à des distances bien plus considérables.

Des essais effectués, il résulte que, pour un pylône de 142 mètres de hauteur, l'amélioration de la réception par rapport à une antenne ordinaire serait de l'ordre de 64 à 100 %.

Seul, l'entretien d'une antenne-mât présente quelques difficultés, car il faut, pour cela, arrêter le fonctionnement de la station. Aussi ne se contente-t-on pas de recouvrir les fers cornières, utilisés pour sa construction, d'une couche de peinture, mais on les galvanise. Signalons, enfin, que ces fers sont doublés de câbles en aluminium et qui constituent, à proprement parler, les éléments rayonnants de l'antenne-mât de la station.

Ainsi, la technique de la T. S. F. progresse sans cesse aussi bien en ce qui concerne les qualités des récepteurs (1) que celles des émetteurs, dont la modulation est, aujourd'hui, remarquable. L'antenne-mât permettra-t-elle de franchir une nouvelle étape en atténuant le fâcheux phénomène du *fading*? Une telle antenne de 322 mètres de haut, étudiée pour la station de Budapest, donnera aux auditeurs européens la faculté de juger de son efficacité.

J. MARIVAL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 243.



FIG. 4. — DISPOSITIF D'ANCRAGE ET DE TENSION D'UN DES HUIT HAUBANS MAINTENANT L'ANTENNE CONSTITUÉE PAR UN PYLÔNE RAYONNANT DE 267 MÈTRES DE HAUT DE LA STATION DE NASHVILLE (TENNESSEE, ÉTATS-UNIS)

# L'AUTOMATISME DANS LES ARMÉES MODERNES

## Les mitrailleuses et les canons automatiques

Par Marcel DEVOUGES

ANCIEN INSPECTEUR DES ARMES AUTOMATIQUES AUX ARMÉES

*L'expérience de la guerre de 1914-1918 a prouvé que la mitrailleuse était l'arme d'accompagnement par excellence de l'infanterie et de la cavalerie. C'est que, pour lutter contre un ennemi mobile, la rapidité de tir est une qualité primordiale. Mais, pour combattre efficacement les engins de guerre nouveaux, avions et tanks notamment, les mitrailleuses légères tirant des balles de 6 à 8 millimètres seulement sont insuffisantes. Aussi a-t-on créé des armes automatiques alliant une rapidité de tir considérable à une puissance de projectile bien supérieure. Ce sont les « grosses » mitrailleuses de 13  $\frac{m}{s}$  et les canons automatiques de 20, 25 et 37  $\frac{m}{s}$ , qui tirent de petits obus explosifs ou incendiaires. Une autre classe d'armes automatiques s'est également développée depuis la guerre, celle des mitrailleuses légères ou fusils-mitrailleurs. Bien qu'ayant une efficacité inférieure à celle des mitrailleuses, elles ont, en effet, le gros avantage, en campagne, d'être infiniment plus maniables. Voici les plus récents progrès réalisés dans la conception et la fabrication de ces armes nouvelles qui sont appelées à modifier notamment les conditions mêmes du combat.*

**L**a puissance d'un armement est la résultante de deux facteurs principaux : la valeur balistique de l'arme et de sa munition (précision, tension de la trajectoire, pouvoir d'arrêt du projectile etc.) et la rapidité du tir.

En ce qui concerne ce dernier élément, un raisonnement simple — dont la conclusion est hautement confirmée par les expériences de la guerre de 1914-1918 — permet de se rendre compte de son importance particulière.

Supposons deux troupes *A* et *B*, composées chacune de 30 tireurs, dont l'une, *A*, aurait obtenu 30 % d'atteintes sur un objectif, en tirant 5 cartouches par homme à la minute, et l'autre, *B*, aurait obtenu 20 % d'atteintes, en tirant 10 cartouches par homme à la minute, les autres conditions de tir étant semblables dans les deux cas.

La troupe *A*, en une minute, aura brûlé 150 cartouches et obtenu 45 atteintes.

La troupe *B*, dans le même temps, aura brûlé 300 cartouches et obtenu 60 atteintes.

La troupe *B*, bien qu'ayant une plus faible proportion de balles au but, a donc obtenu plus d'atteintes dans le même temps, du fait de la rapidité de tir réalisée par son personnel.

La conclusion peut s'exprimer également sous la forme suivante : le même résultat de 180 atteintes sera obtenu en 4 minutes par

la troupe *A*, et en 3 minutes par la troupe *B*.

Le tir de celle-ci a donc un effet utile supérieur.

Il résulte des considérations ci-dessus que le facteur *temps* a une importance essentielle dans l'appréciation des résultats d'un tir de guerre, et ceci est d'autant plus compréhensible que chacun sait combien, à la guerre, l'adversaire est souvent peu visible.

Aussi, depuis l'origine des armes à feu, la plupart des progrès recherchés ont tendu à augmenter la vitesse de tir.

C'est ainsi que cette dernière est passée, depuis le xive siècle, d'un projectile par minute à 125 coups par minute, vitesse de tir atteinte, pendant la guerre de 1870-1871, par les mitrailleuses à canons multiples employées à cette époque.

Après 1871, les engins de cette catégorie disparurent petit à petit, pour ne laisser place qu'à des mitrailleuses à canon unique, ce qui rendait l'arme beaucoup plus légère et en faisait une arme d'infanterie. Le fonctionnement se transformait en même temps et devenait automatique.

### **L'automaticité du fonctionnement permet d'augmenter la vitesse du tir**

Pour tirer une cartouche dans un fusil ordinaire, le servant doit exécuter les opérations ci-dessous :

1<sup>o</sup> Manœuvrer la culasse ;

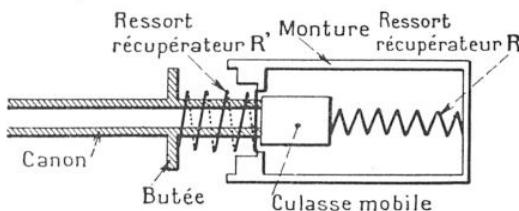


FIG. 1. — COMMENT FONCTIONNE UNE ARME AUTOMATIQUE A COURT RECOLL DU CANON  
*Au départ du coup, la culasse et le canon sont repoussés vers l'arrière (à droite), comprimant les ressorts R et R'. La culasse se déverrouille et, tandis que le canon est arrêté par la butée, elle continue son chemin vers l'arrière. C'est alors que se produisent l'éjection et l'armé du percuteur, après l'introduction de la nouvelle cartouche. Les ressorts R et R' repoussent alors le canon et la culasse qui se verrouillent à nouveau.*

- 2<sup>o</sup> Introduire la cartouche ;
- 3<sup>o</sup> Mettre en joue ;
- 4<sup>o</sup> Agir sur la détente.

En premier lieu, la mise en mouvement de la culasse à la main peut être limitée, grâce à un agent moteur, à la manœuvre initiale indispensable au début d'un tir.

La suppression des manœuvres de culasse entraîne la suppression des mises en joue successives.

L'emploi d'un chargeur plus important que les chargeurs des fusils à répétition permet de réduire le nombre des magasins à échanger sur l'arme.

L'action du doigt sur la détente doit être évidemment maintenue tant que le tireur désire prolonger son tir (encore pourrait-on envisager — comme cela a été fait déjà — des dispositifs assurant l'action permanente sur la détente).

L'arme à fonctionnement automatique permet de réaliser toutes les simplifications de manœuvres mentionnées ci-dessus.

*L'arme automatique n'est autre chose qu'un moteur mis en mouvement par les cartouches elles-mêmes, les balles se succédant tant que l'arme est approvisionnée et que le servant appuie sur la détente.*

Le rôle de ce dernier se réduit ainsi au minimum indispensable : mettre en marche et arrêter la machine, exercer une surveillance pour parer à tout incident de fonctionnement. Dans une telle arme, l'énergie nécessaire pour provoquer la plus grande partie des mouvements est empruntée à la charge explosive de sa munition.

Ces mouvements consistent essentiellement à :

- 1<sup>o</sup> Porter la pièce de fermeture (culasse) vers l'arrière ;

2<sup>o</sup> Ramener la culasse à sa position de tir.

Le premier mouvement est obtenu par la pression des gaz, provenant de la déflagration de la poudre. Par ce recul de la partie mobile de l'arme, le ressort de rappel du mécanisme est bandé ; la détente de ce dernier ressort, après compression, réalise ensuite le mouvement du deuxième temps.

En somme, l'arme automatique est assimilable à un moteur à explosion, dont elle possède la plupart des organes.

Le cylindre du moteur est, en effet, remplacé par le canon (et, en outre, dans certaines armes, par un véritable cylindre à gaz) ; le piston, par la balle chassée par la déflagration (et, dans les mêmes armes, par un véritable piston) ; le mélange carburé, par la poudre ; la magnéto, par l'amorce de la cartouche et le percuteur ; la distribution, par les organes de la boîte de culasse, qui provoquent l'alimentation et l'éjection. Seuls manquent le carburateur et la transmission par bielle. Par contre, l'arme automatique possède un ressort récupérateur, dont le moteur à explosion n'a pas besoin.

L'énergie créée par la déflagration de la cartouche se répartit comme suit :

1<sup>o</sup> Une partie est utilisée à lancer le projectile ;

2<sup>o</sup> Une partie est perdue par l'effet du recul ;

3<sup>o</sup> Une autre partie est employée à faire mouvoir le mécanisme — mécanisme mis indirectement par la poussée des gaz sur le culot de l'étui de cartouche, et, par suite, sur la culasse (*système de fonctionnement par recul*), ou directement, par la poussée exercée sur un piston par une certaine quantité de gaz prélevée en un point du canon après le passage de la balle (*système de fonctionnement par emprunt de gaz*) ;

4<sup>o</sup> Une autre partie se perd par l'échappement des gaz dans l'atmosphère après la sortie de la balle ;

5<sup>o</sup> Enfin, une partie importante est em-

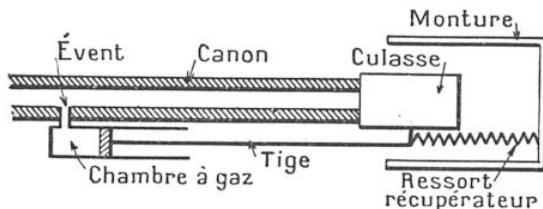


FIG. 2. — COMMENT FONCTIONNE UNE ARME AUTOMATIQUE A EMPRUNT DE GAZ

*Le déverrouillage de la culasse ne s'effectue pas immédiatement, mais seulement après que la balle est passée devant l'évent, permettant l'entrée des gaz dans la chambre à gaz et l'actionnement du piston.*

ployée à vaincre les résistances résultant du passage de la balle dans le canon, résistances se traduisant par l'échauffement.

#### Les armes automatiques fonctionnant « par recul »

Les armes fonctionnant par recul se classent en deux groupes, suivant que la culasse est ou n'est pas liée au canon, au moment du départ du coup, par un verrouillage.

Nous n'insisterons pas sur les armes à culasse non calée, qui ne sont guère représentées que par des pistolets-mitrailleurs et la mitrailleuse Schwarzlose.

Dans les armes à culasse calée, on a cherché à éviter les inconvénients des armes à culasse non calée, en retardant le moment de la séparation de la culasse et du canon ; à cet effet, après le départ du coup, le canon accompagne la culasse pendant une partie, ou pendant la totalité du mouvement de recul.

Dans le premier cas, les armes sont dites à *court recul de canon* (fig. 1) ; dans le deuxième cas, elles sont dites à *long recul de canon*.

Au départ du coup, les gaz agissent directement sur la culasse et entraînent celle-ci en arrière, ainsi que le canon avec lequel la culasse est verrouillée, comprimant chacun leur ressort récupérateur ; puis le déverrouillage se produit, et le canon est arrêté par l'appui de sa butée contre la monture.

Au deuxième temps, le canon, sous l'action de son ressort récupérateur R', se reporte à la position de tir, tandis que la culasse — qui n'a pas épuisé encore toute la force vive dont



FIG. 4. — LA MITRAILLEUSE FRANÇAISE « HOTCHKISS ». *Cette mitrailleuse à refroidissement par air est représentée montée sur un affût trépied en position couchée.*

elle est animée — continue sa course, achevant de comprimer le ressort R.

Au cours de ce temps, qui réalise l'ouverture, s'opèrent l'extraction et l'éjection de l'étui, ainsi que l'armé du percuteur.

Au troisième temps, la culasse, poussée par son ressort récupérateur R, est ramenée au contact du canon, et, dans ce mouvement, s'accomplissent : l'introduction d'une cartouche, la fermeture, le verrouillage, et — si l'arme est à tir automatique — la percussion.

Les types principaux des armes fonctionnant suivant ce système sont : la mitrailleuse Maxim 1908 (fig. 3) de l'armée allemande, la mitrailleuse Vickers de l'armée anglaise, la mitrailleuse Browning de l'armée américaine.

Théoriquement, les armes à long recul de canon seraient un perfectionnement des armes précédentes, en ce sens qu'elles assurent de façon certaine l'obturation jusqu'au moment où la balle a dépassé la bouche du canon ; à cet effet, le canon reste lié à la culasse jusqu'à la fin du mouvement de recul de cette dernière.

Pratiquement, les mitrailleuses fonctionnant par long recul de canon ont certains inconvénients sérieux.

En raison du développement important de leurs pièces reculantes, elles doivent être très entretenues pour être susceptibles d'un bon service de guerre.

D'autre part, et pour la même raison, leur fonctionnement automatique réalise, en général, une cadence de tir plus lente qu'avec les autres principes de fonctionnement.

Le fusil-mitrailleur C. S. R. G. (fig. 6), mis en service dans l'armée française au cours de la guerre de 1914-1918, est le prototype de cette catégorie d'armes automatiques.

#### Les armes automatiques fonctionnant par « emprunt de gaz »

Dans les armes automatiques fonctionnant par *emprunt de gaz*, la force élastique des gaz est utilisée directement pour déter-

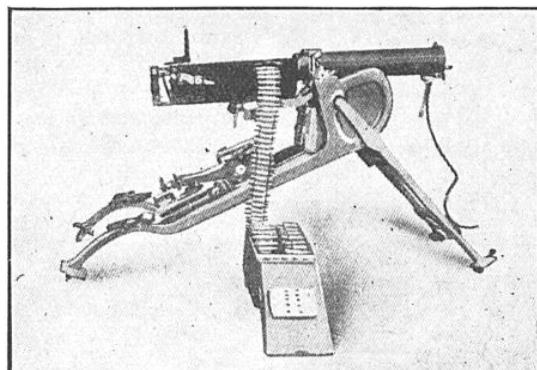


FIG. 3. — LA MITRAILLEUSE ALLEMANDE « MAXIM », MODÈLE 1908.

*Cette arme à refroidissement par eau a été utilisée par l'armée allemande pendant la guerre.*



FIG. 5. — LA MITRAILLEUSE « SCHWARZLOSE »

Cette mitrailleuse à « culasse non calée » a été utilisée par les armées austro-hongroises pendant la guerre 1914-1918.

minier le fonctionnement automatique ; le système consiste à prélever une partie des gaz produit par la déflagration de la poudre de la cartouche et à la faire agir sur une pièce spéciale (piston), dont le déplacement entraîne celui de la culasse.

En général, l'emprunt de gaz s'effectue par un événement placé au premier tiers de la longueur du canon (fig. 2).

Au départ du coup, la culasse, qui est verrouillée au canon, ne peut se déplacer immédiatement, mais lorsque la balle a dépassé l'évent, une partie des gaz pénètre dans la chambre et agit sur la tige du piston ; celui-ci se porte en arrière, en provoquant le déverrouillage de la culasse et en l'entraînant dans la même direction. Dans ce mouvement s'accomplissent l'extraction, l'éjection, la compression du ressort.

Au deuxième temps, la détente du ressort récupérateur ramène la culasse en avant, en opérant l'introduction d'une cartouche, le verrouillage, et — si l'arme est à tir automatique — la percussion.

Les armes automatiques, fonctionnant suivant ce système, sont extrêmement simples. Elles ont, en outre, l'avantage de permettre de régler, à volonté, la poussée des gaz sur le piston, avantage considérable dans le service de guerre. En effet, on est appelé, en campagne, à utiliser des armes qui sont ou refroidies par la gelée, ou échauffées par le tir, et presque toujours salies par l'encrassement et la boue.

Avec le dispositif régulateur

de gaz, on est toujours assuré de pouvoir, suivant les besoins, augmenter la poussée pour faire démarrer le tir et vaincre les freinages, ou, dans d'autres cas, diminuer la poussée et la fatigue de l'arme.

Sur ce principe de fonctionnement ont été établis la mitrailleuse modèle 1907 de l'Artillerie française, en service au début de la guerre de 1914-1918, et les mitrailleuses et les fusils-mitrailleurs Hotchkiss de tous calibres.

### Les mitrailleuses

Les armes à chargement et à tir automatique sont spécifiquement des mitrailleuses.

Dans ces dernières, la vitesse de tir n'est pas réglée par le tireur, mais dépend du fonctionnement même de l'arme (1). La cadence habituelle des mitrailleuses, tirant les cartouches d'infanterie en service dans les différentes armées, varie entre 500 et 600 coups par minute.

Une arme d'une telle puissance ne donne tout son rendement que si elle est tirée sur un affût stable, pourvu d'organes de pointage mécaniques. Le poids du matériel et la grande cadence de tir obligent à faire servir la mitrailleuse par plusieurs hommes, dont les uns transportent les différents éléments de l'arme, et les autres les munitions nécessaires pour le combat.

Les mitrailleuses sont les armes les plus puissantes tirant les cartouches d'infanterie, car elles constituent non seulement des engins susceptibles de créer des barrages de feu intenses, mais encore des machines inertes, qui ne sont pour ainsi dire pas influencées par les émotions des servants. L'expérience d'une guerre européenne de quatre années a prouvé que la mitrailleuse constitue maintenant l'engin principal de combat des unités d'infanterie et de cavalerie.

(1) Toutefois, certains modèles de mitrailleuses et de fusils-mitrailleurs — comme la mitrailleuse modèle 1907 et le fusil-mitrailleur Hotchkiss — ont reçu, ou peuvent recevoir un appareil de réglage de vitesse permettant au tireur d'utiliser plusieurs cadences de tir.

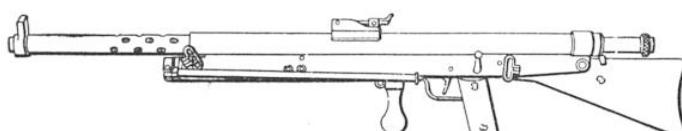


FIG. 6. — SCHÉMA DU FUSIL-MITRAILLEUR « C. S. R. G. » UTILISÉ PAR LES ARMÉES FRANÇAISES PENDANT LA GUERRE

Son inconvénient général est son poids, encore actuellement voisin de 25 kilogrammes pour la mitrailleuse de bataillon, et de 50 kilogrammes, en ajoutant le poids de l'affût, ce qui nécessite des porteurs vigoureux pour les déplacements très fatigants du matériel au combat.

Aussi, à côté des mitrailleuses de cette catégorie, a-t-il été créé, pour les besoins immédiats des combattants de première ligne, des mitrailleuses plus légères et à puissance un peu réduite, dites *mitrailleuses légères* ou *fusils-mitrailleurs*.

Le *fusil-mitrailleur* est une véritable mitrailleuse, qui est généralement tirée à l'épaule, le bout du canon reposant simplement sur un support léger.

Le canon de ces armes est plus ou moins épais, suivant les tendances de chaque armée et les capacités physiques de la moyenne des soldats. Le poids de ces armes varie entre 8 et 12 kilogrammes, et la cadence de tir est généralement comprise entre 350 et 500 coups par minute.

Au combat, comme en dehors des engagements, le fusil-mitrailleur et ses munitions sont habituellement portés par les servants du matériel.

Les mitrailleuses et les fusils-mitrailleurs peuvent être tirés par un seul homme ; mais, pour la commodité de leur emploi et pour le transport de leurs éléments et munitions, ils sont toujours servis par des « équipes » de « mitrailleurs » ou de « fusiliers-mitrailleurs ».

### Le problème de l'échauffement

Par suite de leur grande cadence de tir, les armes à tir automatique s'échauffent rapidement et, si l'on ne prenait de mesures spéciales à ce sujet, les canons seraient très vite portés au rouge et leur usure serait plus ou moins rapide et anormale.

Le procédé qui vient tout naturellement à l'esprit, pour empêcher les canons de s'échauffer trop vite, consiste à placer ces derniers dans un récipient d'eau et à remplacer cette eau aussi souvent qu'il est nécessaire. C'est le procédé employé par le

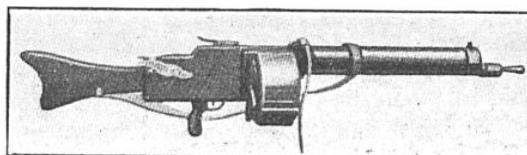


FIG. 7. — MITRAILLEUSE « MAXIM » LÉGÈRE  
On remarquera son tambour à munitions de forme cylindrique placée sur le côté de la pièce.



FIG. 8. — FUSIL-MITRAILLEUR « HOTCHKISS »  
On remarquera le dispositif de repérage et la grille de pointage pour le tir contre avions.

premier constructeur de mitrailleuses — Maxim — imité, par la suite, par bien d'autres inventeurs.

Pour réaliser ce moyen, on est amené à employer des canons légers et à immerger ces canons dans un manchon contenant 3 à 4 litres d'eau. Or, l'expérience prouve que, dans un tir continu, l'eau des manchons se met à bouillir très vite, et que le canon n'est plus recouvert par celle-ci après 2.000 cartouches tirées environ, ce qui expose ce dernier à être « grillé » très vite si le feu se prolonge.

Le remplacement de l'eau doit donc être très fréquent, et, en fait, les inconvénients pratiques du système de refroidissement à l'eau, à la guerre, sont nombreux :

Encombrement et poids importants du manchon d'eau et de ses accessoires (tube d'échappement de vapeur, condenseur, caisses à eau de rechange) ;

Nécessité d'évacuer la vapeur à distance et de la condenser dans un appareil spécial, pour ne pas faire repérer la mitrailleuse par l'adversaire ;

Nécessité, en toutes situations tactiques, d'organiser un ravitaillement en eau, ce ravitaillement devant être important, et étant parfois impossible sous le feu intense des batailles modernes, ainsi que l'expérience de la guerre l'a montré, notamment à Verdun et en Champagne :

Congélation de l'eau des manchons par les basses températures, et impossibilité, de ce fait, de faire démarrer instantanément la mitrailleuse en cas d'alerte :

Enfin, la perforation des manchons d'eau par les balles adverses entraîne l'immobilisation de la mitrailleuse, par suite de l'impossibilité de tirer, en tir continu et précis, plus de quelques centaines de cartouches dans un canon léger non refroidi.

Pour toutes ces raisons, d'ordre militaire et pratique, d'autres constructeurs ont préféré munir leurs mitrailleuses d'un canon

épais, refroidi à l'air, et dont les possibilités d'échange sur le matériel en position de tir sont, pour ainsi dire, instantanées.

Bien entendu, le refroidissement à l'eau ne peut pas être appliqué aux fusils-mitrailleurs, qui, par définition, sont toujours employés dans les premiers échelons de combat et doivent rester des armes essentiellement mobiles et utilisables en toutes circonstances.

#### **Voici quelques types de mitrailleuses en service pendant la Grande Guerre**

La première mitrailleuse à fonctionnement automatique fut créée, en 1883, en Angleterre, par Maxim. Tout d'abord exploitée par la Société Vickers-Maxim, la mitrailleuse *Maxim* fut, à la suite de la dissociation de cette firme, fabriquée en Allemagne. Modifiée dans certains détails, elle devint finalement la *mitrailleuse 1908*, à court recul du canon, qui fut l'arme des troupes allemandes pendant la guerre de 1914-1918, et qui est encore en service dans ces dernières (fig. 3).

Elle est alimentée par une bande-chargement en toile, avec ferrets, de 250 cartouches.

Le poids de la mitrailleuse, avec manchon plein d'eau, est de 32 kilogrammes. Le poids de l'affût-traineau est de 34 kilogrammes.

L'armée britannique emploie, de son côté, la mitrailleuse *Vickers*, inspirée directement de la mitrailleuse Maxim, avec de légères différences dans l'organisation.

La mitrailleuse française *Hotchkiss* (fig. 4), refroidie à l'air, est également une des plus anciennes mitrailleuses encore actuellement en service, puisqu'elle a été créée en 1897.

Elle fonctionne, comme il a été dit, par emprunt de gaz sur le parcours du canon et est alimentée par des bandes métalliques rigides de 24 et de 30 cartouches, ou par des bandes articulées de 100 et de 250 cartouches.

Le démontage et le remontage de l'arme — y compris ceux du canon — s'effectuent en quelques secondes.

L'arme pèse 24 kilogrammes et son affût-trépied, 25 kilogrammes.

Les puissances de l'Europe Centrale utilisent encore actuellement la mitrailleuse *Schwarzlose* (fig. 5), adoptée autrefois par l'armée d'Autriche-Hongrie.

Cette mitrailleuse, dont le canon est fixe et l'organisme très simple, fonctionne par recul direct de culasse, sans aucun dispositif de verrouillage de cette dernière.

Mais ce système, exigeant une culasse de masse et d'inertie importantes et un canon court, comporte, comme contre-partie, une diminution de la précision aux longues portées, ce qui ne satisfait pas aux exigences de l'emploi tactique moderne des mitrailleuses.

La mitrailleuse *Schwarzlose* utilise des bandes en toile de 250 cartouches, et le refroidissement du canon est assuré au moyen d'un manchon

d'eau d'une contenance de 2 litres et demi.

Le poids de l'arme est, avec manchon plein, de 22 kg 500.

Cette mitrailleuse utilise un affût de tir direct, très pratique, dont le poids est de 17 kilogrammes.

#### **Mitrailleuses légères et fusils-mitrailleurs**

Les *mitrailleuses légères et fusils-mitrailleurs* sont de création plus récente que les mitrailleuses.

Néanmoins, dès 1902, le colonel danois Madsen inventait un fusil-mitrailleur, dont on trouve encore quelques spécimens dans différentes armées.

Cette arme fonctionne correctement ; mais, si on la juge du point de vue de la guerre moderne, elle ne présente pas la simplicité

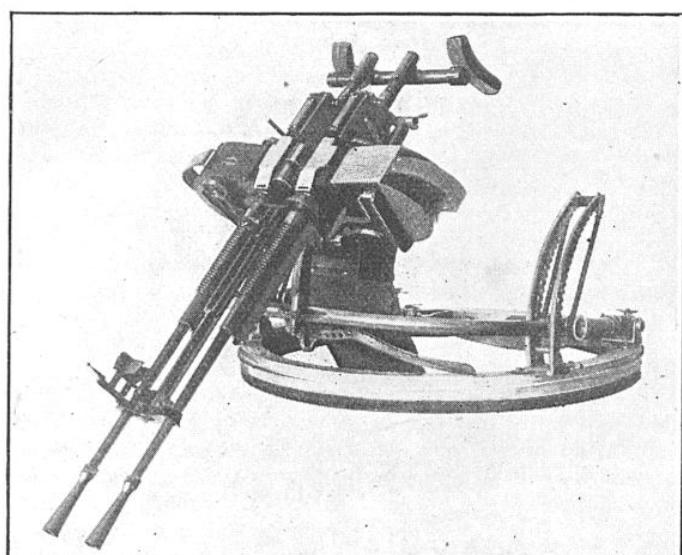


FIG. 9. — MITRAILLEUSES JUMELÉES, DANS UNE TOURELLE, POUR LE TIR CONTRE AVIONS

d'organisation et d'emploi exigée aujourd'hui des armes automatiques, pour pouvoir être mises entre les mains de tous les soldats.

Pendant et après la Grande Guerre, on vit apparaître un grand nombre de mitrailleuses légères, répondant plus ou moins aux exigences modernes.

Ce furent d'abord le *fusil-mitrailleur*

*C. S. R. G.* de l'armée française, puis la *mitrailleuse légère Maxim 08-15*, utilisée par l'armée allemande.

Le fusil-mitrailleur *C. S. R. G.* (fig. 6) est alimenté par une boîte-chargement de forme courbe, contenant 20 cartouches, placée sous le fusil.

Le refroidissement est grandement facilité par un radiateur en aluminium, entouré d'un manchon ajouré.

La cadence de tir est de 240 coups à la minute, mais la vitesse pratique est loin de s'élever à ce nombre.

Le fusil-mitrailleur *C. S. R. G.* a

été remplacé dans l'armée française par le fusil-mitrailleur modèle 1924, puis par le modèle 1929, créés par les Etablissements de l'Artillerie.

Pour des raisons de simplification, l'armée allemande n'adopta pas, pendant la guerre, un fusil-mitrailleur original, mais se borna à mettre en service une arme exactement calquée sur la mitrailleuse Maxim, modèle 1908, mais à une échelle réduite : c'est la mitrailleuse légère Maxim 08-15, actuellement encore en service dans les unités allemandes (fig. 7).

Cette arme, dont le manchon d'eau a une capacité de 3 litres, tire des bandes de 100 cartouches, confectionnées comme la bande de la mitrailleuse Maxim.

Le tir se fait à l'épaule, le bout du manchon étant appuyé sur un bipied.

Le poids de la mitrailleuse 08-15, avec manchon plein, est de 19 kg 400, ce qui, évidemment, ne réalise pas une arme automatique très mobile pour les groupes de combat d'infanterie.

L'arme a toutefois l'avantage d'être puissante, et, maniée par des unités très disciplinées, elle a justifié momentanément sa création improvisée.

Après la guerre de 1914-1918 ont été créés, en différents pays, plusieurs modèles de fusils-mitrailleurs très simples et très légers, parmi lesquels il convient de citer, en première ligne, le *fusil-mitrailleur Browning* et le *fusil-mitrailleur Hotchkiss*.

Le fusil-mitrailleur Browning, en service actuellement dans l'armée des Etats-Unis, est une arme à emprunt de gaz sur le parcours du canon.

Il pèse 8 kg 500, emploie des chargeurs de 20 ou 25 cartouches placés sous le fusil, et peut être facilement tiré à l'épaule dans toutes les positions, le canon reposant sur un bipied ; sa cadence de tir est de 600 coups à la minute.

Le fusil-mitrailleur Hotchkiss (fig. 8) fonctionne également par emprunt de gaz sur le parcours du canon.

Il comporte un modèle alimenté par

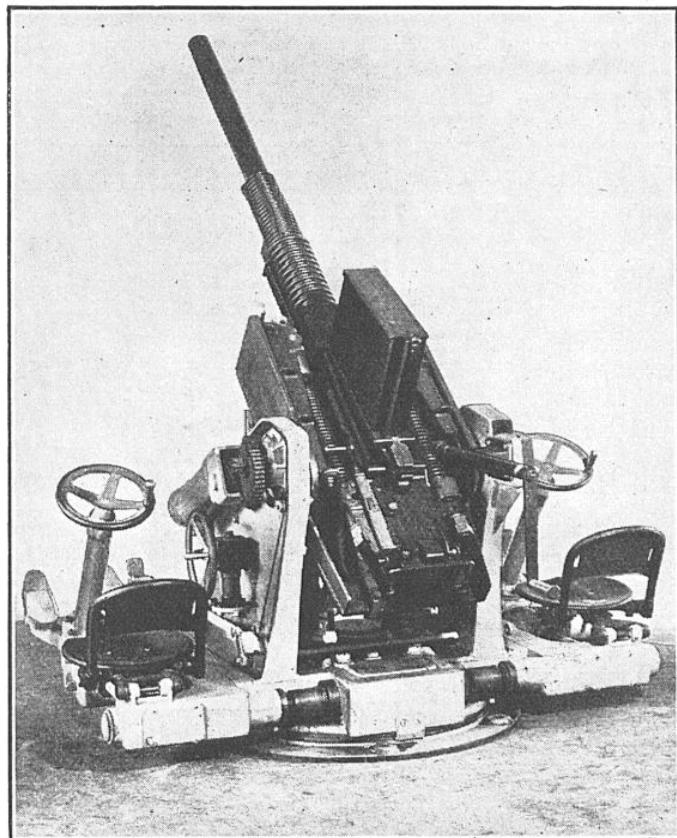


FIG. 10. — CANON AUTOMATIQUE DE 37 M/M MONTÉ SUR PLATE-FORME, POUR LE TIR CONTRE AVIONS

Ce canon lance, à la cadence de 100 à 120 coups à la minute, des obus de 37 pesant 625 grammes.

bandes métalliques rigides de 15 cartouches, et un modèle approvisionné par des chargeurs de 20 ou de 25 cartouches.

Suivant le type de canon adopté, l'arme pèse entre 8 kg 5 et 10 kilogrammes. Sa cadence de tir naturelle est de 600 coups à la minute et un système ralenti permet d'obtenir des cadences intermédiaires.

Pour le tir de nuit ou dans le brouillard, un dispositif de repérage se plaçant sous la crosse de l'arme, et représenté sur la figure 8, permet de préparer, pendant le jour, les tirs de barrage à effectuer dans l'obscurité.

### Mitrailleuses antiaériennes et mitrailleuses antichars

Les mitrailleuses dont il a été question ci-dessus tirent les cartouches d'infanterie, et sont surtout destinées à agir contre le personnel. Leurs effets contre les blindages et les aéronefs sont très limités, malgré l'emploi de certaines balles spéciales.

Les balles de petit calibre, en effet, par suite de leur légèreté, de leur dispersion et de leur faible portée dans le tir vertical, ne peuvent être utilisées pratiquement que sur les avions volant au-dessous de 1.000 m environ.

Il était donc nécessaire, pour pouvoir exploiter les propriétés remarquables de la mitrailleuse dans le tir contre avions, d'utiliser des projectiles de plus grande puissance, capables au moins d'attaquer les aéronefs jusqu'à l'altitude de 3.000 mètres, c'est-à-dire, dans la zone où ces derniers se tiennent généralement pour effectuer des bombardements ou des opérations de reconnaissance.

Il a été reconnu que les calibres voisins de 13 millimètres sont les mieux appropriés à cet emploi. En effet, les projectiles de cette catégorie pèsent, en moyenne, 50 grammes, leur plafond atteint 4.500 mètres, et la dispersion des groupements se maintient, dans le tir vertical, dans des limites assez étroites.

Un autre avantage important de ces balles consiste dans le fait qu'elles peuvent encore être tirées à une grande cadence de tir — 400 à 450 coups environ par minute — ce qui permet de réaliser des barrages nourris et de multiplier ainsi les chances d'arrêter les avions.

Plusieurs constructeurs, comme Vickers, Colt-Browning et Hotchkiss, ont créé, dans ces dernières années, des projectiles de cette catégorie, ainsi que les mitrailleuses correspondantes. La mitrailleuse *Colt-Browning* de calibre 50 (12  $\frac{m}{m}$  7) est déjà en service dans l'armée des Etats-Unis. En France, la Société *Hotchkiss* dispose d'une gamme très complète de matériels de mitrailleuses de 13  $\frac{m}{m}$  2, utilisables pour tous emplois terrestres et navals de défense aérienne, et qui sont adoptés par l'armée et la marine françaises, ainsi que par sept autres nations.

Les mitrailleuses de 13  $\frac{m}{m}$  2 sont, suivant le cas, disposées sur affûts à une, à deux et à quatre armes.

Il existe également des mitrailleuses de plus forts calibres, car, si les balles de 13  $\frac{m}{m}$  sont suffisantes pour attaquer et neutraliser les automitrailleuses et les chars de combat pourvus de blindages légers, elles ne sont pas, par contre, susceptibles d'attaquer les blindages plus importants des chars de forts tonnages.

Contre ces derniers, on a songé à utiliser des mitrailleuses tirant des projectiles de calibres compris entre 20 et 25  $\frac{m}{m}$ .

Plusieurs établissements, notamment les fabriques suisses Oerlikon et Soleure, et la fabrique danoise Madsen, ont réalisé des matériels de ce genre, dont la cadence de tir est comprise entre 275 et 175 coups par minute. L'expérience semble avoir montré que le calibre de 20  $\frac{m}{m}$  serait un peu faible pour remplir l'objet désiré.

Il est à remarquer, en outre, que ce même calibre est moins bien adapté que d'autres

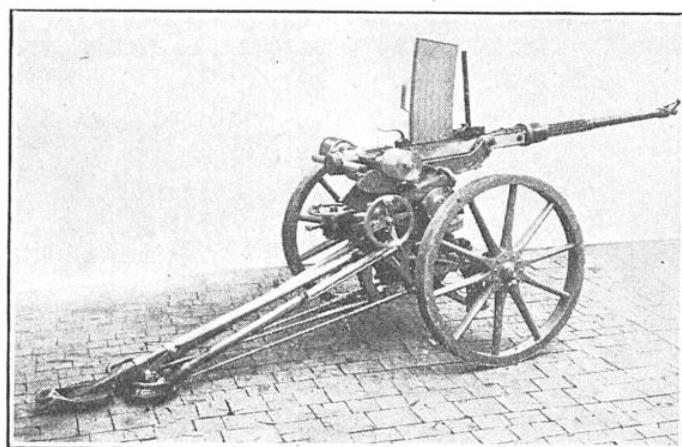


FIG. 11. — CANON AUTOMATIQUE « OERLIKON » DE 2 C/M  
Ce canon automatique lance de petits obus explosifs ou incendiaires. Il est utilisé contre avions et contre tanks.

au tir contre avions. On a eu l'idée, en effet, de considérer l'arme de 20  $\frac{m}{m}$  comme un matériel omnibus contre les chars de combat et contre les avions. Les essais faits dans ce sens ont nettement prouvé que ce calibre, qui ne permet pas le tir aux hautes altitudes, est moins avantageux que le 13  $\frac{m}{m}$  pour l'attaque des avions volant bas, en raison de sa plus faible cadence de tir.

En conséquence, la tendance s'affirme en faveur de mitrailleuses de calibre de 25  $\frac{m}{m}$ , et plus, pour l'attaque contre les avions volant aux altitudes supérieures.

Contre ces derniers, dira-t-on, on dispose depuis plusieurs années de matériaux d'artillerie de calibres voisins de 75  $\frac{m}{m}$ , 105  $\frac{m}{m}$  et même de 150  $\frac{m}{m}$ .

Les effets de ces canons sont, en effet, très réels, et les progrès très importants apportés, depuis la fin de la Grande Guerre, dans la conduite du tir, ont même permis d'augmenter dans des proportions assez sérieuses le rendement de ces derniers matériaux.

Mais les plus perfectionnés d'entre eux ne comportent qu'un mécanisme de culasse à fonctionnement semi-automatique, permettant de tirer au plus, pratiquement, 20 à 25 coups par minute, ce qui est peu pour l'attaque d'objectifs se déplaçant à 250 ou à 300 kilomètres à l'heure et ayant, aux faibles altitudes, une très grande vitesse angulaire de déplacement.

Il n'est donc pas sans intérêt de rechercher s'il ne serait pas possible de compléter l'action des canons antiaériens par celle de mitrailleuses de forts calibres, permettant de réaliser des cadences de tir variant de 100 à 200 coups par minute, avec des projec-

tiles explosifs comme les obus des canons.

Dans ce but ont été créés déjà aux Etats-Unis, en Angleterre et en France des matériaux de mitrailleuses de 25  $\frac{m}{m}$ , et de 37  $\frac{m}{m}$ , fonctionnant à la cadence de 175 projectiles par minute pour les armes de 25  $\frac{m}{m}$  et de 100 à 120 projectiles par minute pour les armes de 37  $\frac{m}{m}$ .

En particulier, la Société Hotchkiss, outre sa puissante mitrailleuse de 25  $\frac{m}{m}$ , a créé une mitrailleuse de 37  $\frac{m}{m}$ , qui tire avec la plus

grande régularité des projectiles perforants ou explosifs de 625 grammes, à la vitesse initiale de 875 mètres par seconde et dont le plafond permet d'atteindre les avions volant dans les hautes régions de l'atmosphère.

L'arme est alimentée au moyen d'une boîte-chargement contenant 12 cartouches.

Cette mitrailleuse est utilisée soit sur affût à une arme (fig. 10), soit sur affût à deux armes, les deux affûts permettant aussi

bien le tir sur objectifs terrestres que sur objectifs aériens, évoluant de tous les points de l'horizon au zénith.

### Les pistolets-mitrailleurs

Il a été fait allusion, au début de cet article, à une certaine catégorie d'armes, dites « pistolets-mitrailleurs ».

Les Allemands ont créé, en 1918, dans cette catégorie, sous le nom de *maschinengewehr*, une véritable mitrailleuse, très courte, sans refroidissement, et dont le mécanisme très simple — à culasse non calée — a permis d'abaisser le poids à 4 kilogrammes.

Le projectile employé est la balle de pistolet de 9  $\frac{m}{m}$ , dont la portée utilisable est de 250 mètres.

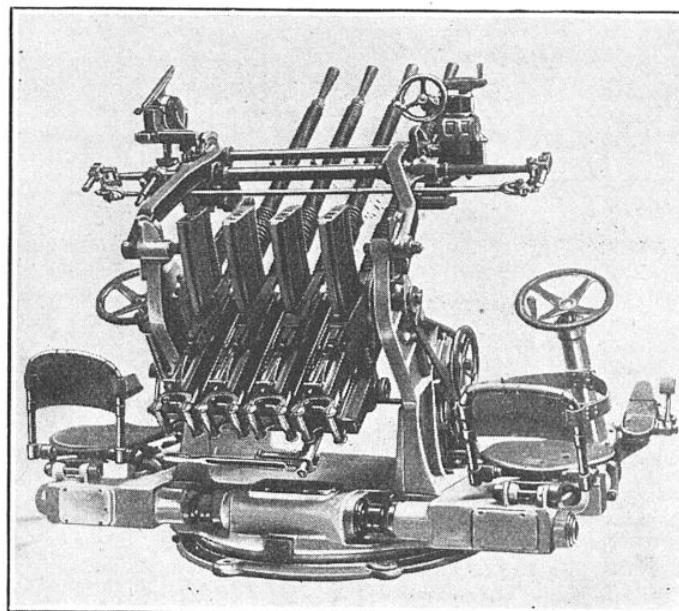


FIG. 12. — ENSEMBLE DE QUATRE MITRAILLEUSES JUMELÉES DE 13 M/M 2 POUR LE TIR CONTRE AVIONS

*On remarquera les sièges des deux pointeurs, dont l'un fait, en outre, fonction de tireur en appuyant sur la pédale de mise de feu visible à droite.*

La précision et la pénétration en sont satisfaisantes jusqu'à une cinquantaine de mètres. La cadence de tir — très rapide — est de 9 balles à la seconde. On peut donc vider tout le tambour d'approvisionnement (soit 32 cartouches) en 3,5 secondes.

Aux Etats-Unis, la police d'un grand nombre de villes dispose d'armes de ce genre, qui, tout en étant susceptibles de quelques applications militaires, sont, en effet, avant tout, des armes utiles pour le maintien de l'ordre.

### Armes à chargement automatique

Dans cette catégorie, le fonctionnement automatique n'est réalisé que partiellement, pour les opérations suivantes : introduction de la cartouche, ouverture de la culasse, éjection et armé. Le départ du coup reste à la volonté du tireur, qui doit appuyer sur la détente pour assurer le départ de chaque cartouche.

Au point de vue militaire, ce système est intéressant, car il permet de disposer, à côté des mitrailleuses, d'armes complémentaires utiles, le moment voulu, pour déployer le maximum de puissance de feu.

Actuellement, dans toutes les armées, ce rôle d'armes d'appoint est rempli par les fusils et mousquets à répétition, qui constituent l'armement individuel de la majorité des soldats.

Mais les fusils à répétition permettent d'obtenir au plus la vitesse de 10 coups par minute. L'arme à chargement automatique — appelée aussi, dans certains pays, *arme semi-automatique* — est susceptible de réaliser, par un tir constamment ajusté, la vitesse pratique de 30 à 40 coups par minute.

On a donc songé, depuis plusieurs années, à remplacer les fusils à répétition par des fusils semi-automatiques.

Il existe, notamment aux Etats-Unis et en France, plusieurs modèles de ces fusils, mais aucune décision ne semble avoir été prise jusqu'à ce jour en faveur de leur adoption.

Le problème à résoudre est, en effet, quelque peu délicat, car s'il est possible de créer des fusils de ce genre fonctionnant correctement, la question se complique du fait que ces armes, tout en tirant la cartouche d'infanterie,

doivent être établies sous un volume restreint et avec un poids ne dépassant pas 4 kilogrammes.

Il convient également que les armes de ce genre soient extrêmement simples, pour pouvoir être mises, à titre d'arme individuelle, entre les mains des soldats les plus frustes.

Il n'apparaît pas que le problème à réaliser dans ces conditions soit actuellement tout à fait résolu.

M. DEVOUTES.

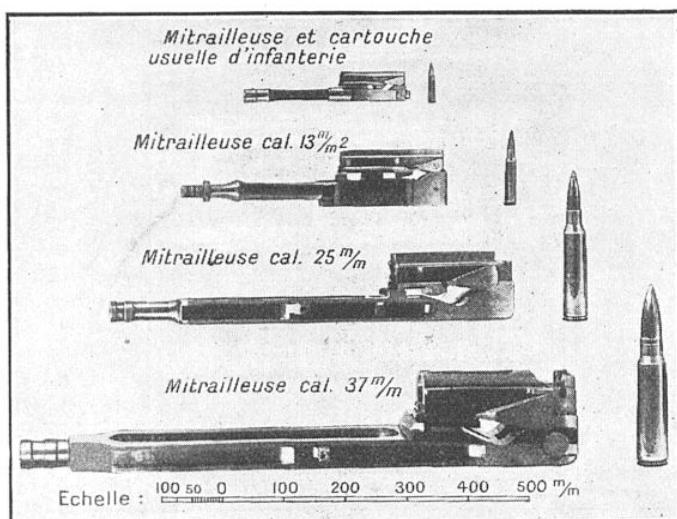


FIG. 13. — TABLEAU MONTRANT LES DIMENSIONS COMPARÉES DES MÉCANISMES ET DES CARTOUCHES DES DIFFÉRENTES ARMES AUTOMATIQUES

# COMMENT LES CIRCONSTANCES ÉCONOMIQUES PEUVENT MODIFIER LES GRANDES ROUTES MARITIMES

Par Roger MAGADOUX

*Au fur et à mesure que le ralentissement des échanges de peuple à peuple se manifeste dans l'univers, l'activité des transports suit une régression parallèle. La baisse des prix ayant entraîné une rémunération moindre des produits transportés, ceux-ci se trouvent grevés de frais de transport relativement plus élevés. Tout récemment, l'Angleterre n'émettait-elle pas la prétention d'obtenir de la Compagnie du Canal de Suez des prix plus avantageux pour son propre fret ? On a constaté, en outre, au cours de ces derniers mois, une diminution d'intensité des courants commerciaux établis entre l'Europe et l'Extrême-Orient, qui conduit à se détourner de la voie du Canal de Suez. La raison en est bien simple : c'est en partie une question d'argent. Les « navigateurs » de 1933 préfèrent reprendre le chemin de l'Orient, en contournant l'Afrique par le cap de Bonne-Espérance. En effet, à cause de la diminution de la valeur du fret imposée aux armateurs par les circonstances économiques, ceux-ci ont consenti à les abaisser. Le gain de temps et d'argent réalisé par les navires traversant le Canal de Suez n'est plus alors suffisamment déterminant pour maintenir cet itinéraire raccourci. Comme les droits de péage sont, d'autre part, demeurés à peu près les mêmes, ceux-ci tendent à rompre l'équilibre des prix en faveur du vieux itinéraire. Cette situation, quelque peu paradoxe, se résoudra, comme bien des choses, d'ailleurs, par une reprise économique et une revalorisation des marchandises : à ce moment, le fret augmentera.*

**O**n ne saurait trouver baromètre plus sensible aux fluctuations du commerce international que la statistique du trafic à travers le Canal maritime de Suez.

Le magnifique ouvrage de Lesseps, en ouvrant une route plus courte et plus rapide aux grands courants d'échange entre les pays européens et les territoires d'Orient, d'Extrême-Orient et du Pacifique, énormes débouchés pour la production industrielle du vieux continent, auquel ils fournissent, en retour, les richesses de leur sol en produits naturels, agricoles et coloniaux, a incontestablement, suivant une loi sans cesse vérifiée dans l'histoire économique, « créé du trafic » en créant une voie nouvelle.

A la grande satisfaction des observateurs des faits économiques, auxquels font généralement défaut des documents précis sur un mouvement aussi complexe dans ses différentes manifestations que le transit international, la *Compagnie Universelle du Canal maritime de Suez* recueille et publie chaque décennie des renseignements chiffrés sur le poids et la nature des marchandises qui sont

passées, dans l'un et l'autre sens, par le goulet le plus fréquenté des routes maritimes mondiales.

L'examen de ces renseignements fait apparaître, sous la sécheresse des chiffres les moindres variations des échanges entre les peuples ; on y voit naître, grandir, pour soudain décliner et disparaître, telles ou telles relations commerciales nouées ou dénouées au gré des concurrences, des tarifs douaniers, voire même des affinités intellectuelles ou politiques. On y suit la trace capricieuse de tels produits, désormais indispensables à la vie de tous les peuples, comme le pétrole, qui, tantôt, traverse le Canal de Suez du sud au nord, pour aller des champs de naphte persans vers les ports européens, tantôt du nord au sud, des gisements soviétiques vers l'Extrême-Orient, sans qu'il soit toujours aisément de démêler les causes de ces voyages en directions opposées et en apparence paradoxalement.

La crise économique mondiale ne pouvait manquer de s'inscrire fortement dans ces statistiques : les désordres commerciaux, politiques, monétaires, la guerre générale

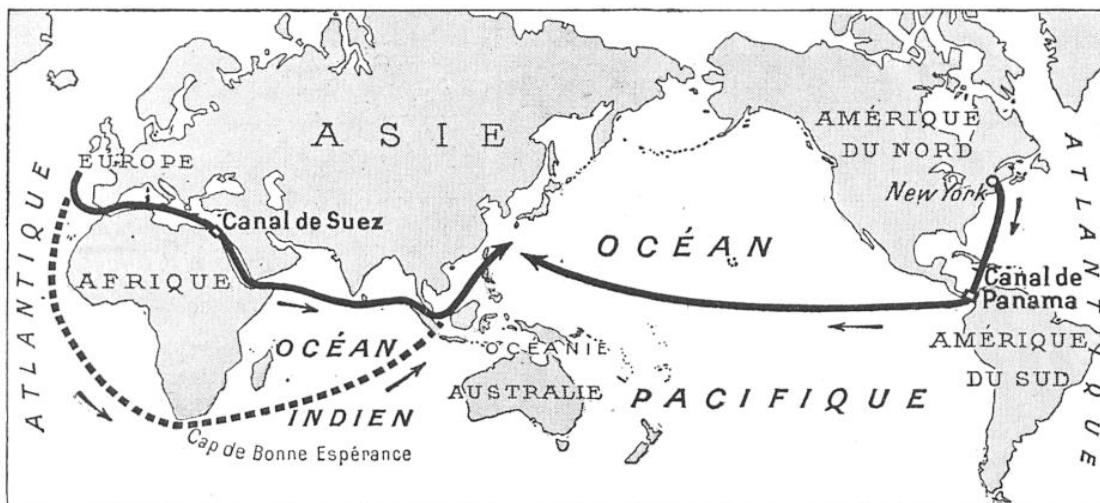


FIG. 1. — PLANISPHERE MONTRANT L'ÉNORME GAIN DE DISTANCE QUE PERMET D'EFFEC-  
TUER LE CANAL DE SUEZ SUR LE TRAJET EUROPE-EXTRÉME ORIENT

des tarifs, l'amoindrissement du pouvoir d'achat des populations asiatiques, autant de causes qui ont exercé sur l'évolution du trafic du Canal de Suez une action d'ensemble qui traduit fort exactement la dépression générale de l'activité industrielle et commerciale dont souffre le monde entier, dépression qui semble avoir atteint son point culminant vers le troisième trimestre de 1932.

#### L'évolution du trafic dans le Canal de Suez

De son zénith, en 1929, au-dessus de 34 millions de tonnes métriques, le transit des marchandises par le Canal de Suez a décliné progressivement à 28.511.000 tonnes en 1930, puis à 25.331.000 tonnes en 1931, pour se fixer à un chiffre inférieur de 5 % environ à celui-ci en 1932.

Du point culminant de la prospérité, au milieu de 1929, au point le plus bas de la dépression qui ait été présentement enregistré, la chute du trafic a atteint 25 % pour le tonnage net et 40 % pour les cargaisons. Des constatations moins favorables encore peuvent être faites, d'ailleurs, en ce

qui concerne le Canal de Panama, où la régression du transit a été proportionnellement beaucoup plus forte, en raison du rôle essentiel que jouent dans le trafic de ce canal les échanges proprement américains, beaucoup plus durement touchés que le commerce européen-asiatique.

D'une façon générale, on peut donc dire que si le mouvement à travers le Canal de Suez est tombé, en 1932, au-dessous de la moyenne enregistrée au cours des trois années qui précédèrent la guerre, il n'y a rien là que d'explicable par le déclin du trafic international qui paraît avoir fléchi dans des proportions plus importantes encore.

Cependant, et pour la première fois dans l'histoire du Canal, on a pu noter, au cours de l'an dernier, une cause particu-

lière de diminution du trafic, qui, tout en demeurant encore de médiocre conséquence, n'en mérite pas moins d'être signalée comme particulièrement significative du désordre d'une époque fertile en paradoxes.

On constate, en effet, que la grande route commerciale du Canal de Suez commence

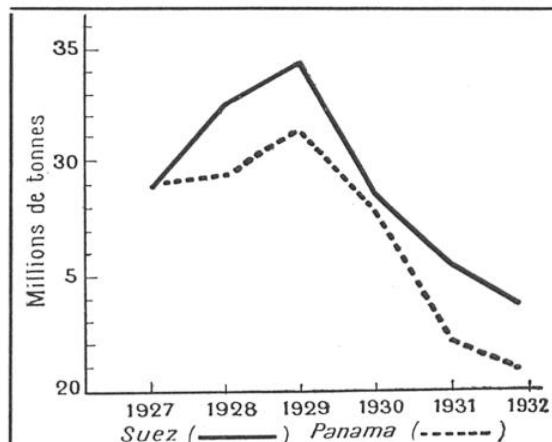


FIG. 2. — TRAFICS COMPARÉS DU CANAL DE SUEZ ET DU CANAL DE PANAMA

à être systématiquement délaissée, non seulement par des cargos isolés, mais même par des lignes régulières de navigation qui empruntaient tout naturellement, jusqu'à ce jour, la voie géographiquement la plus courte d'Europe en Orient ou *vice versa*.

Des détournements de trafics sont aujourd'hui méthodiquement opérés vers d'autres routes que celles de Suez, et notamment vers le Cap, autour du continent africain, ou vers le Canal de Panama, pour le transit

Indes néerlandaises, de l'Indochine et du Siam vers l'Europe, la perte de trafic enregistrée au Canal de Suez, du fait des détournements des navires par les routes maritimes sud-africaines, atteint 160.000 tonnes, ce qui représente 20 % de ces exportations.

Il est curieux de noter que d'autres détournements se sont produits au profit du Canal de Panama : le mouvement commercial entre les Etats-Unis et les ports d'Extrême-Orient a, en effet, augmenté pour le Canal

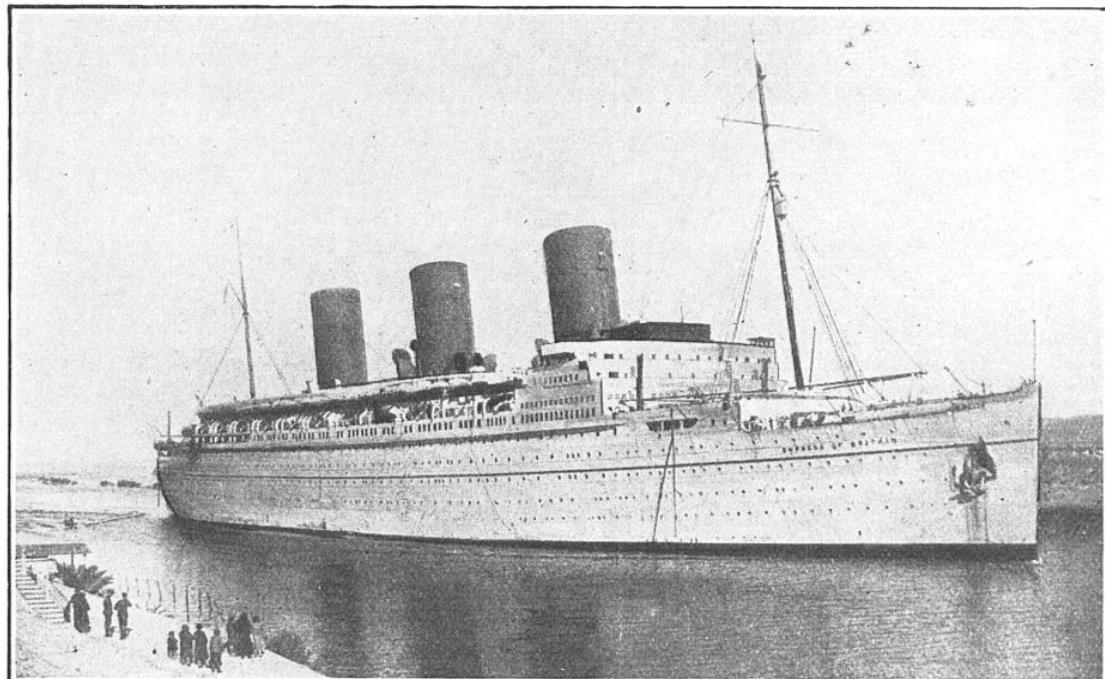


FIG. 3. — LE PAQUEBOT ANGLAIS « EMPRESS OF BRITAIN » TRANSITANT PAR LE CANAL DE SUEZ  
Avec ses 45.000 tonnes, ce paquebot détient le record du tonnage du Canal de Suez.

d'Europe vers l'Australie et les pays d'Extrême-Orient. C'est ainsi qu'au cours des trois premiers trimestres de 1932 le transport du blé australien à destination d'Europe, qui, en temps ordinaire, empruntait la voie du Suez à concurrence de 52 % de ce trafic total, n'a plus fourni au Canal qu'un transit de 25 % des expéditions australiennes, soit une perte de 300.000 tonnes de jauge, qui s'est certainement accrue au cours du quatrième trimestre.

Des constatations identiques ont été faites touchant le trafic du sucre de Java, dont le détournement par la voie du Cap porte, au cours des neuf premiers mois de 1933, sur 90.000 tonnes de jauge.

Pour l'ensemble des exportations des

centre-américain et diminué pour le Canal de Suez de 450.000 tonnes.

Dans l'autre sens, on note, entre autres déviations du trafic, des expéditions de pétrole du Sud de la Russie vers les ports australiens auxquelles a été infligé le détour par le Sud-Africain, pour éviter le franchissement du Canal.

Des observations auxquelles s'est livrée la direction du Canal, il résulte que, pour 1932, on peut estimer le volume de ces détournements de trafic à un minimum de 700.000 tonnes de jauge nette, chiffre évidemment très faible si on le compare aux 28.340.000 tonnes qui ont transité par Suez en 1932, mais qui n'en mérite pas moins d'être retenu comme l'indice du trouble profond qui com-

mence à se manifester dans les transports maritimes internationaux à la suite de l'effondrement du prix des frets et sous la pression d'une concurrence de plus en plus âpre.

**Pourquoi les armateurs se détournent-ils du Canal de Suez ?**

Comment expliquer, en effet, ces désertions systématiques de la route maritime

armateurs que les cargos qu'ils ont pu péniblement maintenir en service gagnent ou perdent une quinzaine dans la traversée d'Europe, vers les antipodes. On n'est plus au temps où le volume des marchandises à transporter était en tous pays si abondant que l'accélération de la vitesse de rotation des navires engendrait de gros suppléments de profit.

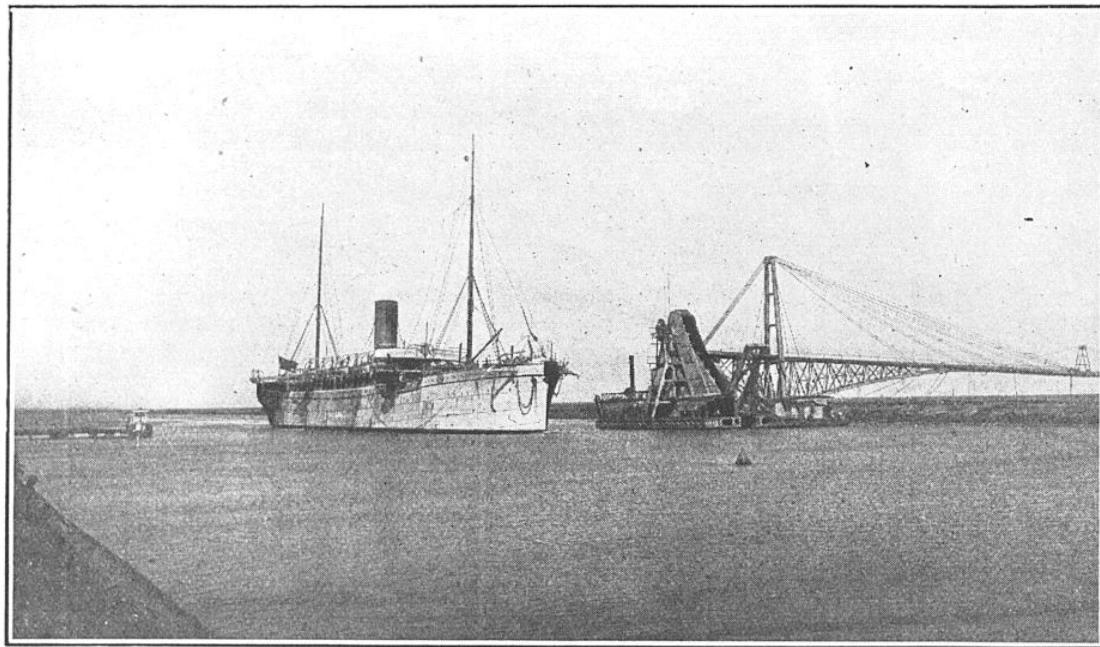


FIG. 4. — LES NAVIRES TRANSITANT PAR LE CANAL DE SUEZ CROISENT SOUVENT, AU COURS DES 168 KILOMÈTRES DE LA TRAVERSÉE, LES ENGINS PUISSANTS MIS EN ŒUVRE POUR SON ENTRETIEN, TELLE QUE LA DRAGUE SITUÉE A DROITE DE LA PHOTOGRAPHIE

*Sur les 168 kilomètres de longueur du Canal de Suez — qui, rappelons-le, fut inauguré le 17 novembre 1869, après dix ans de travaux — la navigation s'accomplit de jour comme de nuit à vitesse réduite, de sorte que les bateaux peuvent se suivre d'assez près. Ils sont tous accompagnés d'un pilote du Canal, afin d'éviter toute fausse manœuvre. Rappelons encore que le Canal de Suez est un canal à niveau, c'est-à-dire ne comportant aucune écluse ni travaux d'art d'aucune sorte, contrairement au Canal de Panama. Sur les quatorze heures que dure la traversée du Canal, ce qui représente une vitesse moyenne de 12 kilomètres à l'heure, il n'est pas rare de croiser les puissantes dragues utilisées pour maintenir au Canal la profondeur nécessaire au passage des grands navires. La drague à long couloir, visible ici, transporte directement sur la berge le sable enlevé du fond du Canal pour assurer la navigation.*

la plus courte pour le commerce entre l'Europe et les pays d'Asie? Tout simplement par le fait qu'en période de crise aiguë des échanges et des transports, le service rendu par le Canal de Suez perd de sa valeur, puisque le temps gagné dans le trajet d'Europe vers l'Extrême-Orient n'a plus de prix. Des navires marchands, représentant une jauge de plus de 15 millions de tonneaux, sont présentement, dans le monde entier, en chômage et désarmés. Peu importe aux

D'autre part, les tarifs de péage du Canal de Suez, actuellement fixés à 6 francs-or la tonne en lourd et à 3 francs-or sur lest, constituent pour l'armement une charge proportionnellement beaucoup plus lourde par rapport aux prix du fret et à la valeur des produits transportés.

On appréciera *grosso modo* ce supplément de charges par comparaison avec la situation d'avant-guerre. En 1914, les tarifs du Canal de Suez étaient au maximum de 5 francs-or.

Ils se trouvent donc présentement à 120 % de leur chiffre d'avant-guerre, alors que, depuis cette époque, la valeur du fret exprimée en or a fléchi de 48 % et que les prix de gros des marchandises sont à 75 % de ce qu'ils étaient en 1914.

### Les tarifs de péage dans le Canal de Suez, déjà réduits à deux reprises, seront-ils encore abaissés ?

Et, cependant, les tarifs du Canal de Suez ont subi déjà deux réductions successives : la première, minime, a ramené, en septembre 1930, le péage de 6,90 à 6,65 francs-or la tonne ; la seconde, beaucoup plus importante, appliquée depuis le 15 novembre 1931, a réduit cette redevance à 6 francs-or.

Dans les premiers mois de 1930, en effet, les armateurs britanniques, sous la conduite de la *Liverpool Steam Ship Owner's Association*, entamaient une vive campagne pour la réduction des tarifs du Canal de Suez : d'innombrables articles de presse, de multiples interventions à la Chambre des Communes, pressaient la Compagnie française exploitant le Canal d'alléger des charges représentées comme particulièrement lourdes pour la marine marchande anglaise, qui fournit, en moyenne, un peu plus de 55 % de son trafic.

Tout en protestant de son intention de « conserver son indépendance, sous la garantie de sa charte constitutive », la *Compagnie Universelle du Canal de Suez*, sans s'arrêter à la vivacité de la forme, pouvait d'autant moins refuser d'examiner le fond de ces réclamations qu'il s'agissait d'accomplir, à l'égard de l'armement international, un geste de solidarité particulièrement opportun dans la situation critique des industries maritimes. Attitude qui s'explique, au surplus, par un souci de courtoisie à l'égard du gouvernement britannique, qui est l'un des principaux actionnaires de la grande société concessionnaire. C'est dans ces conditions que fut consentie, le 15 septembre 1931, la deuxième détaxe, qui a ramené le péage au chiffre de 6 francs-or la tonne.

Mais cet abattement de 10 % des tarifs du Canal n'a point épousé les revendications britanniques. Le droit de passage est perçu en francs-or et les armateurs anglais, arguant de la baisse de la livre sterling, formulent aujourd'hui de nouvelles exigences.

Il est, certes, assez curieux de constater que de semblables réclamations émanent précisément des représentants d'un pays dont la dévaluation profonde de sa monnaie a joué,

au profit de ses compagnies de navigation, comme la prime la plus formidable qui se puisse imaginer, comme un dumping si efficace que la concurrence des armements étrangers à monnaie saine a été rendue matériellement impossible.

Les marines marchandes britannique et japonaise sont les seules qui aient réussi, depuis six mois, à augmenter leur trafic, sous le coup de fouet de leurs dévalorisations monétaires réduisant leur prix de revient de 40 à 50 %. Mais ayant bénéficié, sur le plan de la concurrence internationale, de tous les avantages d'une monnaie dirigée, l'armement anglais n'entend en subir aucune des servitudes, pas même celle qui s'exprime par la perception en or des tarifs du Canal de Suez déjà substantiellement abattus.

La campagne a donc recommencé, aussi ardente que naguère. Est-ce à dire qu'elle est pratiquement appuyée par des ordres de détournement de trafic qui emprunteraient l'aspect d'une sorte de « boycotage » du Canal de Suez ? Il serait exagéré de le prétendre, et sans doute la quasi-totalité des déviations de parcours qui ont été constatées jusqu'à ce jour, est-elle imputable à des motifs purement commerciaux, au souci de réduire, sans dommage appréciable résultant d'un allongement de la durée des traversées, des charges d'exploitations rendues fort onéreuses par l'effondrement des prix des transports maritimes.

La direction du Canal ne se dissimule point que cette perte de trafic est susceptible de s'accroître si les circonstances qui ont provoqué par certains navires l'abandon de la route de Suez, ne se modifient pas. Quoi qu'il en soit, on saisit ici sur le vif l'une des conséquences les plus curieuses et les plus paradoxales du grand désordre actuel des relations humaines. De même que certains pays, délaissant l'immense perfectionnement des échanges par la monnaie, retournent au système du troc le plus primitif et le plus grossier, de même que s'immobilisent les engins de production les plus perfectionnés, dénoncés comme responsables du dérèglement économique, le commerce maritime international tend à déserter la voie qui, au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, lui a imprimé son plus bel essor, pour retourner aux routes primitives de circumnavigation.

Etrange retour en arrière qui n'est sans doute qu'une réaction inévitable préparant des essors plus mesurés et plus sûrs.

ROGER MAGADOUX,

# LA TRANSFUSION DU SANG PAR ÉCOULEMENT CONTINU GRACE AU « CŒUR » ARTIFICIEL

Par Victor JOUGLA

*La question de la transfusion du sang — simple en principe — pose, en pratique, de redoutables problèmes qu'il a fallu résoudre un par un. La première condition à remplir, en effet, est que le « donneur » ait un sang dont les globules ne soient pas « agglutinés » par le sérum sanguin du « receveur ». Les analyses et les épreuves que l'on effectue maintenant avant toute transfusion permettent aujourd'hui d'écartier ce danger. Mais ce n'est pas là le seul. Il faut éviter également la coagulation du sang au cours même de la transfusion, ainsi que la rupture des globules. A cet égard, le nouvel appareil de transfusion réalisé tout récemment par le docteur Bécart, constitue un progrès. Avec sa petite pompe rotative mue à l'électricité, il fonctionne comme un véritable cœur artificiel qui assure la transfusion continue du sang.*

La transfusion du sang (1) est une opération dont tous les chirurgiens ont rêvé depuis le moyen âge et même l'antiquité. Mais c'est seulement après les travaux (1901) du professeur Landsteiner, titulaire du prix Nobel en 1931, qu'elle est devenue réalisable sans danger, et l'on sait de quelle efficacité elle s'est révélée pendant la guerre. Toutefois, l'appareillage mécanique nécessaire à la transfusion est longtemps demeuré en instance de perfectionnement ; diverses seringues furent inventées pour répondre aux conditions spéciales (relevant de la physiologie) qu'exige l'opération. Mais voici qu'avec l'appareil électrique, continu et entièrement automatique, réalisé par le docteur Bécart et que l'éminent chirurgien Victor Pauchet présentait récemment à l'Académie de Médecine, ce problème technique paraît résolu.

Nous allons présenter l'appareil Bécart à nos lecteurs. Encore nous faut-il montrer, au préalable, succinctement, ces conditions physiologiques de la transfusion sanguine, sans la connaissance desquelles l'appareil n'apparaîtrait pas avec toute sa valeur.

**Comment tout le problème de la transfusion converge vers cette exigence : sauver les « globules rouges » du sang transfusé**

D'où vient que les premiers essais de transfusion ont donné lieu à des accidents mortels et, pour les opérateurs d'alors, incompréhensibles ?

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 9, page 369, et n° 28, page 323.

Uniquement de ceci que les « globules rouges » du sang prélevé sur le « donneur » se dissociaient dans leur passage à la veine du patient, le « receveur ».

Un globule rouge est une cellule qui contient, à l'intérieur de sa membrane, des matières *albuminoïdes*. Ces albumines sont tellement personnelles à chaque individu que si on les injecte à l'état brut dans un organisme étranger, celui-ci s'en trouve empoisonné. Or, c'est précisément ce qui advient quand les globules rouges de l'organisme donneur se dissocient, « s'hémolysent », en passant dans l'organisme receveur ; celui-ci est littéralement foudroyé, car la transfusion sanguine a toujours la forme d'une injection massive.

Par contre, si les globules rouges du « donneur » conservent intacte leur structure cellulaire lorsqu'ils passent chez le « receveur », aucun accident n'apparaît et les globules nouveaux venus entrent aussitôt dans leur fonction naturelle qui est de pourvoir à la fixation et au transport de l'oxygène dans les vaisseaux sanguins, où ils prennent ensuite tout le temps nécessaire pour s'adapter à l'idiosyncrasie de leur nouvel hôte.

Reste à savoir par quelles causes s'effectue cette « hémolyse » si redoutable, afin de les éliminer.

Landsteiner a montré que le sang de chaque individu contient des substances particulières (agglutinines et hémolysines) ayant, d'une part, la propriété d'*agglutiner* les globules rouges d'un autre individu et, d'autre part, celle de les *dissoudre*, cette

agglutination et cette dissolution (hémolyse), n'étant, en réalité, que les deux temps d'un même phénomène. L'agglutination apparaît toujours la première. Deux sanguins qui, par contact, s'agglutinent ne doivent donc pas être mélangés sans danger dans une opération de transfusion, puisqu'ils ont toutes les chances de s'hémolysent mutuellement.

Mais ici, on peut encore simplifier. On distingue le cas où c'est le sang du donneur qui peut hémolysent celui du receveur et le cas où c'est, inversement, le sang du receveur qui peut hémolysent celui du donneur. Ce dernier cas, seul, est dangereux, car si l'hémolyse s'effectue sur le sang étranger arrivant dans l'organisme receveur, le phénomène d'empoisonnement est certain et instantané. Tandis que si l'hémolyse s'effectue sur le sang du receveur, les albumines libérées qui proviennent de ses propres globules rouges ne sont plus « étrangères » et, par conséquent, ne sont plus toxiques.

#### L'épreuve de Beth-Vincent

Dès lors, il devient facile de vérifier, avant l'opération, si les globules rouges du donneur résisteront au sang du receveur.

Il suffit, pour cela, de prélever (par exemple, au moyen d'un appareil « centrifugeur » qui écrème les globules rouges et libère le serum) un peu de serum du malade qu'on s'apprête à traiter. Ce serum et les agglutinines qu'il contient, mis au contact d'une

goutte de sang du donneur éventuel, agglutineront les globules du donneur s'il y a incompatibilité, laisseront le sang homogène avec ses globules libres s'il y a compatibilité. Dans ce dernier cas seulement, le médecin opérera la transfusion.

Mais une telle méthode serait trop lente pour choisir un donneur convenable, avec

la rapidité qu'exigent presque tous les cas où la transfusion s'impose (hémorragies violentes). Voyons comment on peut aller plus vite.

Procédant par une élimination qui relève exactement de ce que les mathématiciens appellent « l'analyse combinatoire », le physiologiste américain Beth-Vincent a fait le raisonnement suivant: Landsteiner a montré qu'il existe quatre groupes caractéristiques, et quatre seulement parmi les divers sanguins humains. Et ces quatre groupes réagissent mutuellement de telle

façon que le serum du groupe I n'agglutine le sang d'aucun des trois autres groupes mais est agglutiné par les trois autres, et que le sang du groupe IV n'est agglutiné par le serum d'aucun autre groupe, mais agglutine les trois autres. Dans ces conditions, il est évident qu'un individu dont le sang appartient au groupe I peut recevoir le sang de n'importe qui : il est « receveur universel » ; et que tout individu du groupe IV peut donner son sang à n'importe qui : il est « donneur universel ». Quant aux groupes II et III, ils s'agglutinent toujours récipro-

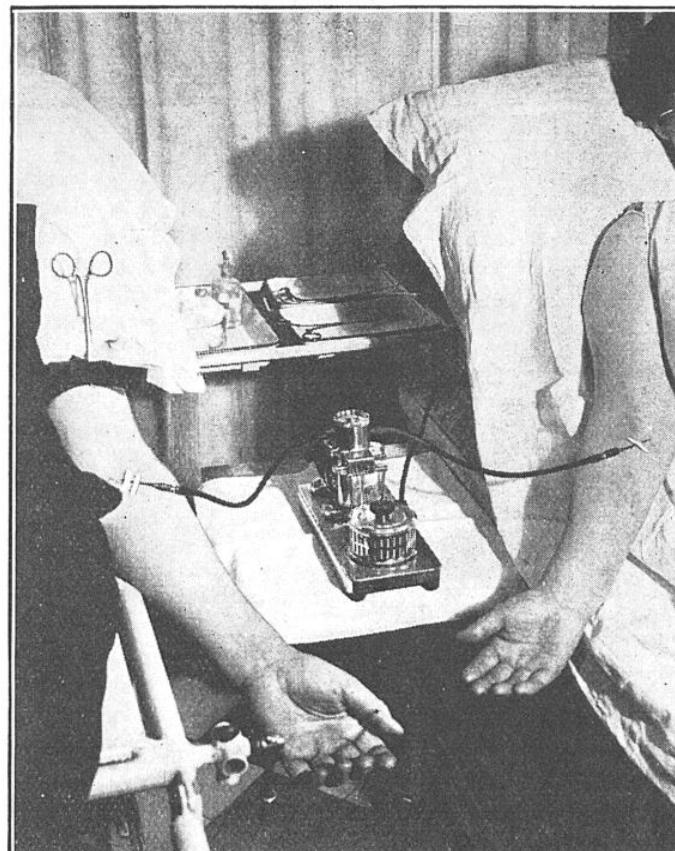


FIG. 1. — L'APPAREIL TRANSFUSEUR AUTOMATIQUE DE SANG BÉCART EN FONCTIONNEMENT

*A gauche, le « donneur » ; à droite, le « receveur ».*

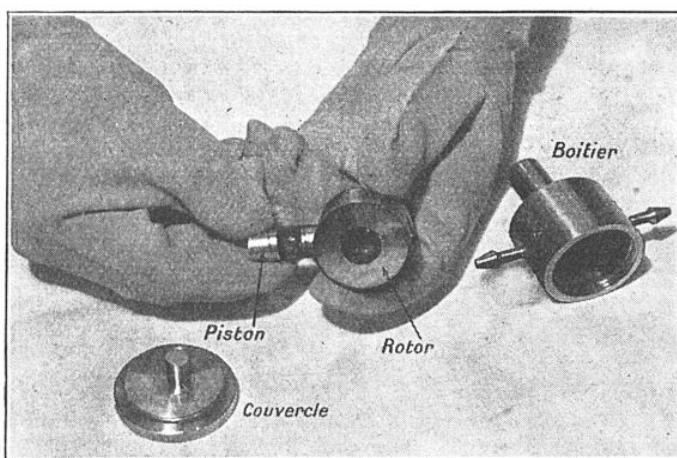


FIG. 2. — LES QUATRE ORGANES QUI SUFFISENT A CONSTITUER LA POMPE ROTATIVE DU TRANSFUSEUR

quement. *Ils sont donc toujours incompatibles.* Ces relations mutuelles ressortent clairement du tableau ci-joint (voir page 37).

Mais, alors, il devient tout simple de classer, à l'avance, tous les donneurs de sang qui, professionnels ou bénévoles, sont à la disposition des chirurgiens grâce à certaines organisations de secours.

On prend *deux gouttes* du sang que l'on veut classer. On dispose d'autre part, des échantillons de sérums caractérisant les quatre groupes classiques. On fait agir simplement le sérum II sur l'une des gouttes de sang et le sérum III sur l'autre goutte.

En vertu de ce que nous venons de dire, quatre cas seulement peuvent se produire : 1<sup>o</sup> si les deux gouttes de sang sont agglutinées, le sang traité appartient au groupe I ; 2<sup>o</sup> si l'une des gouttes seulement s'agglutine au contact du sérum III, le sang traité appartient au groupe II ; 3<sup>o</sup> si l'une des gouttes seulement s'agglutine, mais sous le sérum II, le sang traité appartient au groupe III ; 4<sup>o</sup> enfin, si aucune des deux gouttes ne s'agglutine, le sang est du groupe IV.

Ce mode de sélection (fondé comme nous l'avons dit sur la formule classique des « arrangements » mathématiques possibles « deux à deux ») inventé par Beth-Vincent, permet d'établir « la fiche » (fig. 5, page 38) d'un donneur, en quelques minutes. Il permet également de faire celle du malade au cas où l'on ne disposerait pas d'un *donneur universel* (groupe IV), ce qui dispense de toute précaution supplémentaire.

Ainsi, le chirurgien peut ordonner sans hésitation la transfusion de telle sorte qu'en

aucun cas *l'hémolyse du sang reçu* ne puisse être provoquée par le sang du receveur.

### L'importance de l'appareil de transfusion

Tant de précautions et de recherches méthodiques pour éviter l'empoisonnement par hémolyse du sang étranger à l'organisme qui le reçoit, demeureraient vaines si, au cours de la transfusion, l'appareillage mécanique utilisé provoquait la rupture de globules rouges transfusés. Autrement dit, il ne faut pas que la libération des albumines toxiques s'effectue mécaniquement, alors que le travail de Beth-Vincent a pour but de l'éviter chimiquement.

L'appareil ne devra pas davantage laisser se former des caillots durant le passage du sang.

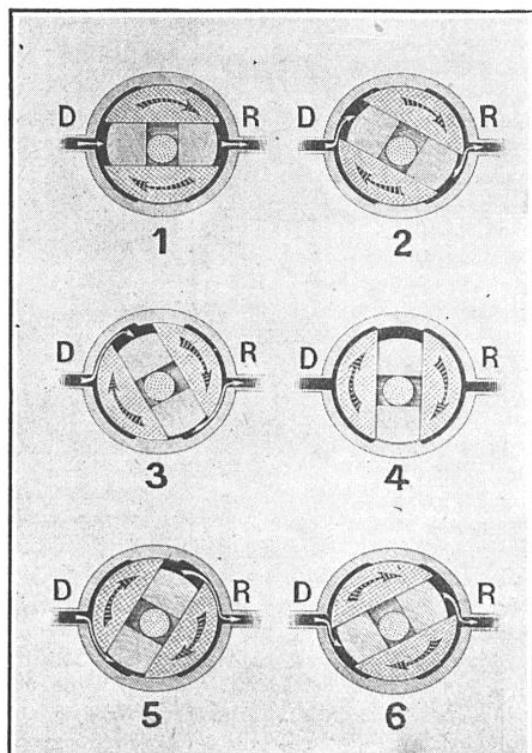


FIG. 3. — SCHÉMA DU FONCTIONNEMENT INTERNE DE LA POMPE ROTATIVE

Sur les schémas ci-dessus, numérotés en six temps, le lecteur peut suivre aisément le trajet du sang entraîné par le double mouvement du rotor et du piston transversal solidaire de l'excentrique.

C'est pourquoi les chirurgiens attachent tant d'importance aux appareils utilisés pour cette opération.

Leur idéal est, d'autre part, de réaliser la transfusion d'une manière continue et non par doses successives (transportées au moyen d'une seringue que l'on remplit sur la veine du donneur pour la brancher ensuite sur la veine du receveur). La transfusion continue permet, en effet, de suivre les réactions cliniques du receveur au fur et à mesure de l'arrivée du sang dans son organisme, et d'arrêter l'opération juste au moment voulu, sans gaspiller aucunement le précieux liquide.

La coagulation du sang, on l'évite, dans la transfusion intermittente, par l'adjonction de citrate de soude.

La suppression de ce produit chimique est précisément l'un des avantages de la transfusion continue. Mais celle-ci exige des canalisations assez longues avec, sur leur parcours, une pompe. Pour éviter la formation de tout caillots sanguin, il faut éviter qu'aucune parcelle du sang transporté ne séjourne dans un angle mort de l'appareil : le sang qui serait ainsi placé hors du circuit continu se coagulerait et, de proche en proche, par un phénomène assez analogue à la cristallisation des solutions salines, le « caillot-germe » ainsi formé entraînerait l'agglutination de la masse défilant à son contact.

En conséquence, les tubulures utilisées auront des parois *extrêmement lisses*. Le caoutchouc industriel, vulcanisé, ne semble réaliser ces conditions qu'imparfaitement. La *gomme pure* a semblé préférable au docteur Bécart. Quant aux aiguilles armées de mandrins (trocarts) qui terminent ces tubulures, il est nécessaire d'en choisir le métal avec beaucoup de soin ; la nature du corps matériel mis au contact du sang intervient dans le phénomène de coagulation. Celles de l'appareil Bécart sont d'un alliage inédit, longuement expérimenté de ce point de vue spécial.

Il reste la *pompe*, qui doit assurer l'aspiration du sang chez le donneur et son re-

foulement direct dans la veine du receveur.

Une telle pompe ne doit pas — toujours sous peine de formation d'un caillot — présenter ce que les physiciens nomment un « espace nuisible ». Celui-ci est difficilement évitable : rappelez-vous comment Babinet surmonta la difficulté en ce qui concerne la machine pneumatique ; par le fameux robinet « à trois voies ». C'est également ce procédé, ou quelque chose d'approchant, qu'ont adopté les inventeurs de pompes alternatives imaginées pour opérer la transfusion du sang.

Les pompes alternatives sont toujours mues à la main et avec beaucoup de douceur car, ici, apparaît l'autre danger : si le sang transporté est soumis à des pressions et des dépressions *brusques* (et l'on sait comment, en hydraulique, ces variations brusques apparaissent facilement) les globules sanguins se rompent. Les fatales albumines se trouvent libérées. Bien que l'hémolyse ainsi produite le soit à un taux infime, l'empoisonnement se manifesterait chez le receveur par une « réaction » qui n'est jamais négligeable. Il est donc souhaitable que la pompe de l'appareil transfuseur fonctionne à un régime de pression constante. La pompe rotative peut seule réaliser cette condition.

### La pompe électrique Bécart

C'est, en effet, une pompe rotative, mue électriquement, qui permet au docteur Bécart de satisfaire à toutes les conditions qu'exige un appareil transfuseur rationnel.

Cette pompe, établie dans le même alliage que les aiguilles, se compose seulement de quatre pièces : deux pièces fixes, un *boîtier* et son *couvercle* ; deux pièces mobiles, un *rotor* et un *piston* transversal au rotor, dans lequel il est incorporé.

Le rotor, profilé comme l'indique la suite des schémas figure 3, tourne à vitesse constante ; le piston tourne avec lui, mais un onglet taillé dans le rotor excentriquement à l'axe de rotation, lui imprime un va-et-

GROUPES SANGUINS	SÉRUMS (RECEVEURS)			
	I	II	III	IV
GLOBULES ROUGES (DONNEURS)	I	O	+	+
	II	O	O	+
	III	O	+	O
	IV	O	O	O

TABLEAU MONTRANT QUE LES GROUPES SANGUINS NE SONT PAS TOUJOURS « COMPATIBLES » POUR LA TRANSFUSION DU SANG

*La non-agglutination est représentée par le signe O, qui marque, dès lors, la « compatibilité » des groupes. L'agglutination est représentée par le signe +, qui marque donc l'« incompatibilité ».*

vient dont la période coïncide évidemment avec celle de la rotation du corps de pompe.

Au début du mouvement périodique, le piston (dirigé face à la tubulure d'entrée du sang, côté *D* du donneur) se trouve placé en retrait, de par la position initiale de l'excentrique : il en résulte une « chambre » de réception du liquide qui qui s'accroît de l'évidemment profilé du boîtier fixe : *l'ensemble représente exactement un centimètre cube*.

Une fois l'entraînement commencé, le piston entame son mouvement de refoulement, tandis que le sang gagne, au fur et à mesure

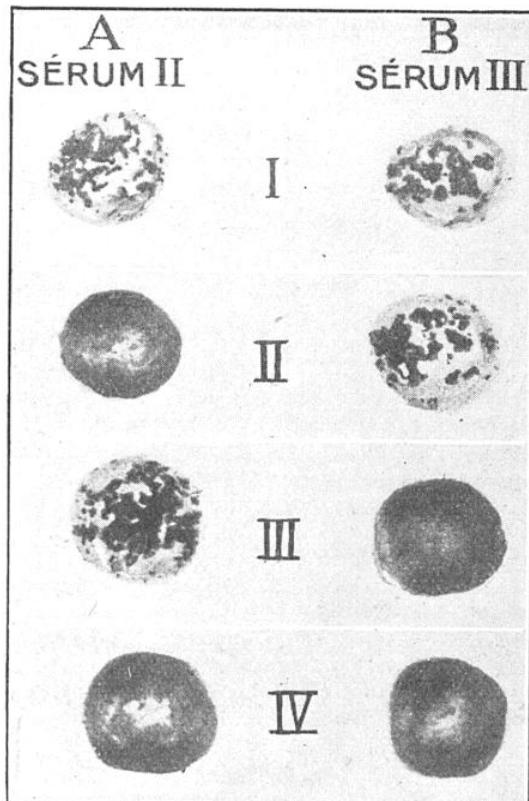


FIG. 4. — COMMENT SE RÉALISE PRATIQUEMENT L'ÉPREUVE BÉTH-VINCENT

Deux gouttes du sang, à classer dans l'un des quatre groupes fondamentaux, sont soumises successivement au contact avec un sérum du groupe II (série A) et un sérum du groupe III (série B). Si les deux gouttes se coagulent, le sang éprouvé appartient au groupe I. Si la goutte soumise au sérum II reste liquide, l'autre se coagulant, le sang appartient au groupe II. Si la goutte soumise au sérum III reste liquide, l'autre se coagulant, le sang éprouvé appartient au groupe III. Si les deux gouttes restent liquides, le sang appartient au groupe IV.

de la rotation, les vides du profil que celle-ci découvre. Et quand l'axe du piston entredans le demi-cercle de la pompe (voir les coupes ci-jointes) afférent à la tubulure du receveur *R*, le piston agit comme une chasse progressive. La veine du receveur absorbe donc lentement le centimètre cube de sang qui vient d'être balayé par le rotor.

Et le cycle recommence, indéfiniment. Chaque tour de pompe représentant un centimètre cube de liquide transfusé, un simple compte-tours indique à tout instant le nombre de centilitres absorbés par le malade. Si la rotation s'effectue à la vitesse de 60 tours par minute, elle correspond à la fréquence du pouls normal et le sang pénètre alors en synchronisme avec celui-ci. Certes, il ne s'agit pas d'un synchronisme mécanique, au sens rigoureux, il suffit que l'ensemble du réseau sanguin receveur soit périodiquement soulagé dans le travail d'absorption, au rythme de la circulation générale.

L'entraînement de la pompe rotative se fait par un moteur électrique dont la vitesse est réglée à la volonté de l'opérateur, au moyen d'un rhéostat ordinaire.

Une fois l'opération en train, elle est donc entièrement automatique jusqu'à ce que l'opérateur y mette un terme au moment précis où il le juge convenable.

L'ensemble de l'appareil, *véritable cœur artificiel interposé entre deux systèmes sanguins*, est à frottement doux. Au surplus, légèrement vaseliné, il ne figure en somme qu'un seul et même canal continu sans aucun coude ni angle mort et de calibre uniforme, entre la veine du donneur et celle du receveur.

Entièrement clos, donc à l'abri de toute inclusion d'air (ce qui écarte le danger d'embolie gazeuse) ce canal ne subit en aucun de ses points aucune surpression ni dépression brusques ; le traumatisme des globules rouges s'y trouve donc réduit à néant.

VICTOR JOUGLA.



FIG. 5. — L'ÉPREUVE BÉTH-VINCENT FAITE A L'AVANCE, PERMET DE CLASSEER (VOIR LA FIGURE PRÉCÉDENTE) LES DONNEURS PROFESSIONNELS SUR FICHES INDIVIDUELLES

# OU EN EST L'INDUSTRIE DU FROID ?

Par L. PITTIOT

PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS ET TECHNICIENS DU FROID

*Lorsqu'il y a cinquante ans, le Français Tellier créa le premier transport frigorifique, il ne se doutait pas que les applications des basses températures allaient transformer le commerce et l'industrie du monde. Qu'il s'agisse, en effet, de la conservation des denrées alimentaires ou des grandes synthèses chimiques (synthèse de l'ammoniaque, et, par suite, des dérivés de l'azote, etc.), la production de la frigorie joue un rôle aussi important que celui de la calorie. Aussi, pour répondre aux exigences de ces applications, on a été amené à perfectionner le matériel de production du froid. C'est ainsi qu'on a accru progressivement la puissance des machines frigorifiques, qui, au cours de ces dernières années, ont réalisé des progrès comparables à ceux obtenus dans le domaine des autres machines thermiques. Nous ne citerons qu'un exemple : le compresseur, organe fondamental des installations frigorifiques, est arrivé à atteindre un degré de perfectionnement comparable à celui des moteurs de grande puissance les plus perfectionnés, qu'ils soient à vapeur ou à combustible liquide. De tels résultats n'ont été obtenus là, comme ailleurs, que grâce à l'évolution du progrès scientifique et technique qui a modifié si avantageusement les conditions mêmes de la construction mécanique, grâce aux nouveaux produits métallurgiques.*

DEPUIS quelques années surtout, l'industrie du froid a pris un essor considérable et on s'est, par suite, efforcé de créer des machines de plus en plus puissantes et économiques, c'est-à-dire susceptibles de fournir le plus grand nombre de « frigories » (1) au meilleur compte.

Ces machines sont basées sur divers systèmes. Pour produire du froid, nous pouvons utiliser, en effet, les différents moyens suivants :

1<sup>o</sup> Certaines réactions chimiques dites « endothermiques », c'est-à-dire qui absorbent de la chaleur qu'elles empruntent au milieu pour pouvoir se produire. Ces sources de froid ne sont pas employées industriellement :

2<sup>o</sup> Certains phénomènes physiques, tels que les fusions, les dissolutions, les mélanges, les détentes, les vaporisations, sont aussi des sources de froid. En fait, seuls les trois derniers sont utilisés en pratique.

(1) Lorsque l'on chauffe 1 kilogramme d'eau de façon à éléver sa température de 1 degré centigrade, on dit qu'on lui fournit une quantité de chaleur égale à une calorie, ou, plus exactement, une « grande » calorie. La « petite » calorie n'est, en effet, que le millième de la « grande ».

Inversement, pour ramener à la température initiale la même quantité d'eau, il faut lui enlever cette même calorie : on dit, dans ce cas, que l'on a fourni au corps une « frigorie » de froid. La frigorie peut donc être considérée comme une calorie négative. Scientifiquement cette expression est défectueuse, mais il est commode de l'utiliser dans la pratique.

## Les mélanges constituent une source de froid simple et commode à utiliser

Un mélange de deux parties de glace pilée avec une partie de chlorure de sodium donne un abaissement de 20° C ; un mélange d'une partie de glace pilée avec une partie de carbonate de sodium donne un abaissement de 29° C : un mélange d'une partie d'azotate d'ammonium avec une partie d'eau donne un abaissement de 25° ; un mélange de cinq parties de sulfate de sodium avec huit parties d'acide chlorhydrique donne un abaissement de 28° C.

Les deux premiers mélanges sont employés pour le refroidissement des wagons.

## La détente des gaz ou vapeurs peut aussi être employée pour produire des frigories

A chaque gaz correspond une température au-dessus de laquelle la liquéfaction est impossible, quelle que soit la pression à laquelle il est soumis. Cette température est ce qu'on appelle la température critique de ce gaz. Un gaz réel comprimé (compression) au-dessus de sa température critique s'échauffe ; ramené à une pression inférieure (détente), il se refroidit. Une application de ce procédé a été faite dans la machine représentée figure 1.

Ces machines permettent de grands abaissements de température (jusqu'à — 80°) ; leur rendement varie peu avec la température

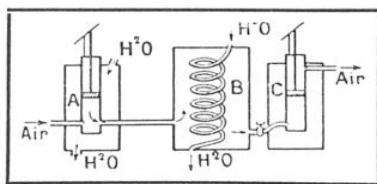


FIG. 1. — FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE À DÉTENTE (MACHINE À AIR)

L'air aspiré du dehors est comprimé par un compresseur A (pompe à piston) dans le récipient B. Le compresseur et ce récipient sont, d'ailleurs, tous deux refroidis par un courant d'eau. L'air comprimé se détend ensuite dans un récipient C, en refroidissant l'enceinte qui entoure ce récipient.

de l'eau du refroidisseur ; de plus, en faisant varier la détente de l'air, on fait varier considérablement la puissance frigorifique. Mais la capacité calorifique de l'air (0,30 par mètre cube à 0°) est très faible, de telle sorte qu'il faut utiliser des volumes énormes d'air pour obtenir une puissance frigorifique donnée, ce qui rend les machines très volumineuses et d'un rendement bas qui est à peine le cinquième de celui des machines à gaz liquéfiables. La production ne dépasse pas 400 frigories par cheval-heure indiqué au compresseur. Ces graves inconvénients font que ces machines sont peu utilisées.

#### La vaporisation est enfin un des phénomènes les plus employés dans les machines à froid

Si (voir fig. 2) on verse de l'ammoniaque liquéfiée dans un ballon en verre placé lui-même dans un vase plein d'eau, on verra l'ammoniaque s'évaporer. La température dans le ballon descendra jusqu'à — 34° ; l'eau se solidifiera autour du ballon. Si nous opérons semblablement avec du chlorure de méthyle, puis avec de l'acide carbonique anhydre, puis avec de l'acide sulfureux, nous obtiendrons respectivement les températures suivantes : — 23°, — 78° 2, — 10°. Pour s'évaporer, les produits volatils ont pris la chaleur qui leur était nécessaire aux corps ambients, eau, cuve, air, qui sont ainsi refroidis. Ce phénomène est utilisé dans les machines frigorifiques actuellement en usage. Les fluides frigorifiques ordinairement employés comprennent ceux que nous venons de citer, et, en outre, le chlorure d'éthyle, le dieline, le butane, l'eau. Si, en pratique, on laissait les vapeurs s'échapper librement dans l'atmosphère, la production du froid serait coûteuse ; aussi, dans l'industrie, condense-t-on les vapeurs dès leur formation pour les évaporer à nouveau. L'opération suit donc un cycle fermé. Les machines utilisant l'évaporation d'un liquide peuvent être

classées en trois catégories : 1<sup>o</sup> les machines à absorption ou à affinité ; 2<sup>o</sup> les machines à éjection ; 3<sup>o</sup> les machines à compression.

#### Qu'est-ce que les machines à absorption ou à affinité ?

Ces machines sont basées sur la grande solubilité du gaz ammoniac (1) et sur la propriété que l'eau a de restituer tout le gaz ammoniac qu'elle contient à une température de 70° environ.

Le gaz qui s'échappe alors a une pression suffisante pour pouvoir se condenser de lui-même ; il suffit ensuite de le faire évaporer pour produire le froid désiré, tandis qu'on fait absorber à nouveau le gaz formé par de l'eau (fig. 3).

Ces machines ne sont pas sans inconvénients :

1<sup>o</sup> Elles ne sont pas économiques ; il faut chauffer chaque fois toute la solution à la température de distillation ; les vapeurs ammoniacales entraînent de l'eau qui absorbe du froid ; elles sont volumineuses. Pour le refroidissement en *L*, elles utilisent des grandes quantités d'eau froide ;

2<sup>o</sup> Le réglage est délicat, l'étanchéité des joints est difficile à obtenir en raison des grandes variations de pression concomitantes avec des variations faibles de température dans la chaudière et l'absorbeur. On peut obtenir une pression uniforme en mélangeant un gaz indifférent à l'ammoniac.

Les machines à absorption ne sont plus employées dans l'industrie courante ; lorsqu'on les utilise, on les fait fonctionner le plus souvent avec la vapeur d'échappement des machines à vapeur. Cependant, on trouve ces machines dans les petites installations domestiques sous deux types différents : à fonction intermittente et à fonction continue, avec mélange de l'ammoniac à un gaz indifférent.

(1) Un litre d'eau à 0° dissout 1.040 litres de ce gaz.

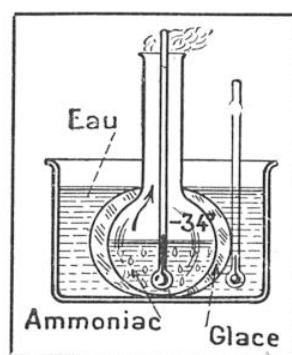


FIG. 2. — COMMENT ON PRODUIT DU FROID PAR ÉBULLITION D'UN LIQUIDE VOLATIL

Si l'on verse de l'ammoniaque liquéfiée dans un ballon de verre placé dans de l'eau, cette ammoniaque bout en absorbant de la chaleur, ce qui a pour effet de congeler l'eau autour du ballon.

### Comment fonctionne la machine à éjection

Dans la machine à éjection (fig. 4), l'agent frigorifique est de l'eau ou de la saumure, dont l'évaporation partielle provoque le refroidissement de la partie restante.

On produit cette évaporation par une éjection de vapeur d'eau à grande vitesse, qui entraîne la vapeur provenant de la saumure avec qui elle va se condenser dans un condenseur.

La machine à éjection comporte peu de mécanisme, elle est donc simple et souple ; on peut faire varier à volonté la puissance frigorifique en réglant l'arrivée de vapeur et en diminuant la pression de cette dernière dans la chaudière. Elle conduit, toutefois, à des dépenses de vapeur d'eau et de force motrice qu'il convenait de réduire. Grâce au labeur particulièrement compétent du distingué ingénieur Follain, une solution plus avantageuse a été trouvée. Il effectue le refroidissement de la saumure et la condensation des vapeurs véhiculantes et des vapeurs de la solution à refroidir en plusieurs étages (fig. 5) trois évaporateurs,  $A_3, A_2, A_1$ , de façon que le liquide à refroidir, appelé d'abord en  $A_3$ , s'évapore, en

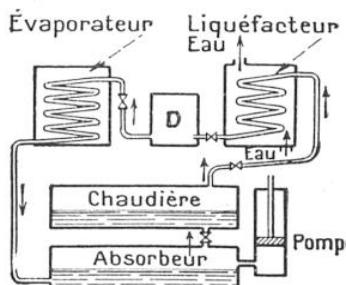


FIG. 3. - SCHÉMA D'UNE MACHINE A ABSORPTION

Une chaudière contient la solution ammoniaque riche (0 kg 600 de gaz par kilogramme d'eau). Sous l'action de la chaleur produite, l'ammoniaque se volatilise, et, sous sa propre pression, va se liquéfier dans un serpentini liquéfacteur, qui baigne dans un courant d'eau froide. La chaleur produite au moment de la liquéfaction est absorbée par l'eau courante. L'ammoniaque ainsi liquéfiée se rend dans un réservoir D, d'où elle va, par l'intermédiaire d'un robinet de détente dans un serpentini évaporateur entouré du liquide à refroidir. L'ammoniaque se volatilise dans ce dernier serpentini ; elle吸ue, à cet effet, la chaleur du liquide ambiant qui se trouve refroidi. Le gaz ammoniaque produit est alors appelé dans l'absorbeur, où il se dissout dans l'eau provenant de la chaudière. Lorsque la solution dans l'absorbeur est devenue riche, elle est refoulée dans la chaudière au moyen d'une pompe. Le liquide incongelable, refroidi dans l'évaporateur, pourra être utilisé dans les chambres froides. Les opérations suivent donc un cycle fermé qui recommence indéfiniment.

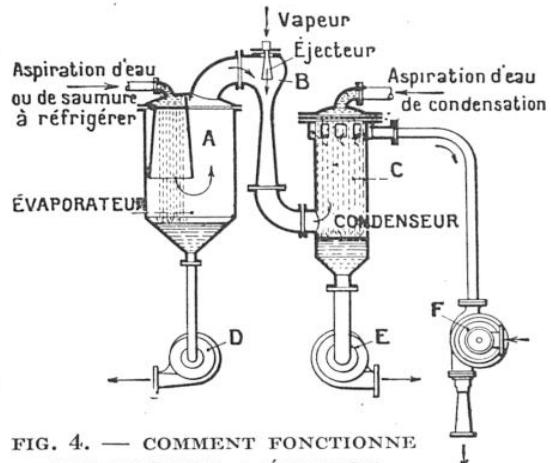


FIG. 4. — COMMENT FONCTIONNE UNE MACHINE A ÉJECTION

Cette machine se compose : d'un réservoir A faisant fonction d'évaporateur, dans le fond duquel vient se rassembler en pluie fine l'eau ou la saumure à refroidir ; d'un éjecteur B ; d'un condenseur C. Supposons qu'il s'agisse de refroidir de la saumure. La vapeur, chassée par la pression de cette chaudière, débouche de l'éjecteur avec une vitesse considérable, fonction de la pression de cette chaudière, dépassant quelquefois 1.300 mètres à la seconde. Elle produit un vide relatif en A ; de ce fait, la saumure à refroidir est aspirée de l'extérieur : elle tombe en pluie dans l'évaporateur ; il se produit, en outre, une évaporation partielle de cette saumure. La partie non évaporée est concentrée, ce qui abaisse son point de congélation ; elle fournit de la chaleur à la partie évaporée, et, par suite, elle se refroidit en se déposant au fond de A, d'où elle peut être extraite au moyen d'une pompe, puis utilisée comme source de froid. Le mélange de la vapeur véhiculante et de la vapeur d'eau aspirée de A se comprime dans le diffuseur de l'éjecteur et débouche dans le condenseur C, où il se détend à nouveau. Un vide relatif se produit, en raison duquel l'eau de condensation est aspirée. Une pompe centrifuge E extrait l'eau réchauffée du condenseur ; enfin, une pompe F extrait l'air du même appareil.

partie, à chaque étage en descendant par gravité d'un étage à l'autre. La saumure aspirée subit une première évaporation partielle en  $A_3$  ; la partie restante passe en  $A_2$ , où elle subit une deuxième évaporation partielle ; puis en  $A_1$ , où elle subit une troisième évaporation partielle. A chaque étage, elle diminue de poids, mais elle se concentre et se refroidit.

Les condenseurs  $F_1, F_2, F_3$ , sont aussi étages ; la même eau de condensation passe d'un étage à l'autre en se réchauffant. L'éjecteur  $B_3$  travaille avec  $A_3$  et  $F_3$  ;  $B_2$  travaille avec  $A_2$  et  $F_2$ .  $B_1$  travaille avec  $A_1$  et  $F_1$ . Cet accouplement est rationnel : la saumure la plus chaude travaille avec

l'eau de condensation la plus chaude et ainsi de suite. Tout l'air s'accumule en  $F_1$  et en est extrait par un moyen approprié ;

Ces modifications très ingénieries font que la machine à vapeur d'eau à étages est employée actuellement dans de nombreux cas.

### Machines à compression

Les machines à compression sont basées sur l'évaporation d'un liquide volatile et la compression des vapeurs produites pour régénérer le liquide qui est à nouveau évaporé. L'opération suit donc un cycle fermé. Le schéma d'une semblable installation est représenté figure 6. Une pompe aspirante et foulante  $B$  (compresseur) aspire dans un serpentin  $A$  (évaporateur) les vapeurs de l'agent frigorigène ; elle les comprime dans un autre récipient  $C$  (condenseur), où la liquéfaction se produit. De ce dernier appareil, le liquide formé se rend à nouveau, par la vanne régulatrice  $D$ , à l'évaporateur où il y a de nouveau évaporation. L'évaporation, dans le serpentin  $A$ , de l'agent frigorigène nécessite une absorption de chaleur, qui est prise à tous les objets du milieu ambiant. Le froid produit s'utilise soit en plaçant l'évaporateur directement dans les chambres à refroidir (détente directe), soit en l'entourant d'une cuve isolée (réfrigérant) contenant un liquide incongelable à la température à obtenir. Ce liquide fournit la chaleur nécessaire à l'évaporation et, par suite, il se refroidit. Le liquide incongelable ainsi refroidi est utilisé comme nous le

verrons plus loin. La compression dans le condenseur élève la température ; aussi, cet appareil, ainsi que la partie du compresseur en relation directe avec lui, doivent-ils être refroidis par un courant d'eau. Ce refroidissement enlève à l'agent

frigorigène une partie de la chaleur qu'il a absorbée dans l'évaporateur et une partie de la chaleur qu'il a reçue à la compression. Sur le schéma, le refroidissement est obtenu par de l'eau froide circulant dans un sens contraire à celui suivi par l'agent frigorigène (condenseur à contre-courant).

Nous avons indiqué plus haut les agents frigorigènes couramment employés. Les qualités d'un bon agent doivent être les suivantes : grande chaleur de vaporisation ; point d'ébullition sous pression atmosphérique suffisamment bas ; température critique élevée ; faible rapport de compression ; faible volume spécifique des vapeurs ; composition chimique stable aux conditions d'utilisation ; faible prix. Il doit, en outre, donner le maximum de froid avec le minimum d'énergie et le maximum de sécurité, n'avoir pas d'action nocive sur les lubrifiants, les métaux,

les denrées à conserver, les ouvriers. Le choix est fonction des conditions de l'installation, de la nature de l'application, des conditions locales et surtout de celles concernant l'approvisionnement en eau froide.

Dans un système parfait, quand la vapeur aspirée de l'évaporateur est saturée sèche, c'est-à-dire exempte de tout liquide en sus-

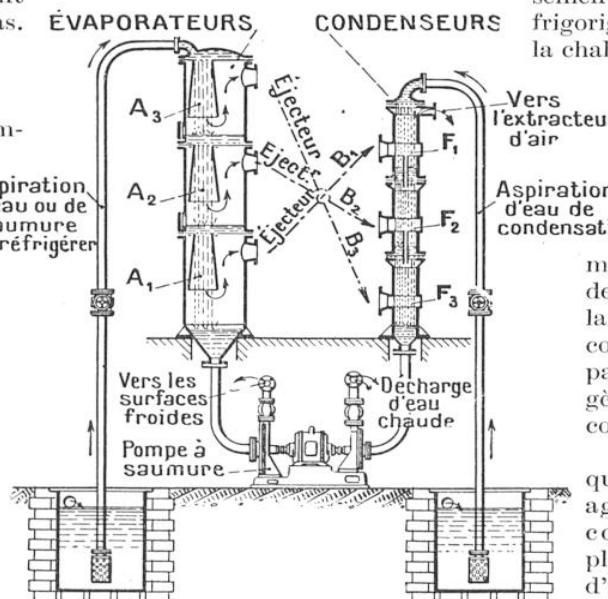


FIG. 5. — RÉALISATION PRATIQUE D'UNE MACHINE À ÉJECTION

Cette machine comprend trois évaporateurs étages :  $A_3$ ,  $A_2$ ,  $A_1$ . Le liquide à refroidir, appelé d'abord en  $A_3$ , s'évapore, en partie, à chaque étage en descendant par gravité d'un étage à l'autre. La saumure aspirée subit une première évaporation partielle en  $A_3$  ; la partie restante passe en  $A_2$ , où elle subit une deuxième évaporation partielle ; puis en  $A_1$ , où elle subit une troisième évaporation partielle. A chaque étage, elle diminue de poids, mais elle se concentre et se refroidit. Les condenseurs  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , sont aussi étages ; la même eau de condensation passe d'un étage à l'autre en se réchauffant. L'éjecteur  $B_3$  travaille avec  $A_3$  et  $F_3$  ;  $B_2$  travaille avec  $A_2$  et  $F_2$  ;  $B_1$  travaille avec  $A_1$  et  $F_1$ . Cet accouplement est rationnel ; la saumure la plus chaude travaille avec l'eau de condensation la plus chaude et ainsi de suite. Tout l'air s'accumule en  $F_1$  et en est extrait par un moyen approprié. Deux pompes, mues par le même moteur, refoulent séparément la saumure et l'eau de condensation aux points désirés.

pension, lorsqu'elle se trouve à son point d'ébullition, on dit que le compresseur fonctionne en régime sec. Lorsqu'elle transporte à l'état liquide une partie de l'agent frigorifique, on dit que le compresseur fonctionne en régime humide. Le régime sec est plus avantageux que le régime humide. Pour éviter le régime humide, on préfère que les vapeurs aspirées soient portées à une température un peu supérieure au point d'ébullition ; le régime est dit en surchauffé. Les pressions atteintes dans l'emploi de l'acide carbonique sont beaucoup supérieures à celles nécessitées par l'emploi de l'ammoniaque. Dans la marche d'ensemble d'une installation frigorifique, il y a, en outre, deux autres régimes à considérer : le régime intérieur de la machine et le régime extérieur à elle.

En ce qui concerne le régime intérieur, trois températures sont à considérer : celle de vaporisation  $T_v$  ; celle de liquéfaction  $T_c$  ; celle du liquide à l'arrivée de la vanne de réglage  $T_r$ . Le rendement est d'autant plus grand que  $T_v$  est plus grand que  $T_c$  et  $T_r$  sont plus petits.

En ce qui concerne le régime extérieur de la machine :

1<sup>o</sup> A l'évaporation, les frigories produites sont transmises au milieu ambiant, mais il y a perte en cours de route ; le rendement de l'évaporateur est le rapport de la quantité de frigories transmises réellement à la quantité de frigories produites. Ce rendement varie suivant le fluide frigorifique, le milieu extérieur, les surfaces enveloppantes et les vitesses des fluides ;

2<sup>o</sup> Du condenseur, les calories du fluide comprimé sont transmises à l'eau de refroidissement. Le rendement du condenseur est le rapport des calories absorbées par l'eau de refroidissement aux calories dégagées dans le condenseur. La combinaison de ces deux rendements caractérise la valeur de l'installation.

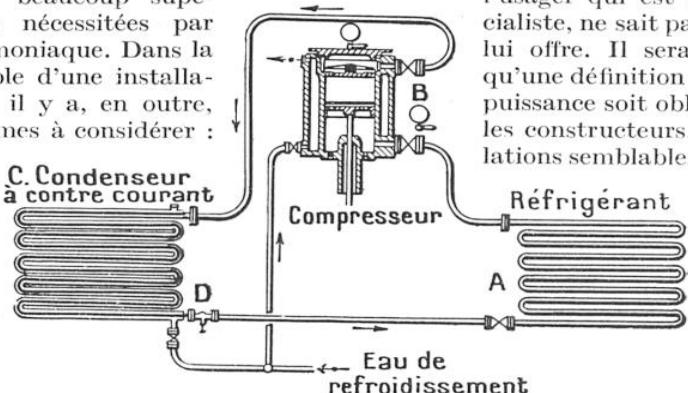


FIG. 6. — FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE FRIGORIFIQUE A COMPRESSION ET A ÉVAPORATION

Une pompe aspirante et foulante B (compresseur) aspire dans un serpentin A (évaporateur) les vapeurs de l'agent frigorifique ; elle les comprime dans un autre récipient C (condenseur), où la liquéfaction se produit. De ce dernier appareil, le liquide formé se rend à nouveau, par la vanne régulatrice D, à l'évaporateur où il y a de nouveau évaporation. L'évaporation, dans le serpentin A, de l'agent frigorifique nécessite une absorption de chaleur, qui est prise à tous les objets du milieu ambiant, et c'est ce qui produit la réfrigération.

### Puissance frigorifique

Le constructeur doit indiquer la production de frigories de sa machine, la puissance absorbée en fonction des températures des deux régimes (c'est-à-dire la température ambiante à l'évaporateur, celle de l'eau à l'entrée et à la sortie du condenseur) pour fixer le technicien.

Les constructeurs définissent la puissance de leurs compresseurs dans des conditions dissemblables de marche ; il en résulte que l'usager qui est rarement un spécialiste, ne sait pas évaluer ce qu'on lui offre. Il serait donc désirable qu'une définition commune de cette puissance soit obligatoire pour tous les constructeurs. Pour des installations semblables on devrait fixer :

1<sup>o</sup> La puissance effective de l'installation ;

2<sup>o</sup> Les résultats industriels à obtenir ;

3<sup>o</sup> Le volume engendré par heure au compresseur ;

4<sup>o</sup> Le rendement volumétrique du compresseur ;

5<sup>o</sup> La consommation d'eau de refroidissement avec les régimes suivants :

#### RÉGIME INTÉRIEUR :

Température de vaporisation,  $T_v = -10^\circ$  ;  
Température de condensation,  $T_c = +25^\circ$  ;  
Température à l'arrivée de la vanne de réglage,  $T_r = 15^\circ$  ;

#### RÉGIME EXTÉRIEUR :

*Réfrigérant :*  
Température de l'air ambiant,  $0^\circ$  ;  
Température du bain de saumure,  $-5^\circ$  ;  
Variation admise,  $3^\circ$  à  $4^\circ$  ;

*Condenseur :*  
Température à l'entrée de l'eau,  $12^\circ$  ;  
Température à la sortie de l'eau,  $20^\circ$  ;  
D'où =  $16^\circ$ .

### Marche des compresseurs

Les compresseurs, nous l'avons vu plus haut, peuvent fonctionner à plusieurs régimes (sec, humide, surchauffé). En régime humide, les gouttelettes transportées adhè-

rent au cylindre des compresseurs et favorisent les échanges de chaleur ; elles se vaporisent partiellement à leur arrivée dans le cylindre dont la température est plus élevée qu'à l'évaporateur ; elles prennent ainsi la place des vapeurs qui devraient être réellement et utilement aspirées. Dans les compresseurs à piston, ces gouttelettes occupent les espaces nuisibles, se vaporisent et font obstruction à l'aspiration. Tous ces inconvénients diminuent le rendement des compresseurs. Il est donc indispensable que les vapeurs arrivent sèches et aussi froides que possible au cylindre pour un bon remplissage de ce dernier. Une surchauffe légère augmente les résultats finals.

#### « Flooded system » et marche en surchauffe

Pour de bons échanges de température, l'évaporateur doit être plein (« flooded » noyé) et le réfrigérant doit être aussi maintenu plein. Pour assurer la surchauffe (fig. 7), on intercale, entre les évaporateurs et le compresseur, un séparateur de liquide ; le liquide, séparé de la vapeur, est renvoyé à l'évaporateur, la vapeur séchée va au compresseur. Le fonctionnement du séparateur peut être assuré par gravité ou par pompe.

#### Comment on opère le réglage de la puissance frigorifique

Ce réglage peut se faire de différentes manières : par marche intermittente des compresseurs, suivant les besoins de froid (cette méthode est mauvaise pour le rendement) ; par variation mécanique de l'espace nuisible ; par dérivation directe (l'aspiration peut être mise en communication directe avec le refoulement), en faisant varier la pression d'aspiration au moyen d'une vanne (ce système est le plus employé) ; en faisant varier le nombre de tours du compresseur suivant les besoins de froid.

#### Comment sont construits les compresseurs

De grands progrès ont été réalisés, depuis quelques années, dans la fabrication des

compresseurs. Ceux-ci portent, en général du même côté, deux soupapes, toutes deux pour l'aspiration ou pour le refoulement. La technique actuelle est caractérisée par un allègement de la construction, l'augmentation de la vitesse, l'amélioration du rendement, par l'équipement du cylindre, du presse-étoupe et la marche en surchauffe. Jusqu'à 100.000 frigories, on utilise des compresseurs verticaux à simple effet ; pour les grandes puissances, on utilise les compresseurs horizontaux à double effet et les compresseurs verticaux à plusieurs cylindres. Pour les différences de température très grandes entre le condenseur et la détente, on emploie les compresseurs Compound à plusieurs étages de compression que nous étudierons plus loin. La vitesse des compresseurs horizontaux varie de 150 à 200 tours à la minute, celle des compresseurs verticaux varie de 250 à 500 tours ; les presse-étoupe sont à garnitures métalliques ; les soupapes sont allégées, les types récents de compresseurs sont à fonds plats avec soupapes

logées dans le fond ou sur les côtés du cylindre. L'étanchéité est obtenue au moyen de segments métalliques, les cylindres sont en fonte spéciale imperméable aux gaz. On emploie beaucoup maintenant le type vertical avec carter et cylindres dans un seul bloc. On emploie souvent plusieurs cylindres ; quelquefois, ces cylindres sont chemisés avec refroidissement par circulation d'eau.

L'emploi de l'acide carbonique nécessite de fortes compressions ; aussi, les cylindres doivent-ils être robustes. Ils sont, en général, forés dans un solide bloc d'acier forgé ; ils doivent résister à 250 kilogrammes de pression. Pour les petits compresseurs, on emploie du bronze. L'étanchéité du piston se fait au moyen de cuvettes en cuir ou par des segments. Les pistons modernes sont pourvus de segments en fonte et d'anneaux élastiques en acier. Les cylindres portent des orifices pour la prise des diagrammes et des poches pour la prise des températures. Certains compresseurs verticaux possèdent des dispositifs de sécurité consistant en un fond

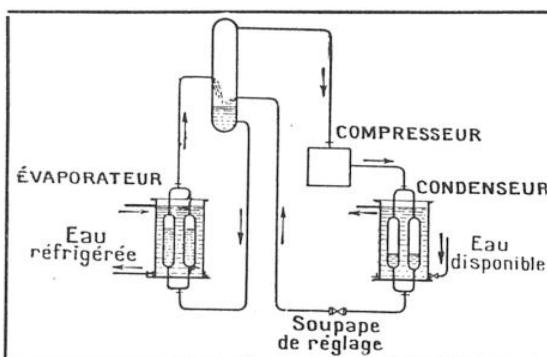


FIG. 7. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION AVEC MARCHE EN SURCHAUFFE

Cette installation comprend un séparateur disposé entre l'évaporateur et le compresseur.

mobile à ressort, qui se soulève sous la surpression. Les lubrifiants doivent être incompressibles, stables, ne pas se décomposer à haute température, ni former des dépôts gommeux ou gazeux, qui colmatent les surfaces en contact. Ils doivent avoir une viscosité suffisante pour éviter leur division en particules à haute température et pour assurer, aux températures ordinaires, la lubrification du cylindre, l'étanchéité du piston et des presse-étoupes ; le lubrifiant doit être adapté à l'agent frigorifique.

### Compresseurs spéciaux :

#### Compresseurs « Compound »

Lorsqu'il existe une grande différence entre la température  $T_c$ , à la compression, et la température  $T_v$ , à la vaporisation, on utilise les compresseurs compound, appelés aussi compresseurs à étages. Nous donnons ci-contre, le schéma de leur fonctionnement (fig. 8). Le compresseur basse pression  $B H$  aspire le fluide frigorifique, dans l'évaporateur, à la température  $T_v$  et à la pression  $p_v$  ; il refoule le gaz dans un réservoir  $R$  à la température  $T_r$  et à la pression  $p_r$ .

Un deuxième compresseur, dit à haute pression,  $H P$ , aspire le fluide dans  $R$  à la température  $T_r$  et le refoule dans le liquéfacteur  $L$  à la température  $T_c$  et à la pression  $p_c$ . Le cycle du liquide frigorifique est donc fermé. Le réservoir  $R$  est quelquefois refroidi par une circulation d'eau. On produit quelquefois le refroidissement en injectant, dans ce réservoir, une certaine quantité du fluide frigorifique dans l'état où il se trouve avant d'arriver à la vanne régulatrice  $V_2$ .

On peut réaliser les avantages du sous-refroidissement en faisant passer dans le réservoir intermédiaire une certaine quantité des gaz produits de la détente à chaleur totale constante. L'appareil se compose d'un séparateur  $S$ , communiquant avec  $R$

et le compresseur  $H P$ , avec le liquéfacteur par la vanne principale  $V_1$  et avec l'évaporateur par la vanne  $V_2$ . La vanne  $V_1$  permet une première détente du fluide frigorifique venant du liquéfacteur ; sa température passe de  $T_c$  à  $T_{v1}$ . La deuxième vanne  $V_2$  permet une détente en provenance de l'évaporateur et produit un mélange de liquide et de vapeur à la température  $T_v$ , sous la pression de liquéfaction. Le cylindre  $H P$  aspire à la fois la vapeur formée dans  $S$ , lors de la détente  $V_1$ , et la vapeur qui a circulé au réservoir intermédiaire. Les avantages du compoundage sont intéressants : 1<sup>o</sup> le rendement est plus élevé que dans les autres compresseurs ; 2<sup>o</sup> la diminution de la puissance frigorifique varie moins avec l'augmentation de  $T_v$  (l'économie maximum correspondant à une température donnée dépend du rapport des cylindres de haute et basse pression) ; 3<sup>o</sup> la marche est silencieuse, le travail du mécanisme intérieur est faible. Les cylindres se montent jumelés ou en tandem (voir la figure 8).

On peut, bien entendu, concevoir des compresseurs à plusieurs étages : trois, quatre, etc. Le fonctionnement sans réfrigération intermédiaire s'admet souvent, dans le cas où la différence de pression entre le condenseur et l'évaporateur est faible et dans les cas où le service doit être simple. Dans ces cas, le réservoir  $R$  est petit.

#### Voici quelques autres types de compresseurs

**Compresseurs rotatifs.** — Sous un petit volume, ces machines aspirent de grandes quantités de vapeurs d'un fluide de faible densité. Ces appareils présentent un intérêt pour les grosses puissances. Le type rotatif à croissant comprend un cylindre dans lequel tourne un rotor excentrique (fig. 9), de

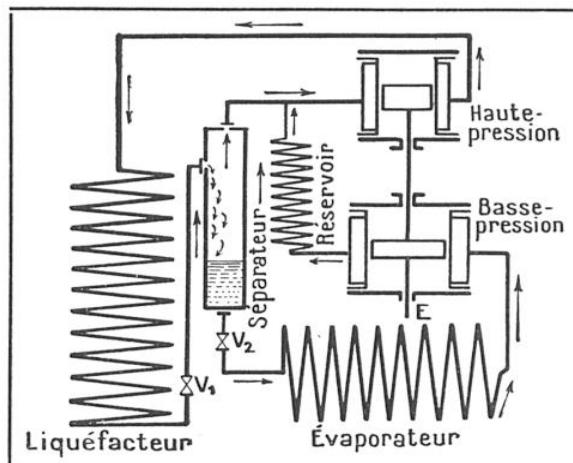


FIG. 8. — FONCTIONNEMENT DES COMPRESSEURS « COMPOUND » OU À ÉTAGES

*Le compresseur basse pression aspire le fluide frigorifique, dans l'évaporateur, à la température  $T_v$  et à la pression  $p_v$  ; il refoule le gaz dans un réservoir à la température  $T_r$  et à la pression  $p_r$ . Un deuxième compresseur, dit à haute pression, aspire le fluide dans ce réservoir à la température  $T_r$  et le refoule dans le liquéfacteur à la température  $T_c$  et à la pression  $p_c$ . Le cycle du liquide frigorifique est donc fermé.*

façon qu'une des génératrices soit toujours rigoureusement tangente du cylindre fixe ; il porte des palettes piston *P* qui, soit au moyen de ressorts, soit sous l'action de la force centrifuge, sont toujours en contact avec le cylindre. Ce système produit l'aspiration, la compression et le refoulement ; il supprime les espaces nuisibles et beaucoup de mécanisme ; il augmente le rendement volumétrique. Le vide normal atteint 4 millimètres absous. Un graissage abondant réduit les frottements, le rotor tourne sur roulement à billes. L'excentricité varie de 5 à 10 millimètres suivant la puissance des appareils. L'usinage doit être soigné. Ces appareils fonctionnent au chlorure d'éthyle.

*Turbo-compresseurs.* — Ces appareils ne conviennent que pour de grands déplacements volumétriques, c'est-à-dire pour des puissances frigorifiques importantes. Cette limite d'emploi peut cependant être abaissée en employant des agents à volume spécifique élevé. On arrive, avec ces machines, à des productions horaires de 10 millions de frigories.

Dans l'état actuel de la technique frigorifique, les puissances minima que l'on peut obtenir économiquement sont les suivantes : au chlorure d'éthyle, 250.000 frigories-heure ; au butane, 300.000 frigories-heure ; à l'acide sulfureux, 500.000 frigories-heure ; au chlorure de méthyle, 600.000 frigories-heure ; à l'ammoniac, 1.300.000 frigories-heure ; à l'acide carbonique, 3.000.000 de frigories-heure. Ces machines, au-dessous de 50 mètres cubes-minute, ne sont économiques qu'à la condition d'avoir des vitesses très élevées et des roues de faible diamètre, d'où de grosses difficultés de construction.

*Compresseur à membrane.* — Une membrane métallique *C* (fig. 10), emprisonnée entre deux plateaux *a* et *b*, évasés en cône, peut, sous l'action d'un piston à huile *h*, venir alternativement épouser le cône de *a* et le cône de *b*, aspirant ainsi les gaz par la soupape *e* et les comprimant par la soupape *f*. Ce mouvement est celui du compresseur à piston. Cet appareil supprime beaucoup de mécanisme ; il peut comprimer les

gaz qui attaquent les lubrifiants jusqu'à des pressions très élevées (1.200 kilogrammes par centimètre carré). Le rendement de cette machine est très élevé, l'économie de force motrice importante. Cet appareil permet très bien la marche en surchauffe. On construit des appareils de 500 frigories-heure jusqu'à 30.000.

### Comment fonctionnent les condenseurs

Il existe trois systèmes de condenseurs : à serpentins immersés, à ruissellement, à contre-courant. Le condenseur immergé se compose d'un ou de plusieurs serpentins circulaires et concentriques montés sur deux collecteurs. Ils plongent dans une cuve en tôle remplie d'eau froide en circulation.

Le gaz circule de haut en bas, l'eau circule de bas en haut. Les serpentins pour ammoniaque et acide sulfureux sont en acier de 30 à 40 millimètres de diamètre intérieur ; ceux pour l'acide carbonique sont éprouvés à 200 kilogrammes et ont 25 millimètres de diamètre et 5 à 7 millimètres d'épaisseur. Un agitateur facilite l'écoulement de l'eau refroidissante. Ces appareils exigent beaucoup d'eau et de place. Pour une machine où  $T_v = -10$ ,  $T_e = 25$ ,  $T_r = 15$ , l'eau entrant à  $12^\circ$  et sortant à  $20^\circ$  : pour 1.000 frigories-heure, la surface des

tubes devra être 1 mètre à 1 m 20 pour l'ammoniac, et pour l'acide sulfureux, 1 m 50 à 1 m 80 pour l'acide carbonique. La quantité d'eau horaire à faire circuler est de 150 litres environ.

Les condenseurs à ruissellement sont constitués par des batteries de serpentins entrelacés verticalement, placées à l'air libre, sur lesquelles ruisselle de l'eau de refroidissement. Les tubes sont montés en dérivation sur deux collecteurs. L'eau de refroidissement est amenée par un tube distributeur perforé, ou par une gouttière en bois, la répartissant sur toute la longueur du condenseur ; elle s'évapore en partie en suivant le degré hygrométrique de l'air. Ces condenseurs exigent peu d'eau. L'évaporation de 1 litre d'eau absorbe soixante fois plus de chaleur que l'élévation de cette même quan-

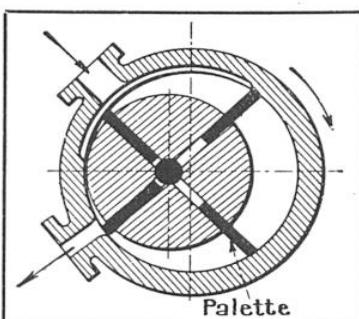


FIG. 9. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU COMPRESSEUR ROTATIF

*Il comporte un cylindre dans lequel tourne un rotor excentrique, dont une des génératrices est toujours rigoureusement tangente du cylindre fixe ; le rotor porte des palettes piston qui, soit au moyen de ressorts, soit sous l'action de la force centrifuge, sont toujours en contact avec le cylindre. Ce système produit l'aspiration, la compression et le refoulement.*

tité d'eau de 1 à 10° ; on compte, pour l'arrosage des tuyaux, 2 litres à 215 par seconde et par mètre de tuyau supérieur du serpentin. On estime, en moyenne, qu'il est nécessaire de renouveler 20 % de l'eau. Les condenseurs à contre-courant comportent deux séries de tubes, l'une contenant l'autre ; des culottes spéciales forment le raccordement aux extrémités. La circulation de l'eau dans ces appareils se fait en sens contraire de celui du fluide frigorigène. Ces appareils sont pratiques, peu encombrants, faciles à monter, mais ils nécessitent une bonne eau.

### Evaporateurs et réfrigérants

On doit considérer deux systèmes : 1° ceux pour refroidir des liquides ; 2° ceux pour refroidir l'air. Les premiers sont constitués par des serpentins formés en spires, assemblés par soudure, placés dans des cuves isolées. Les deux extrémités d'un serpentin sont ramenées à la partie supérieure pour être raccordées aux nourrices d'alimentation. Chaque serpentin peut être isolé par deux vannes. Pour raccorder deux serpentins, il faut relier la partie supérieure du premier à la partie inférieure du second. Les vapeurs doivent toujours monter. Le liquide arrive à la partie inférieure du réfrigérant et les vapeurs sont aspirées à la partie supérieure. Le brassage du liquide à refroidir est fait au moyen d'un agitateur à palettes à axe vertical, ou par hélice. La circulation du liquide à refroidir se fait par pompe.

Pour les seconds, deux systèmes sont à considérer : a) refroidissement par radiation et circulation naturelle de l'air ; b) refroidissement par circulation de l'air (*frigorifère*).

Dans le premier système, les faisceaux de tubes à évaporation directe sont constitués par des tubes lisses ou par des tuyaux à ailettes placés au plafond ou entre les salles

à refroidir. Dans le deuxième système, les tubes lisses ou à ailettes sont groupés dans une caisse dans laquelle on souffle de l'air à l'aide d'un ventilateur. Cet air va au lieu d'utilisation et en revient pour se refroidir à nouveau dans la caisse.

Pour une vitesse de l'air de 3 mètres, le coefficient d'échange est de 20 à 25 frigories pour les tubes lisses, et de 12 à 15 pour les tuyaux à ailettes. Pour les tuyaux givrés, ce coefficient est inférieur à 10. Lorsque la température est inférieure à 0°, les tuyaux se couvrent de givre provenant de la condensation de la vapeur d'eau de l'air. Il faut enlever, de temps en temps, ce givre, qui empêche les transmissions de froid de s'effectuer.

On procède à cette opération en employant l'un des trois moyens suivants : 1° en arrêtant le compresseur ; 2° en arrosant les tuyaux avec de la saumure chaude concentrée ; 3° en lançant dans les tubes évaporateurs les gaz chauds de la compression.

Nous venons d'examiner les différents types d'appareils frigorifiques et leur évolution.

Si on étudie attentivement les étapes suivies par la construction de ces appareils, on constate que le progrès a été particulièrement sensible dans les dernières décades et qu'il se poursuit sur un rythme constamment accéléré.

On est passé aux grosses unités en améliorant sensiblement le rendement et la construction. Dans les petits appareils, le progrès n'a pas été moins rapide. Cette évolution est, évidemment, due au développement croissant des applications du froid ; chaque jour, en effet, on constate, dans tous les domaines, de nouvelles utilisations du froid, à tel point que l'on peut prévoir qu'à bref délai le froid sera l'un des premiers auxiliaires de la vie humaine.

L. PITTIOT.

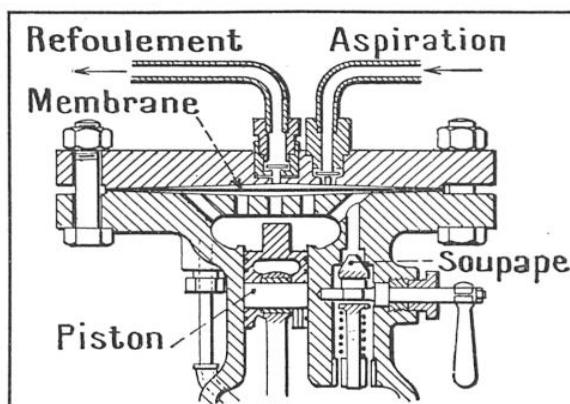


FIG. 10. — COMPRESSEUR A MEMBRANE

Une membrane métallique emprisonnée entre deux plateaux évasés en cône peut, sous l'action d'un piston à huile, venir épouser alternativement le cône supérieur et le cône inférieur, produisant ainsi une aspiration et un refoulement à la manière d'une pompe à piston ordinaire.

pareils frigorifiques et leur évolution.

Si on étudie attentivement les étapes suivies par la construction de ces appareils, on constate que le progrès a été particulièrement sensible dans les dernières décades et qu'il se poursuit sur un rythme constamment accéléré.

On est passé aux grosses unités en améliorant sensiblement le rendement et la construction. Dans les petits appareils, le progrès n'a pas été moins rapide. Cette évolution est, évidemment, due au développement croissant des applications du froid ; chaque jour, en effet, on constate, dans tous les domaines, de nouvelles utilisations du froid, à tel point que l'on peut prévoir qu'à bref délai le froid sera l'un des premiers auxiliaires de la vie humaine.

# L'EFFET RAMAN RÉVOLUTIONNERA-T-IL L'ANALYSE CHIMIQUE ?

Par G. DUPONT

DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

En 1928, un savant Hindou, Raman (1), décrivait un phénomène optique sur lequel l'attention du public était attirée par l'attribution, faite à ce savant, en 1930, du Prix Nobel de physique. Cette distinction était, certes, méritée, car la découverte de Raman paraît devoir compter, quant à ses conséquences, parmi les plus fécondes de la science moderne. Si l'analyse spectrale a, au siècle dernier, apporté dans le domaine de la chimie minérale, une véritable révolution, il n'est pas téméraire de penser que la découverte du physicien hindou aura, sur le développement de la chimie organique, une influence comparable. Cette méthode permettra, en effet, de déterminer l'« architecture moléculaire » des corps, c'est-à-dire l'agencement des atomes dans la molécule, agencement qui conditionne les propriétés mêmes des corps. Notre éminent collaborateur, après avoir rappelé les principes de l'analyse spectrale ordinaire, expose ici tout ce que la chimie peut attendre de la découverte du « phénomène » de Raman.

## La spectroscopie permet d'identifier les atomes

On sait que si l'on fait tomber sur un prisme un faisceau de lumière blanche (de lumière solaire par exemple), celui-ci est à la sortie, dispersé, et donne sur un écran un spectre coloré.

En 1752, Thomas Melville reconnut que si l'on refait l'expérience précédente avec la lumière donnée par l'alcool salé on n'obtient pas un spectre, mais une tache unicolore jaune, et qu'il est possible d'obtenir (fig. 1) à travers un prisme, à l'aide de lentilles, une image nette *F'* d'une fente *F* éclairée par cette lumière.

La lumière de l'alcool salé n'est donc pas dédoublable par le prisme, comme l'est la lumière blanche ; on dit qu'elle est monochromatique. Si l'on remplace le sel marin par d'autres sels, on pourra obtenir, par le dispositif précédent, non pas une image, mais plusieurs images nettes, diversement colorées de la fente éclairée. On aura, en somme, un spectre réduit à un certain nombre de raies lumineuses, généralement très fines, correspondant aux diverses radiations « monochromatiques » de la flamme étudiée.

C'est à Kirchhoff et Bunsen que revient l'honneur d'avoir tiré, en 1860, les conséquences de cette observation. Ils montrèrent en effet, que les *spectres obtenus sont tout à fait caractéristiques des métaux contenus dans les vapeurs lumineuses étudiées*. Aux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 126.

sels de sodium, de baryum, de potassium correspondent des spectres qui caractérisent parfaitement le sodium, le baryum ou le potassium. Lorsque plusieurs sels seront présents dans un mélange, le spectre donné par celui-ci sera la superposition des spectres des constituants séparés. Il sera donc possible, par son étude, de déterminer la nature des métaux entrant dans le mélange de sels. En outre, lorsque des raies nouvelles, inconnues, sont observées dans le spectre, elles doivent indubitablement déceler la présence d'éléments nouveaux, et Kirchhoff et Bunsen ont découvert ainsi deux métaux jusqu'alors inconnus, le rubidium et le césium.

Cette méthode d'analyse et de découverte se montra d'une fécondité extraordinaire. Elle a permis de découvrir une foule d'éléments nouveaux que la chimie seule était incapable de déceler, et elle a donné au chimiste un moyen précieux, à la fois rapide et extrêmement sensible, d'analyse. On sait, en particulier, que ce procédé a donné à l'homme le moyen d'étudier non seulement les corps qui l'entourent, mais encore ceux qui se trouvent dans l'atmosphère du soleil et même ceux qui constituent les étoiles les plus lointaines !

Enfin, toute la magnifique et féconde théorie que la physique moderne a édifiée relativement à la constitution de la matière a trouvé, dans l'étude des spectres atomiques, une base solide et des moyens de contrôle particulièrement précieux.

Le rapide exposé qui précède ne peut que donner une faible idée de l'influence considérable que la découverte des spectres a eue sur la science moderne. Le monde est constitué d'atomes appartenant à un nombre restreint d'éléments. L'analyse spectrale a non seulement fourni une véritable « fiche anthropométrique » de ceux-ci (pour employer l'expression d'un jeune savant prématûrement disparu, Bourguet), mais a permis à l'esprit de pénétrer dans la constitution même de ces mondes infiniment petits qu'auparavant il osait à peine concevoir.

Mais les atomes s'associent pour former des molécules. C'est à l'infinie diversité de celles-ci, qui peuvent différer non seulement par la nature des atomes constitutants, mais encore par leur nombre et par leur agencement, qu'est liée la diversité de notre monde terrestre et la possibilité même de la vie.

Or si l'analyse spectrale permet de déterminer la nature des atomes constituant la molécule, elle est incapable de renseigner sur la nature des liaisons unissant ces atomes et sur la structure de la molécule. L'analyse spectrale devant la molécule est un peu comme un microscope devant un monument : il permet d'étudier les matériaux qui le composent, mais ne donne aucune possibilité d'observer l'ensemble.

Et, cependant, un moyen permettant de caractériser les molécules comme l'analyse spectrale permet de caractériser l'atome, un moyen susceptible de rendre, dans l'analyse moléculaire, les mêmes services que la spectroscopie dans l'analyse atomique était depuis longtemps désiré et recherché par les chimistes.

La chimie n'a, en effet, pour caractériser une combinaison, « un individu chimique », que des méthodes empiriques très insuffisantes et peu sûres, basées sur les caractères physiques du corps et de ses dérivés ; mais posséder pour chacune de ces espèces chimiques « une fiche anthropométrique »

indubitable comme, nous l'avons dit, le spectre en constitue pour les atomes, on juge quel progrès immense cela constituerait pour la chimie et, particulièrement, pour la chimie organique.

C'est précisément ce moyen si précieux et si vivement attendu qui vient d'être apporté par la découverte de Raman que je vais exposer à présent brièvement.

### Qu'est-ce que l'effet Raman ?

Eclairons vivement avec une lumière monochromatique de fréquence  $N_0$  (1), un corps, que nous supposons pur, contenu dans un tube  $A$  disposé perpendiculairement à la direction du faisceau incident  $oy$  (fig. 2).

Une très forte partie de la lumière traverse directement le tube ; mais si nous observons le contenu de celui-ci, dans la direction de son axe  $ox$ , il apparaît légèrement éclairé, comme opalescent. Si le faisceau est peu épais, son parcours est visible dans le tube comme un rayon de soleil l'est dans l'air d'une chambre obscure. Chaque molécule du corps diffuse, dans tous les sens, une partie de la lumière qu'elle reçoit suivant  $oy$ . Cette diffusion moléculaire était connue depuis longtemps, puisque c'est par elle que l'on expliquait la couleur bleue du ciel : sans diffusion de la part des molécules de l'air, un ciel pur devrait, en effet, paraître noir, sauf dans la direction du soleil ou des étoiles.

Mais c'est à Raman que l'on doit d'avoir réussi à analyser cette lumière émise et à montrer qu'elle avait une composition tout à fait caractéristique de la molécule qui l'émet.

L'analyse spectrale de cette lumière ne diffère pas en principe de celle d'une flamme. L'image d'un point  $o$  du tube est faite sur la fente  $F$  d'un spectroscope qui donne en  $E$ ,

(1) On sait que la lumière (voir *La Science et la Vie*, n° 104, page 115) est le résultat de vibrations électromagnétiques et que la fréquence d'une lumière déterminée est le nombre de vibrations par seconde qui lui correspondent.

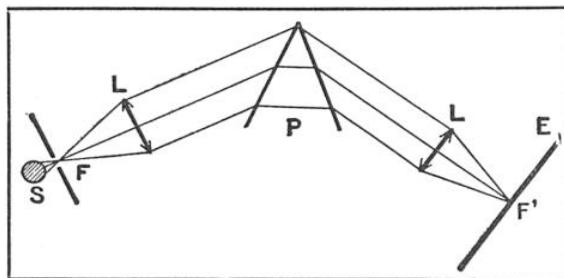


FIG. 1. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT FONCTIONNE LE SPECTROSCOPE

*Si la fente F est éclairée par une flamme d'alcool salé S, l'ensemble des deux lentilles L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> et du prisme P donnera sur l'écran E une image jaune F' de cette fente. Si la fente est éclairée par de la lumière blanche, on aura sur E un spectre continu. Si la fente est éclairée par une flamme colorée à l'aide d'un sel quelconque, on aura sur E un spectre de raies formé de fines images diversement colorées et diversement déviées de la fente. Le spectre ainsi obtenu est caractéristique du sel qui colore la flamme.*

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

sur une plaque photographique, le spectre de la lumière étudiée.

Mais étant donné ici la faible intensité du phénomène, il faudra, pour réussir cette analyse, réunir un certain nombre de conditions : puissance très grande de la source monochromatique, très grande luminosité du spectroscope, longue pose pour obtenir une impression suffisante de la plaque photographique, etc.

Sur celle-ci, on observe alors :

1<sup>o</sup> Une raie spectrale très intense et généralement surexposée correspondant à la fréquence excitatrice ;

2<sup>o</sup> A côté de celle-ci, des raies généralement nettes, mais beaucoup moins intenses, dont les fréquences peuvent être exprimées par des nombres :  $N_0 - n_1$ ,  $N_0 - n_2$ ,  $N_0 - n_3$ , et l'expérience a montré que les grandeurs  $n_1$ ,  $n_2$  sont indépendantes de la fréquence excitatrice  $N_0$ . Elles se retrouvent les mêmes quand on change de lumière excitatrice. Elles ne dépendent que de la nature du milieu. Ce sont ces nombres que l'on appelle fréquences Raman. Ils permettent de définir un spectre secondaire, le spectre Raman, qui sera, pour la molécule, aussi caractéristique que le spectre d'un métal l'est pour l'atome de ce métal.

#### Comment

#### on peut expliquer le phénomène

Il ne peut être ici question d'aborder l'étude des théories développées ; cependant, il me paraît nécessaire d'en donner une idée pour permettre de comprendre l'importance et le sens du phénomène observé.

Considérons par exemple, dans une molécule, une liaison entre un atome de carbone et un atome d'hydrogène :  $C-H$ . La théorie des quanta conduit à penser que ces deux atomes peuvent prendre non pas une position, mais plusieurs positions d'équilibre. Ils pourront passer de l'une à l'autre de ces positions par l'absorption, ou l'émission, d'un quantum d'énergie  $q_1$  bien déterminé.

La molécule étant illuminée par un rayon

monochromatique de fréquence  $N_0$  recevra des quanta que l'on sait égaux à  $Q_0 = hN_0$  ( $h$  étant ce que l'on appelle la constante de Plank).

Une partie de cette énergie pourra être utilisée pour changer l'équilibre de la liaison  $C-H$  par absorption d'un quantum  $q_1$ .

La molécule ne pourra donc plus émettre que le reliquat de l'énergie reçue,  $Q_1 = Q_0 - q_1$ , et il correspondra à cette émission, sur le spectre, une raie de fréquence réduite  $N_1$  :

$$N_1 = \frac{Q_1}{h} = \frac{Q_0 - q_1}{h} = N_0 - \frac{q_1}{h} = N_0 - n_1$$

$n_1$ , la fréquence Raman, représentera donc la vibration relative au quantum « d'activation » de la liaison  $C-H$ .

On comprend donc que les diverses raies du spectre Raman soient attribuables aux liaisons entre les divers atomes de la molécule.

D'autre part, la grandeur des quanta d'activation, c'est-à-dire de l'énergie correspondant à la déformation d'une liaison ( $C-H$ , par exemple), étant modifiée par l'action des atomes voisins dans la molécule, on comprend que la position de la raie

correspondante du spectre soit variable avec la nature et la disposition des divers autres atomes constituant la molécule. On comprend dès lors aisément :

1<sup>o</sup> L'existence pour chaque espèce de molécule d'un spectre parfaitement déterminé ;

2<sup>o</sup> L'importance que pourra avoir, pour déterminer la structure même de la molécule, la mesure précise des fréquences Raman et la comparaison des spectres de molécules des corps semblables ;

3<sup>o</sup> Enfin la possibilité d'aborder par cette voie l'étude précise et expérimentale de la mécanique de la molécule.

#### L'effet Raman et ses multiples applications à la chimie

Je ne peux ici entrer dans des détails trop techniques, mais je vais essayer, par quelques exemples, de faire comprendre la portée et le sens des services que peut rendre au chimiste la méthode nouvelle.

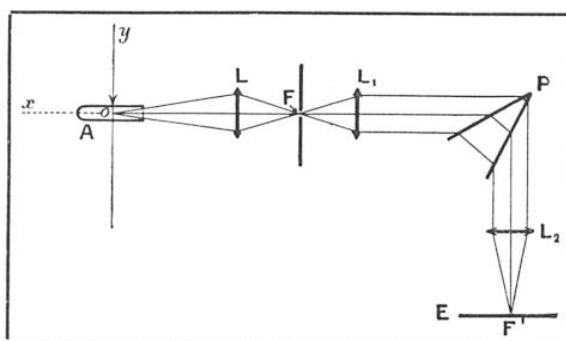


FIG. 2. — SCHÉMA DU DISPOSITIF UTILISÉ POUR L'ÉTUDE DU SPECTRE RAMAN

Une lumière monochromatique tombe, suivant  $y$ , sur la matière contenue dans le tube A. Une lentille L envoie, sur la fente F d'un spectroscope, la lumière diffusée par un point o de la matière. Le spectroscope donne, sur l'écran E, le spectre de cette lumière.

1<sup>o</sup> *Les spectres Raman donnent un moyen précieux d'identification des corps.* On sait que le but principal de la chimie organique consiste à établir, pour chaque composé, sa formule développée, formule représentant non seulement le nombre et la nature des atomes associés, mais encore l'ordre et l'arrangement de ceux-ci dans l'édifice moléculaire. Les spectres Raman sont un auxiliaire infiniment précieux pour cette recherche.

Considérons, par exemple, un carbure auquel l'analyse chimique assigne la for-

la fréquence doit être voisine de 1645, tandis que pour la formule IV, elle devrait être de 1650. A la formule III, enfin, correspondent deux dispositions dans l'espace dites dispositions *cis* et *trans*. Bourguet a encore montré qu'à ces dispositions *cis* et *trans* doivent correspondre respectivement les fréquences nettement différentes 1660 et 1670.

La simple observation du spectre Raman, possible sur une petite quantité de produit et sans détruire celui-ci, donnera donc, sur l'architecture même de la molécule, des renseignements qui ne pourraient être obte-

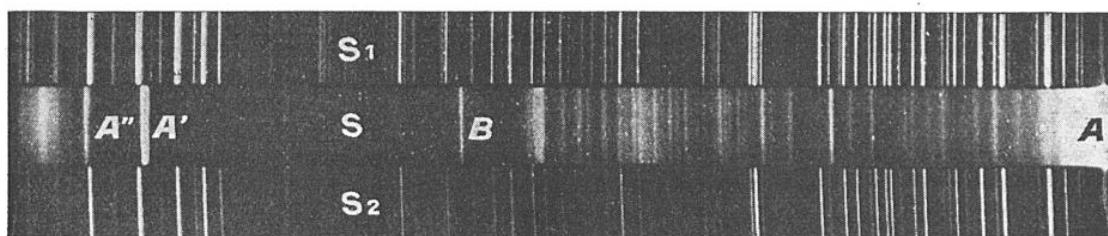
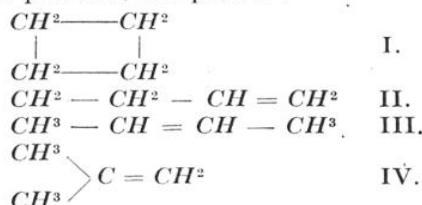


FIG. 3. — LE SPECTRE RAMAN PERMET DE DÉTERMINER, PAR SIMPLE EXAMEN, LA STRUCTURE MOLÉCULAIRE DES CORPS ÉTUĐIÉS

Ce spectre S (spectre du pinène) est encadré par deux spectres S<sub>1</sub> S<sub>2</sub> du fer dont les raies, de fréquences connues, permettent de déterminer les fréquences des raies Raman. A, raie excitatrice de l'arc au mercure (empâtée par surexposition) ; A' et A'' raies plus faibles de l'arc au mercure. Toutes les autres raies du spectre du milieu sont des raies Raman du pinène. La raie B caractérise une double liaison : dans le cas présent il s'agit de la liaison éthylénique du pinène.

mule C<sup>4</sup>H<sup>8</sup>. Les assemblages possibles suivants peuvent être prévus :



Or à une double liaison (liaison dite éthylénique), correspond toujours une raie spectrale particulièrement nette pour les fréquences (exprimées en nombres d'ondes par centimètre) comprisent entre 1.600 et 1700 (voir fig. 3, raie B).

Une simple observation du spectre montrera si le corps ne possède pas de double liaison (et alors il devra lui correspondre la formule I), ou, au contraire, en possède une (et, dans ce cas, on devra lui attribuer l'une des formules suivantes) ; mais, en outre, il sera possible ici de choisir entre ces dernières celle qui a le plus de chances de représenter le corps, car, d'après l'ensemble des études de Bourguet sur les corps semblables, il résulte que pour la formule II

nus que par des méthodes chimiques, le plus souvent longues et délicates, réclamant des quantités assez grosses d'un corps parfois précieux.

2<sup>o</sup> *Les spectres Raman permettent aisément de contrôler la pureté d'un corps.* — Supposons que la réaction qui nous a fourni le corps précédemment étudié ne nous ait pas donné un produit unique, mais un mélange de deux produits *isomères* (1). Supposons, par exemple, que notre corps soit un mélange de 80 % de variété *cis*, et de 20 % de variété *trans* correspondant à la formule III. Nos méthodes chimiques sont si peu sûres ici que cette impureté échappera à l'observation, ou bien qu'il sera à peu près impossible d'en déterminer la nature. Avec le spectre Raman, au contraire, à côté de la raie spectrale très forte 1660, on observera, vers 1670, une raie beaucoup plus faible qui indiquera la présence de l'impureté. Si, d'autre part, le chimiste a pu obtenir, à l'état pur, les variétés *cis* et *trans*, et en établir les spectres

(1) On appelle *isomères* des substances qui, tout en possédant la même composition (éléments et proportions) sont douées de propriétés différentes provenant de l'agencement différent des atomes dans la molécule.

éparés, il devra retrouver, dans le spectre présent, à côté de celui de la variété *cis*, les principales raies, assez affaiblies, de la variété *trans*. La nature de l'impureté sera ainsi précisée.

Enfin, par la comparaison de l'intensité des deux raies 1660 et 1670 (comparaison faite par les méthodes très perfectionnées de la microphotométrie), il lui sera même possible de faire une analyse quantitative (approximative du moins) du mélange.

3<sup>o</sup> *Les spectres Raman donnent un moyen extrêmement rapide et sensible d'analyse de mélanges complexes.* — Les terpènes, qui

constituent la majeure partie des essences naturelles, se trouvent le plus souvent présents dans celles-ci en mélanges que les méthodes chimiques sont souvent incapables d'analyser avec sûreté, non seulement à cause de leur complexité, mais encore parce que les constituants terpéniques

sont, la plupart du temps, très *labiles*, qu'ils se transforment aisément les uns dans les autres et que leurs dérivés cristallisés, souvent obtenus avec de faibles rendements, ne sont, en outre, pas toujours caractéristiques.

Les divers composés terpéniques ont, le plus souvent, le même squelette carboné, mais ils diffèrent les uns des autres par le nombre des doubles liaisons ou par la place de celles-ci. On conçoit donc qu'à chaque composé terpéniique correspond un spectre d'autant plus caractéristique que la molécule contient ici un grand nombre d'atomes ( $C^{10} H^{16}$ ) et que, par suite, le spectre contient un grand nombre de raies dont certaines sont très nettes (fig. 4).

C'est ainsi qu'il est facile de distinguer, dans l'essence de térébenthine du pin maritime, la présence de deux constituants, le pinène et le nopinène, et il est même possible d'en déterminer les proportions.

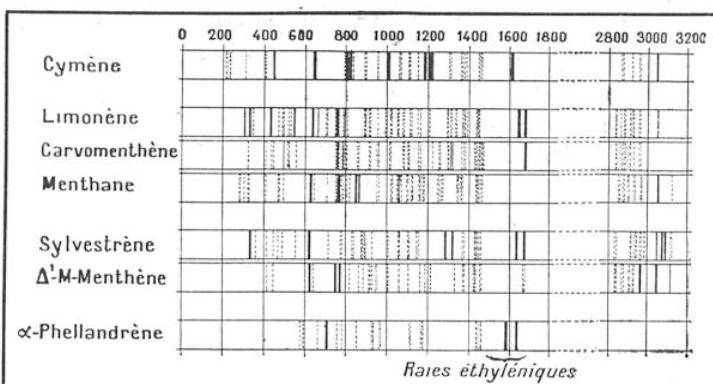


FIG. 4. — VOICI, A TITRE D'EXEMPLE, LES SPECTRES RAMAN DE QUELQUES TERPÈNES MONOCYCLIQUES

On voit, sur les spectres ci-dessus, que le limonène, qui possède deux liaisons éthyéniques, a deux raies Raman entre 1.600 et 1.700. Si l'on sature par l'hydrogène une de ces doubles liaisons (carvomenthène), la raie correspondante disparaît dans le spectre. Si l'on sature les deux doubles liaisons (menthanè), il n'y a plus de raies éthyéniques dans le spectre.

Dans l'essence de pin sylvestre, à côté des deux constituants précédents on note aisément la présence d'un troisième constituant, appelé carene, que les seuls procédés chimiques ont longtemps fait confondre avec un autre carbure, le sylvestrène, et il est curieux de signaler que ce carbure doit son nom à cette erreur des chimistes.

4<sup>o</sup> *Le spectre Raman permet de découvrir des molécules nouvelles.* — Voici un autre exemple où l'analyse par les spectres Raman conduit à un résultat qui échappe, au moins partiellement, aux méthodes chimiques : c'est le cas du produit très complexe que

donne l'action, sur l'essence de térébenthine, d'acide sulfurique à 50 %.

Le produit a subi une rectification très soignée en cinquante fractions et, pour les principales d'entre elles, on a déterminé le spectre Raman. Les principaux spectres sont représentés sur la figure 5.

Le résultat de l'analyse

spectrale a été indiqué en regard. On voit que quinze constituants ont pu être ainsi découverts. Certains correspondent à des corps déjà connus, mais d'autres, que nous avons distingués par les lettres *X*, *Y*, *Z*, *T*, *U*, sont des corps encore chimiquement inconnus, sur l'existence desquels l'attention du chimiste se trouve attirée.

Done, de la même façon que l'analyse spectrale atomique a permis au chimiste minéral de découvrir en quantité des éléments nouveaux, la nouvelle méthode de Raman doit permettre au chimiste organicien de découvrir en abondance des molécules nouvelles, que les vieilles méthodes de la chimie laissaient jusqu'à ce jour inaperçues.

5<sup>o</sup> *Les spectres Raman doivent permettre une étude approfondie de la constitution de la molécule elle-même.* — Enfin, et c'est là peut-être l'intérêt philosophique le plus

grand de la découverte de Raman, les spectres de molécule permettent d'aborder l'étude de la constitution intime de la molécule. Les raies des spectres de Bunsen et Kirschhoff étant relatives aux électrons constituant l'atome, leur étude a permis, comme nous l'avons signalé, d'entrer dans le détail de construction de ce merveilleux

« mesurait » l'énergie d'activation de la liaison. Or on sait aujourd'hui que, pour qu'une molécule puisse entrer en réaction, il faut que l'une de ses liaisons prenne un état convenable d'activation. Il y a certainement une parenté étroite entre cette activation chimique et l'activation physique, et il y a tout lieu d'espérer que la fréquence

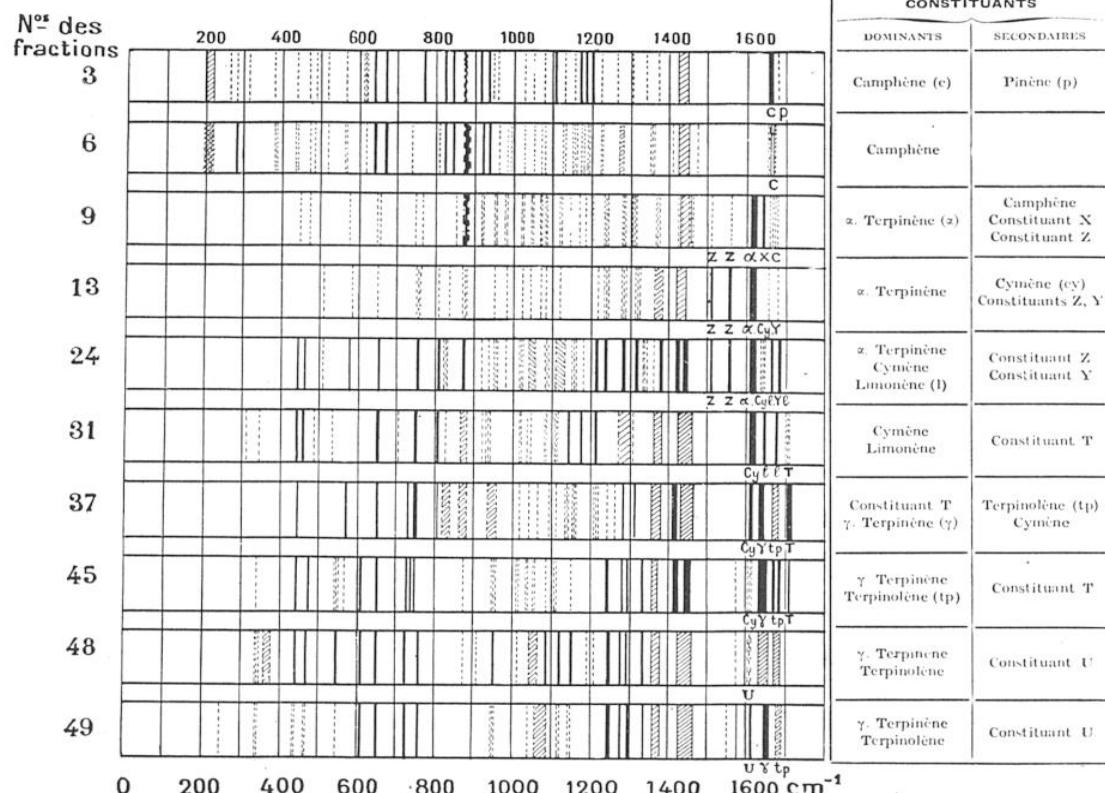


FIG. 5. — LE SPECTRE RAMAN PERMET DE DÉCOUVRIR DES MOLÉCULES NOUVELLES

L'acide sulfurique à 50 % agissant sur l'essence de térébenthine donne des produits très complexes. Ceux-ci ont été rectifiés très soigneusement en cinquante fractions, qui ont été soumises à l'analyse spectrale « Raman ». Voici quelques-uns des spectres obtenus. A côté de corps déjà connus, ils ont permis de découvrir des constituants X, Y, Z, T, U, jusqu'à présent inconnus.

assemblage et d'édifier, sur des bases solides, une théorie de la constitution de la matière qui s'est montrée des plus fécondes.

Les raies Raman sont, elles, relatives aux liaisons des atomes entre eux. Leur étude doit, parallèlement à la précédente, conduire à préciser la constitution de la molécule et la nature des liaisons chimiques.

A ce point de vue, une conséquence particulièrement précieuse peut être espérée. Nous avons dit que la fréquence Raman

Raman permettra de mesurer l'aptitude réactionnelle des diverses fonctions et sans doute de préciser l'action « activante », encore si mystérieuse, de certains catalyseurs.

La découverte de Raman est encore trop récente pour que l'on puisse en avoir tiré ou même entrevu toutes les conséquences, mais j'espère avoir montré dans ce bref exposé les applications multiples et précieuses qu'elle trouve dans le domaine de la chimie.

G. DUPONT.

# QUEL EST LE POTENTIEL DE GUERRE DE L'ARMÉE SOVIÉTIQUE ?

Par le Lieut.-Colonel REBOUL

*Dans l'évaluation des forces militaires de l'Europe (1) — tant au point de vue des effectifs que du matériel — on néglige trop souvent le facteur de puissance que constitue l'armée russe, réorganisée et outillée par le gouvernement des Soviets. Il serait puéril de négliger cette force d'un peuple de plus de 160 millions d'âmes que ne limite aucune restriction internationale et qui tend tous ses efforts vers un outillage national intensif et perfectionné (2). Il est vrai que, dans le domaine militaire comme dans le domaine industriel, il reste encore beaucoup à faire pour réaliser les plans ambitieux dressés par les dirigeants de l'U. R. S. S. Il n'en est pas moins exact que l'armée soviétique présente une valeur de premier ordre, dont on doit tenir compte et qui tendra, du reste, à s'améliorer de plus en plus, au fur et à mesure que l'armement deviendra plus homogène et les approvisionnements plus abondants, grâce à l'organisation intense de la production industrielle du pays, si riche en matières premières. Le colonel Reboul expose ici l'état actuel des forces soviétiques, et nous montre les moyens matériels dont elles disposent, en passant en revue les différents chapitres de la défense nationale : mobilisation industrielle, transports, armement, matériel chimique de guerre, aviation, etc.*

**N**ous connaissons mal l'armée russe en France. Cela tient moins à son éloignement de nous qu'aux formes quelque peu spéciales qu'elle a dû adopter, conséquence des difficultés qu'elle éprouve, dès le temps de paix, pour assurer son instruction et qui se multiplieraient et s'aggravaient en cas de guerre, tant pour le transport de ses grandes unités vers un théâtre d'opérations et leur ravitaillement que pour les fabrications qu'elle aurait à demander à son industrie. Ces difficultés proviennent des causes suivantes :

- de l'énorme étendue de son territoire ;
- de la faible densité de sa population ;
- du très faible développement des voies ferrées dont elle dispose.

Pour mieux les faire comprendre, nous les avons traduites sous forme de chiffres et les avons comparées aux mêmes éléments de notre propre territoire. (Tableau ci-dessus.)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 280.

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

Dans ces conditions, on comprend que l'organisation de l'armée russe ne puisse ressembler à la nôtre. Elle s'est trouvée, en effet, dans la nécessité :

— de transporter, dès le temps de paix, sur les frontières une partie des forces qui y seraient employées en temps de guerre ;

— de prendre des mesures spéciales pour instruire ses populations trop éloignées de centres d'instruction militaires ;

— de réduire, au moins pour une partie de sa jeunesse, la durée de l'instruction, sans quoi, ses dépenses militaires au

raient été hors de proportion avec les ressources financières dont elle dispose.

— de constituer différemment l'ossature de son armée. En France, nous ne prévoyons point le régiment d'infanterie combattant isolément ; nous l'envisageons toujours dans le cadre de la division. C'est donc celle-ci que nous dotons fortement de moyens de toute nature. En Russie, c'est l'inverse. Sur ces énormes fronts, le régiment peut être

	EN RUSSIE	EN FRANCE	Rapport entre l'élément français et l'élément russe correspondant
Etendue du territoire.....	21.200.000 km <sup>2</sup>	550.000 km <sup>2</sup>	2,63 %
Densité de la population au km <sup>2</sup> ...	7,6	74,6	980 %
Longueur du réseau ferré.....	77.000 km	44.000 km	
Densité du réseau ferré aux 100 km <sup>2</sup> .	0 km 36	80 km	22.222 %

TABLEAU I. — COMPARAISON DE LA FRANCE ET DE LA RUSSIE AU POINT DU VUE DU TERRITOIRE ET DES RÉSEAUX FERRÉS

amené à mener la lutte isolément. Il est donc fortement constitué. Il dispose d'artillerie propre, en dehors de celle destinée à repousser une attaque par les tanks.

### Comment est organisé le recrutement de l'armée russe

Le recrutement et l'organisation de l'armée russe sont régis par une série de lois (décret du 28 septembre 1924, décret du 8 août 1925, décret du 18 septembre 1925, décret du 8 août 1928, décret

service dans l'armée de terre, trois ans dans l'aéronautique, quatre ans dans la marine ;

— un quart est affecté aux unités territoriales ; les jeunes gens de cette catégorie accomplissent diverses périodes d'instruction dont la durée est de trois mois la première année et de un à deux mois les années qui suivent, sans que la durée de ces périodes puisse excéder dix mois.

— le reste, soit à peu près les trois cinquièmes, est considéré comme excédent des classes sous les drapeaux. Les jeunes

	INSTRUCTION PRÉMILITAIRE					SERVICE MILITAIRE ACTIF					RÉSERVES	
	1 <sup>re</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	1 <sup>re</sup> réserve	2 <sup>e</sup> réserve	3 <sup>e</sup> réserve	4 <sup>e</sup> réserve	5 <sup>e</sup> réserve	1 <sup>re</sup> réserve	2 <sup>e</sup> réserve
Ages des recrues.	19 ans	20 ans	21 ans	22 ans	23 ans	24 ans	25 ans	26 à 34 ans	35 à 40 ans			
Infanterie, cavalerie, artillerie, service de liaison.												
Défense des côtes, aviation (personnel spécialiste).												
Marine de guerre.												
Unités territoriales et mobiles				2 mois	3 mois	1 mois	2 mois	1 mois	2 mois	1 mois	2 mois	
En dehors des cadres et de l'armée				2 mois	1 mois	1 mois	2 mois	1 mois	2 mois	1 mois	2 mois	

Instruction pré militaire
Service ininterrompu
Congés de longue durée et congés entre les rappels
Réserve
Rappel

TABLEAU 2. — MÉCANISME COMPLET DU RECRUTEMENT DE L'ARMÉE RUSSE

du 13 août 1930), qui ne s'annihilent jamais complètement, de telle sorte que leur étude est complexe.

Théoriquement :

— tous les citoyens de la République des Soviets sont astreints à servir de dix-neuf ans révolus à quarante ans inclus ;

— seuls les travailleurs peuvent être combattants ; ceux qui n'appartiennent pas à cette catégorie sont versés dans une réserve spéciale ;

— tous les jeunes gens doivent, dans les deux années qui précèdent leur appel, suivre dans des centres régionaux des cours d'instruction militaire et politique un mois par an.

La loi militaire russe n'est pas basée sur l'égalité des charges. Ainsi sur le contingent déclaré bon pour le service :

— un peu moins du tiers est incorporé dans les unités actives ; il fait deux ans de

gens qui reçoivent cette affectation doivent participer à des périodes d'instruction d'une durée totale de six mois, réparties sur la durée de leurs cinq années de service actif.

Le tableau ci-dessus permet de concevoir le mécanisme de recrutement de l'armée russe et des obligations de sa jeunesse de 19 ans à 40 ans, mais cette loi militaire, déjà compliquée, a été rendue plus complexe encore du fait de nombreuses modifications de détail. Ainsi, les Soviets ont organisé :

— le *service militaire industriel*. Les ouvriers de certaines usines et, plus généralement, tous ceux désignés par les commissaires du peuple, lors des opérations de recensement, peuvent accomplir leurs deux années de service dans des usines travaillant pour la défense nationale. Ils reçoivent un minimum d'instruction militaire. A leur libération, ils sont affectés à ces usines comme réservistes en cas de mobilisation ;

— le *service actif civil*. Les recrues d'origine bourgeoise ne sont plus astreintes à payer une redevance d'exonération pendant leurs deux années de service qu'ils doivent désormais accomplir dans des unités spéciales, affectées à des travaux d'utilité publique.

— le *recensement des femmes de 22 à 40 ans* (article 23 de la loi du 1<sup>er</sup> septembre 1930) qui ont :

1<sup>o</sup> servi dans l'armée comme officiers, gradés ou soldats (il en existe dans l'administration, dans le service politique, dans le service de santé, dans le service vétérinaire) ;

2<sup>o</sup> suivi le cours militaire de l'Osoviakhim, celui d'infirmière de réserve ou de sage-femme.

Telles sont les principales mesures qui ont modifié les lois essentielles du recrutement de l'armée russe. Tout chez elle n'est qu'inégalité. Par exemple, le commissaire de la Guerre et de la Marine peut :

a) dans des cas exceptionnels, maintenir à leur corps pendant trois mois, les hommes qui ont accompli leur temps de service actif ;

b) les envoyer en congé avant les dates fixées ;

c) rappeler, en dehors des périodes d'instruction prévues, toutes les catégories qui sont astreintes à un service effectif.

d) prescrire tout exercice de mobilisation ; il en fixe les modalités et la durée.

### L'organisation générale de l'armée russe

L'instruction de cette masse d'hommes est assurée par des unités différentes, suivant qu'ils sont versés dans des unités cadres ou dans des unités territoriales. La composition de ces formations est identique, avec cette différence que les dernières ne comprennent que des cadres restreints et que leurs compagnies, escadrons et batteries, en dehors des périodes d'activité, ne sont représentés que par un homme ou deux. Par contre, au moment où ces formations sont appelées à suivre un cours d'instruction, leur effectif est identique à celui d'une

unité de l'armée-cadres portée sur le pied de guerre.

L'armée russe comprend :

21 corps d'armée ;

29 divisions de l'armée normale ;

41 divisions territoriales ;

10 divisions de cavalerie-cadres ;

10 brigades de cavalerie autonomes.

La division d'infanterie est forte, comme la nôtre, de trois régiments d'infanterie, mais elle est moins richement dotée en artillerie et en services, puisqu'elle ne comporte, en plus de son infanterie, qu'un escadron de cavalerie, un régiment d'artillerie légère, une compagnie de liaison et une compagnie de sapeurs. Le régiment d'infanterie russe, par contre, est plus fortement constitué que le nôtre. Il comprend, en effet :

1<sup>o</sup> un commandement qui dispose en permanence d'une section chimique, d'une section de camouflage et d'une de sapeurs ;

2<sup>o</sup> d'un état-major, avec un détachement d'éclaireurs à cheval, un autre de liaison, une section de musiciens et un personnel de bureau ;

3<sup>o</sup> 3 bataillons comprenant chacun :

a) une section de liaison ;

b) une section d'engins d'accompagnement (lance-mines de 58 millimètres et canons de 37 %) ;

c) 3 compagnies de fusiliers ;

d) 1 compagnie de mitrailleuses.

Chaque compagnie de fusiliers comporte déjà des mitrailleuses. Théoriquement, elle devrait en comprendre 12 légères et 4 lourdes. La compagnie de mitrailleuses devrait disposer de 12 mitrailleuses lourdes, mais ces chiffres ne sont pas encore atteints.

4<sup>o</sup> un groupe d'artillerie de 2 batteries de 76 millimètres de 3 pièces chacune ;

5<sup>o</sup> un service d'intendance, un service de santé et un service vétérinaire ;

6<sup>o</sup> une école régimentaire fortement constituée.

Le régiment russe est donc outillé pour vivre et combattre isolément. C'est la cellule essentielle de l'armée. Cela permet, dans



FIG. 1. — CARTE DE L'U. R. S. S. MONTRANT LES DIVERSES CIRCONSCRIPTIONS MILITAIRES TERRITORIALES RUSSES

une certaine mesure, à son commandement de le détacher facilement de la division dont il relève organiquement pour l'affecter à une autre unité. Les Russes respectent, en effet, moins que nous les liens normaux de leurs formations. Ainsi, le corps d'armée n'existe pour ainsi dire point chez eux. La région, par contre, et aussi le corps (corps d'infanterie comprenant de 2 à 4 divisions de ces armes) a une existence mieux assurée.

#### L'instruction militaire s'effectue aussi en dehors de l'armée

Pour que cette armée recrutée parmi des races différentes, instruite suivant des formules variées, présente quand même une certaine homogénéité et soit la mieux instruite possible, les Russes, tout comme les Italiens, ont organisé soigneusement l'instruction pré militaire de leur jeunesse. Ils y parviennent au moyen de trois formations : celle des pionniers, celle des jeunesse communistes et l'Osoviakhim.

Dès l'âge de 9 ans, les enfants d'origine ouvrière et paysanne s'initient aux exercices militaires dans les groupements de pionniers dont le nombre augmente chaque année. Ils participent à toutes les revues, à tous les défilés, prennent part à toutes les parades ; de plus en plus, ils y défilent armés. D'après les *Izvestia* du 25 mai 1932, 70.000 d'entre eux auraient figuré à la démonstration des sociétés de gymnastique de Moscou sur la place Rouge de cette ville, la veille, 24 mai. Plus d'un million d'entre eux ont été répartis, l'été dernier, dans des camps spéciaux où ils ont été entraînés à une discipline stricte et au maniement des armes.

A 13 ans, le jeune pionnier passe dans les jeunesse communistes, dans les « Kom-somol ». Elles groupent les jeunes gens jusqu'à dix-neuf ans. Au 1<sup>er</sup> janvier 1933, elles comptaient près de 3 millions de membres. Leurs adhérents sont groupés en cellules qui effectuent des manœuvres sous

les ordres d'officiers de réserve ; ils fournissent tous les ans des candidats aux écoles militaires.

L'Osoviakhim, qui collabore au renforcement de la puissance de l'armée russe, est plus spécialement orientée vers le développement de l'aviation. Cela se conçoit facilement quand on sait qu'elle a été fondée par la fusion des trois sociétés suivantes :

- des amis de la flotte aérienne ;
- d'encouragement à l'aviation et à l'industrie chimique ;
- d'encouragement à la défense nationale.

L'Osoviakhim s'est donnée comme tâche de développer plus particulièrement les industries qu'elle considère comme vitales pour la Russie : son industrie chimique et son industrie aéronautique. Grouant près de 6 millions de membres, le 1<sup>er</sup> janvier 1933, elle s'efforce de se substituer à l'armée rouge, chaque fois que celle-ci, pour

une raison quelconque ne peut point parvenir au but qu'elle désire. L'Osoviakhim compte un grand nombre de femmes, plus de 600.000. La plupart suivent des cours techniques, afin de pouvoir être utilisées en cas de conflit.

#### Voici le matériel de guerre

Pendant la dernière guerre, la Russie, malgré les masses énormes d'hommes qu'elle avait mobilisées et qu'elle entretenait sur le front, n'a pas pu jouer un rôle important par suite de la faiblesse de son industrie nationale qui a été incapable de lui fournir le matériel dont elle avait besoin. Ainsi, en janvier 1917, ses armées ne disposaient que de 2 millions de fusils pour les 8.500.000 rationnaires qu'elles comptaient, cela malgré des envois extrêmement importants que lui firent les alliés. Pour ne citer qu'un chiffre, ceux-ci lui expédièrent 188.000 fusils en décembre 1915 sur les 272.000 qu'elle put mettre, ce mois-là, à la disposition de ses troupes.

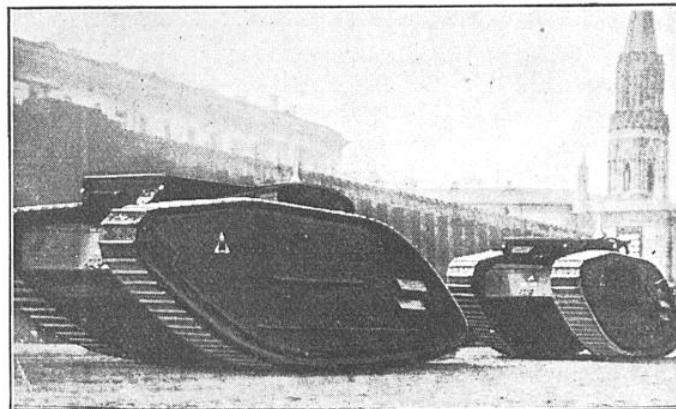


FIG. 2. — TANKS RUSSES DÉFILANT A MOSCOU

Ces envois, les achats qu'elle avait faits elle-même avant guerre ont abouti à ce que son armement, en 1918, était extrêmement disparate. Il l'est resté, ses ressources en matériel n'étant point suffisantes pour unifier ses matériels. Son artillerie, par exemple, comprend les types suivants :

Canon de bataillon, 37 millimètres ;  
Canon de régiment d'infanterie et d'artillerie de campagne, 76 millimètres ;

Canon de montagne, 76  $\frac{m}{m}$  2 ;

Obusier de campagne (Krupp), 121  $\frac{m}{m}$  92 ;

Canon de 106 à tir rapide ou 42" (il comporte trois modèles différents : (Schneider, japonais et russe) ;

Obusier de 113 (c'est l'obusier anglais 45") ;

Obusier de 122 (c'est l'obusier léger russe 48") ;

Obusier de 152 ; il comporte et comporte encore quatre types, le Schneider à tir rapide, le 200 pouds de 1904, le 120 pouds de 1877, et le 190 pouds de 1878 ;

Obusier de 205 ; Obusier de 260 ; Obusier de 280 ;

Canon de 305 ; Enfin obusier de 305.

Beaucoup de ces matériels sont démodés et ne sont plus susceptibles d'un bon rendement sur le champ de bataille. La Russie ne les en conserve pas moins. Jusqu'ici, faute de moyens industriels et financiers, elle n'a pu les remplacer par d'autres types plus récents, à plus grand débit et à plus grande portée. Elle a toutefois mis en fabrication un fusil automatique, le fusil Federov, d'un calibre de 6 mm 5 ; elle l'a distribué à certaines de ses unités pour l'expérimenter, mais elle ne semble pas prête à en entreprendre une production intensive. A juste raison, semble-t-il. Elle travaille à se mettre en situation, en cas de guerre, de fournir le matériel de remplacement que lui réclameraient ses armées et de les ravitailler abondamment en munitions.

### Mobilisation industrielle

En tant que préparation de sa mobilisation industrielle, elle a accompli de réels progrès. Toutes les industries qui pouvaient

lui être de quelque utilité en cas de guerre ont été classées par elle dans le groupe A de son plan quinquennal, c'est-à-dire dans celui auquel elle a consacré le maximum de ses moyens. Nous reproduisons, dans le tableau 3, la répartition qu'elle a faite de ses industries entre ces deux groupes :

L'effort accompli par la Russie pour ses industries du groupe A a été sérieux. Ainsi, la production de ses mines de fer et de manganèse, qui avait augmenté déjà de 38,1 % pendant la période de 1923 à 1928, doit effectuer un nouveau bond en avant. Les Soviets comptent porter l'exploitation de leur minéral de fer de 5.700.000 tonnes en 1927-28 à 15.000.000 de tonnes en fin 1933,

peut-être même à 17.000.000 de tonnes. Pour la houille, ils affirment devoir atteindre, en fin 1933, au moins 68.000.000 de tonnes et probablement 75.000.000 de tonnes, alors que, en 1927-28, ils n'en extrayaient pas 35.000.000 de tonnes, malgré une première

augmentation du rendement de leurs charbonnages de 22,5 % pendant la période de 1923 à 1928.

Malgré ces progrès indéniables dans certaines branches de leur industrie, les Soviets se rendent compte des obstacles qu'ils auraient encore à vaincre en cas de conflit, par suite de la faible densité de leur réseau ferroviaire, d'autant que celui-ci est loin de s'améliorer et que son parc de locomotives et de wagons paraît, au contraire, être moins bien entretenu d'année en année. Dans un numéro des *Izvestia* (1), nous relevons, par exemple, cet aveu récent :

« Le mauvais état des locomotives, la mauvaise coordination des services, depuis la direction des voies jusqu'aux employés des gares et des trains, ont eu pour résultat que le plan pour le chargement des marchandises n'est exécuté que dans une proportion de 60 à 70 %. »

Toutes ces raisons font que l'armée russe ne pourrait pas encore produire sur les

(1) Journal officiel russe.

champs de bataille un effort proportionnel à ses énormes effectifs mobilisables. Elle veut y parvenir cependant dans la mesure de ses moyens. Puisqu'elle est gênée dans cette action par l'insuffisance de son réseau ferroviaire et de sa production métallurgique, elle a envisagé deux modes d'action puissants, qui n'ont plus à tenir compte ni des transports en surface ni de la capacité du débit de ses hauts fourneaux ou de ses usines métallurgiques de transformation,

« La préparation des cadres d'aviateurs, composés des meilleures jeunesse prolétariennes, présente un problème des plus importants. Les organisations d'Osoviakhim, des Comsommols, des unions professionnelles et de parti doivent participer à sa résolution. »

Pour aider cet essor, la Russie compte employer largement l'avion dans l'agriculture. « L'avion vers les champs socialistes ! » D'après la presse soviétique, les avions devraient être employés à l'assainis-



FIG. 3. — UN BATAILLON DE SKIEURS DE L'ARMÉE RUSSE

à savoir l'aviation et la guerre chimique, sur lesquelles elle a porté ses efforts.

#### L'aviation soviétique

La Russie s'est engagée joyeusement dans la voie de l'aviation. Son gouvernement, sa presse y poussent sans cesse sa population. Les *Izvestia* reviennent souvent sur ce thème :

« Le développement des voies de communication aériennes constitue un devoir commun pour tous les travailleurs. »

« La meilleure jeunesse aux écoles d'aviation », écrit la *Krasnaïa Tataria*, de Kazan, en annonçant l'ouverture d'une nouvelle école d'aviation civile et en ajoutant comme commentaire :

sement des champs, à la destruction des larves des insectes invisibles, notamment des parasites du coton, ainsi qu'à la lutte contre les sauterelles. Ce sera un camouflage facile d'une aviation militaire.

Rien d'étonnant à ce que, dans ces conditions, les Soviets poussent hâtivement au développement de leur aéronautique. A cet effet, ils ont multiplié le nombre des usines consacrées à cette industrie, étudié des types d'avions et plus généralement d'aéronefs gros porteurs qui conviennent à la réalisation de leurs desseins ; créé un très grand nombre d'aérodromes, de façon à pouvoir réaliser, sur n'importe quel point, une grosse concentration de leurs forces aériennes.

En 1928, le nombre des usines travaillant

pour l'aéronautique n'était, en Russie, que de vingt-huit ; il a été porté à quarante-cinq dès la fin décembre 1932. Cette industrie est actuellement suffisamment outillée pour produire tous les moteurs et toutes les cellules dont peuvent avoir besoin les Soviets. Certaines usines sont même puissamment organisées. Ainsi la fabrique Dolgo Proutai peut construire en même temps deux dirigeables de 5.500 mètres cubes et sortir de gros avions de combat qui doivent déve-

— une académie aérienne, avec trois facultés (une pour commandants de bord, une pour ingénieurs, une pour recherches scientifiques) ;

— une école supérieure pour mécaniciens et aviateurs, dont la durée des cours est de trois ans ;

— une école de guerre pour l'observation, avec trois cours, un de photographie, un de météorologie, un de colombophilie ;

— une école supérieure de navigation



FIG. 4. — EXERCICE DE LIAISON EN CAMPAGNE PAR LA T. S. F.

lopper une puissance de 3.250 ch et porter jusqu'à 7 tonnes de charge utile.

La Russie construit aussi bien le planeur que l'avion de tourisme de grande reconnaissance ou de bombardement. Pour développer chez elle le vol à voile, qui, d'après Vorochilov, son commissaire à la Guerre, contribue dans une large proportion à la « formation du combattant de l'air plein de courage, hardi et habile », elle a organisé des concours, construit des appareils spéciaux.

Les Soviets ne ménagent ni crédits ni recherches pour permettre à leur aéronautique de progresser. A cet effet, ils ont créé plusieurs écoles spéciales, tant à Moscou qu'à Leningrad, notamment :

aérienne, dont la durée des cours est de deux ans.

En même temps, afin de permettre aux jeunes pilotes de se perfectionner dans la pratique du vol, ils ont ouvert, dans le courant de 1932, toute une série de lignes aériennes, dites d'études, à exploitation facile. Le directeur de l'Institut d'Aéronautique, le professeur Toupolov, au Ve congrès des ingénieurs et techniciens, a pu, à juste titre, célébrer l'essor de l'aéronautique russe et déclarer :

« Nous avons commencé par construire des appareils avec des moteurs d'une puissance de 100 ch et nous sommes arrivés à en construire avec des moteurs atteignant 3.000 ch ; nous sommes en train d'étudier

la construction d'un appareil dont la puissance motrice s'élèvera à 6.000 ch. »

Le développement du réseau aérien russe a été parallèle et extrêmement rapide. Il est passé de 26.000 kilomètres en 1930 à 50.000 kilomètres en 1931 et à 70.000 kilomètres en 1932.

Certaines lignes exploitées ont une très grande longueur. Ainsi celle de Moscou à la côte est du Kamtchatka atteint à elle seule

*Ch-5*, qui peut être utilisé dans les régions arctiques et être employé également pour des fins sanitaires et agricoles. Il permet d'enlever, en plus du pilote et du mécanicien, dix passagers. Les deux moteurs sont fixés sur les ailes. A pleine charge, il atteint une altitude de 1.000 mètres en trois minutes et demi. L'*Ant-14*, en cours de construction, doit pouvoir enlever une demi-section avec ses armes et un large approvisionnement (n

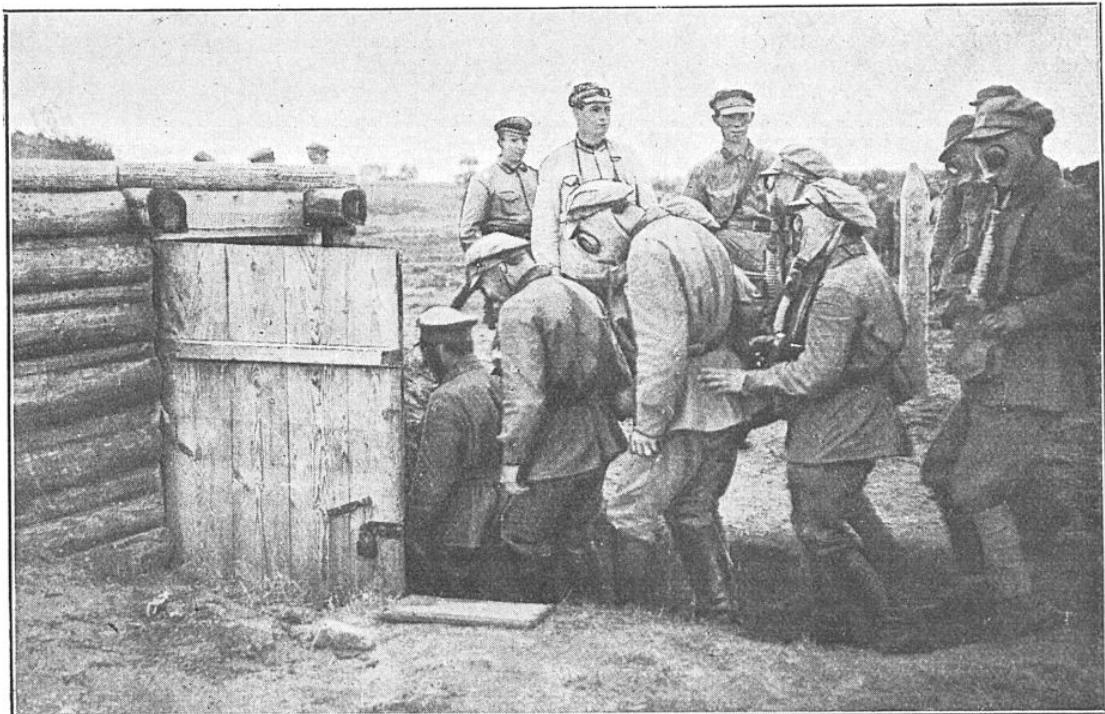


FIG. 5. — LES SOLDATS RUSSES PASSENT DANS UNE CHAMBRE A GAZ AFIN DE S'ENTRAINER AU PORT DU MASQUE ET DE SE CONVAINCRE DE SON EFFICACITÉ

environ 13.000 kilomètres (presque le double de la distance de Londres aux Indes). La Russie, en 1932, a porté le gros de son effort sur l'Asie centrale ; elle a ouvert plus de trente lignes dans cette seule année. Tous les grands centres sont désormais régulièrement reliés ; ce développement des communications permet aux Soviets de diriger plus efficacement ces immenses contrées et de les faire contribuer plus efficacement aux buts qu'ils poursuivent.

Toutes ces lignes sont desservies par des appareils de fabrication entièrement russe. Est russe l'avion *A. J. R. 7*, qui, en novembre 1932, a atteint la vitesse de 325 km. heure. Est également entièrement russe de conception et de fabrication l'avion amphibie

munitions. Plusieurs dirigeables, dont un de grandes dimensions (18.000 mètres cubes), sont en construction.

Il est certain que la Russie, dans un prochain conflit, fera largement appel à son aviation. Elle s'organise également pour se défendre contre les tentatives aériennes de l'ennemi. Grâce à son Osoviakhim, elle a créé partout des centres de défense anti-aérienne, dans lesquels elle se livre à de nombreux exercices de mobilisation. Pendant toute leur durée, les consignes, quelles qu'elles soient, doivent être rigoureusement appliquées. Les Soviets ne badinent point sur ce point. Ainsi, à Bakou, a été prise la décision suivante : « Quiconque ne se conforme pas strictement aux ordres donnés

s'expose à une amende de cent roubles ou à une peine de deux mois de travaux forcés. » Ces prescriptions ne concernent point de manifestations contraires aux ordres donnés, car cela n'est pas possible en Russie, mais la non-observation d'une instruction peut être mal appliquée parce que non comprise.

### La préparation à la guerre des gaz

Comptant sur leur aéronautique dans un prochain conflit, il était naturel que les Soviets essayent de perfectionner leur matériel chimique, la lutte par les gaz étant considérée par beaucoup comme le complément indispensable de la lutte aérienne qui, seule, dit-on, permettra d'atteindre les masses et d'amener plus rapidement la décision.

Les Soviets ne cachent point qu'ils s'outillent en conséquence. Leur commissaire à la Guerre ne cesse de préconiser l'étude de la technicité dans l'armée. Dans un ordre du jour qu'il adressait le 1<sup>er</sup> mai 1931 aux officiers terminant à cette date leurs études dans les Académies supérieures de guerre et de marine, il disait : « Le mot d'ordre du camarade Staline : « Les bolchevicks doivent posséder une grande technique », est en étroit rapport avec l'armée rouge et, avant tout, avec son commandement, dont la tâche principale consiste, à l'heure actuelle, dans la possession complète de la technique militaire, et dans la familiarisation avec les formes complexes de la guerre moderne, même les plus inattendues, même celles qu'on n'ose pas d'ordinaire prévoir. »

Dans un rapport de fin 1932 sur l'armée rouge, ce même commissaire à la Guerre, examinant la question de l'armement chimique, précisait : « Nous pouvons dire que, désormais, en cas de guerre chimique, nous ne serons pas désarmés. Nous saurons défendre nos troupes contre toute attaque. »

Cela, à la vérité, n'est point un aveu net de préparation de guerre chimique, bien qu'on puisse ainsi le comprendre et qu'il faille ainsi l'interpréter, mais nous sommes fixés sur ce point par de nombreuses déclarations d'Allemands. Dans les vallées de la Volga, loin de tout grand centre, le Reich a fait installer des usines de gaz asphyxiants pour poursuivre en grand les expériences

auxquelles il se livre, sous une forme réduite, en Prusse orientale. Là, dans ces plaines immenses, peu peuplées, loin de tout contrôle, protégé par la discréetion absolue que sait imposer la Teheka, il a pu multiplier les émissions en vraie grandeur, se rendre compte de la durée de persistance des gaz, de leur comportement en présence des divers vents, de la pluie, du froid, de l'humidité, de leurs effets sur des animaux, de leur action sur des hommes pourvus de divers types de masques ; il a pu, en un mot, amasser soigneusement toute une documentation extrêmement difficile à établir.

Les aveux à ce sujet ont été multiples. Ainsi la feuille socialiste *Leipziger Volkszeitung*, à diverses reprises, a enregistré des déclarations d'ouvriers allemands ayant travaillé dans ces usines et qui ont consenti à parler. « La Société allemande Gefu, dit l'un d'eux, a, en fin décembre 1925, expédié une soixantaine d'ouvriers allemands qualifiés à une usine d'ypérite située dans la vallée de la Volga, quelques stations avant Subranoff. Cette usine avait été montée uniquement par des maisons allemandes. Siemens Schuckert, notamment, lui avait fourni toute son installation électrique. Les ouvriers n'abandonnèrent l'usine qu'après l'avoir mise en parfait ordre de marche. Les Soviets peuvent désormais en disposer. »

Ils peuvent donc, du jour au lendemain, demander à leur aviation et à leur artillerie, mais à leur aviation de préférence, pour qui les distances ne comptent pas et qui se joue des réseaux routiers ou ferroviaires mal entretenus, de jeter des tonnes de gaz asphyxiants sur les centres de population ennemis et chercher ainsi à obtenir une décision rapide qu'ils ne pourraient point espérer par le seul emploi de leur armée de terre.

Telle est la voie dans laquelle s'engage l'armée russe. Sans doute, tout n'est point parfait chez elle. Ses cadres ne lui donnent point toute satisfaction, quelques efforts qu'ait fait son commandement pour améliorer leur instruction tant générale que technique, mais, telle qu'elle est actuellement, elle représente une valeur qui n'est point négligeable.

Lieut.-Colonel REBOUL.

## LES GRANDES ÉPOQUES DE LA SCIENCE

### A PROPOS D'UN JUBILÉ : L'ŒUVRE DE D'ARSONVAL ET LA PHYSIQUE DE LA VIE

Par JEAN LABADIÉ

*Le 27 mai dernier a été célébré en Sorbonne le jubilé scientifique du professeur d'Arsonval dont l'œuvre avait déjà été exaltée au « Congrès des physiothérapeutes américains », en décembre 1932. Le grand mérite de ce savant est d'avoir démontré expérimentalement que les êtres vivants, en tant que producteurs d'énergie mécanique, étaient de véritables machines électriques. A cet égard, sa théorie du muscle moteur « électrocapillaire » est aujourd'hui classique. Ses travaux concernant l'action thérapeutique des courants à haute fréquence ne le sont pas moins puisqu'ils sont maintenant à la base des méthodes de traitement universellement appliquées sous le nom générique de « darsonvalisation ».*

**S**i les filiations spirituelles ne sont pas illusions pures, aucune n'est plus frappante que celle qui relie M. d'Arsonval à Claude Bernard son maître, auquel il a succédé dans la chaire de médecine du Collège de France aussitôt après Brown-Sequard.

Claude Bernard, le premier physiologiste qui examina la matière vivante à la façon du chimiste et du physicien, c'est-à-dire par une méthode rigoureusement « expérimentale », eut deux grands élèves : Brown-Sequard (qui, développant la géniale intuition du maître, généralisa la notion de « sécrétion interne » et, par conséquent, la fonction capitale des glandes endocrines dont les produits subtils, les hormones, constituent la « chimie » spécifique de la vie qu'aucun laboratoire ne saurait imiter) et M. d'Arsonval, qui établit de toutes pièces, avec une originalité, cette fois *absolue*, la « physique » de la machine vivante. La physique et la chimie de la vie ont ainsi puisé au Collège de France leurs bases les plus fondamentales.

La pensée maîtresse de l'œuvre de M. d'Arsonval, qu'il a appuyée des expériences les plus décisives, est celle-ci : que tout être vivant constitue avant tout une machine électrique et non pas un moteur thermique — ainsi que l'admettaient et que l'admettent

encore vaguement certains physiologistes peu soucieux de l'exactitude physique. Les aliments ne sauraient fournir à l'organisme, par simple « combustion interne », l'énergie qu'ils représentent et que l'on mesure effectivement en « calories ». Seul, les moteurs thermiques peuvent utiliser ainsi les hydrocarbures, mais ils fonctionnent par une chute perpétuelle de température entre les deux « sources », chaude et froide, que leur assigne le principe de Carnot. On rechercherait en vain de tels organes dans le moteur animal qui, fonctionnant à température constante, évoque, en conséquence, plus logiquement la machine électrique que la machine thermique.

M. d'Arsonval a justement démontré que les deux formes de génération et d'utilisation du courant électrique se trouvent dans l'organisme : l'une rappelant la pile chimique dont le courant s'écoule dans un parfait repos apparent de la matière, l'autre évoquant les générateurs mécaniques d'électricité et reversibles en machines motrices.

M. d'Arsonval a déclé, en effet, dans les organismes vivants deux espèces de courants électriques ; les uns stationnaires et qu'en dehors de l'intervention du physiologiste qui les mesure, on peut imaginer comme étant fermés sur eux-mêmes, à l'intérieur des tissus vivants : ce sont les

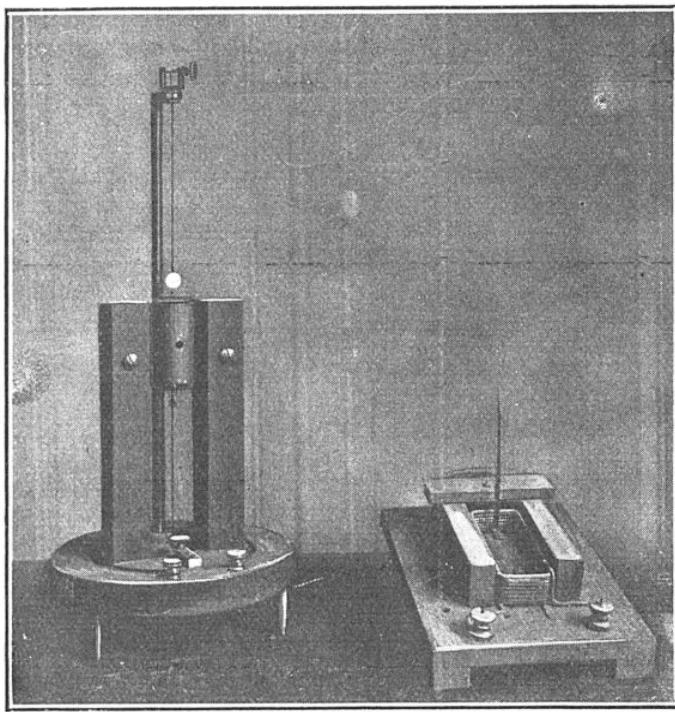


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DU GALVANOMÈTRE « APÉRIODIQUE » DEPREZ-D'ARSONVAL.

Ce galvanomètre, dont la sensibilité est extrême, a son principe dans l'appareil de droite (imaginé par Deprez) où un circuit électrique parcouru par le courant oscille dans le champ magnétique. M. d'Arsonval a perfectionné l'instrument, en le rendant plus sensible, comme l'indique le schéma suivant.

courants qu'il appelle « de repos » ou d'entretien de la vie ; les autres, qu'il nomme « courants d'action », apparaissent dans les muscles en travail mécanique.

#### L'« électrogénèse » dans les tissus vivants

Pour déceler les *courants* de repos dans les tissus vivants, il faut naturellement appliquer deux électrodes aux points entre lesquels se produit, dans l'organisme, la différence de potentiel. Ainsi disposera-t-on de la force électromotrice nécessaire aux mesures.

Cette force électromotrice est très faible. Il faut donc, pour la mesurer, un *galvanomètre* ultra-sensible. Les *électrodes* à plonger dans les tissus vivants ne peuvent être quelconques, sinon la réaction chimique de leur propre matière avec les liquides organiques produit l'effet parasite bien connu des piles ordinaires. Elles se « polarisent ». Avant toute recherche, M. d'Arsonval a dû créer,

par conséquent, des électrodes « impolarisables » et un galvanomètre extrêmement sensible, capable de mesurer les très petites différences de potentiel qu'il attendait. Le seul établissement de cet outillage dénotait chez M. d'Arsonval cette intuition remarquable du physicien qui ne cessa de secourir le physiologiste à mesure qu'il avançait dans ses recherches. Si, d'ailleurs, nous nous laissions détourner du but que nous nous sommes proposés, qui est de montrer l'immense révolution apportée par M. d'Arsonval dans la physiologie théorique, avec toutes les conséquences médicales qui s'ensuivent, nous n'aurions pas assez de pages de cette revue pour décrire les seuls appareils de M. d'Arsonval physicien. On a pu dire, avec juste raison, que les montages électriques réalisés pour ses recherches suffisaient pour équiper de pied en cap la première station de télégraphie

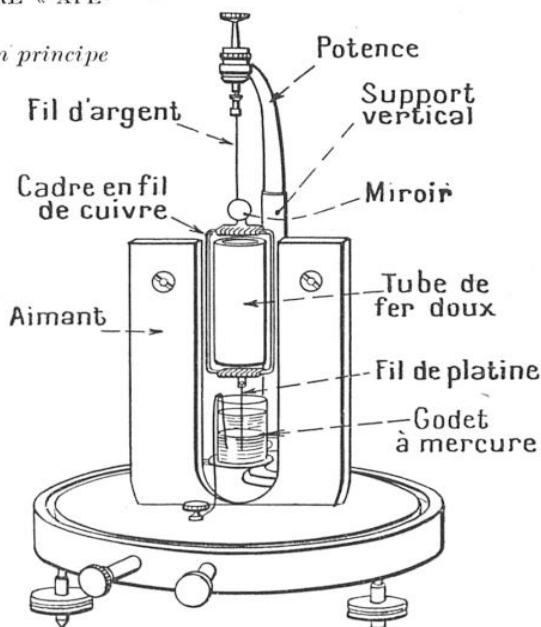


FIG. 2. — SCHÉMA DU GALVANOMÈTRE D'ARSONVAL

Le circuit oscillant, formé d'un cadre en fil de cuivre, oscille dans l'entrefer de l'électro, mais autour d'un tube en fer doux qui renforce le champ magnétique. Le circuit est suspendu à un fil de torsion en argent qui supporte un miroir.

sans fil (éclateur tournant, alternateurs H. F., résonateur Oudin, tout cela fut inauguré au laboratoire de M. d'Arsonval à Nogent-sur-Marne.)

Pour en revenir à la découverte centrale de son œuvre, on peut la formuler ainsi : il a montré que le tissu vivant travaille d'abord d'une façon permanente à la manière d'une pile. L'oxydation du protoplasma cellulaire se traduit par le courant électrique, et celui-ci, en vertu de l'*« effet Joule »*, qui résulte de la *résistance* propre des tissus, produit à son tour la chaleur animale que nous connaissons tous. Prendre sa température au thermomètre médical, c'est donc vérifier si la pile électrique de notre organisme et le circuit de nos tissus sont en équilibre, *sans excès ni défaut de courant*.

Mais, dès qu'un muscle se met en branle pour fournir du travail mécanique, la pile interne de notre organisme doit y pourvoir par un supplément de courant instantané.

Car le muscle constitue également une machine électrique, « motrice » en principe, mais également « génératrice » au titre de la simple « reversibilité » qui est une des grandes lois physiques. C'est ce que démontre avec une rare élégance cette autre « invention » de M. d'Arsonval que nous allons décrire.

### Le muscle artificiel, moteur électrocapillaire

Reconstituer le mécanisme musculaire dans sa structure la plus intime, quelle gageure c'eût été aux yeux des premiers physiciens qui étudièrent les réactions « galvaniques » de la cuisse de grenouille. Cependant, en cette grande époque scientifique que fut le dernier quart du XIX<sup>e</sup> siècle, un physicien de premier plan, Gabriel Lippmann, apportait une découverte d'ordre général qui allait permettre à M. d'Arsonval

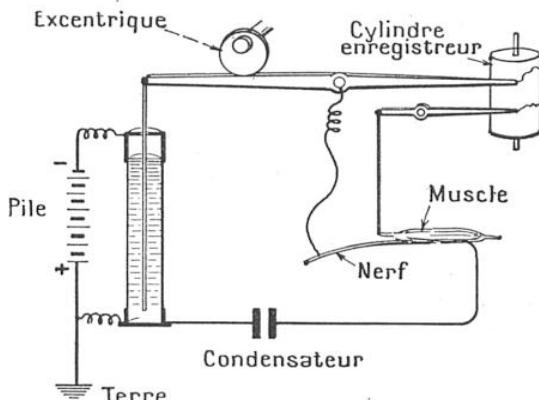


FIG. 4. — MONTAGE POUR LA DÉMONSTRATION PAR M. D'ARSONVAL DE LA PROPORTIONNALITÉ DE L'EXCITATION MUSCULAIRE A L'EXCITATION ÉLECTRIQUE DU NERF

Le nerf étant connecté au circuit électrique, le courant reçoit des variations périodiques par le mécanisme d'un excentrique agissant sur un levier qui inmerge plus ou moins l'une des électrodes. Le muscle répond sur le cylindre enregistreur de cette variation électrique par une courbe dont les ordonnées sont exactement proportionnelles à celles de la courbe du courant d'excitation.

de réaliser ce tour de force. Le phénomène de Lippmann, qui porte le nom « d'électrocapillarité », consiste en ceci que la *tension superficielle* d'un liquide est fonction de l'état électrique de ce liquide.

Modifions, par exemple, la charge électrique d'une goutte de mercure par application d'un courant suivant deux pôles de sa sphère. La tension superficielle du liquide varie aussitôt. La forme de la goutte en est influencée : tantôt elle s'allonge suivant cette ligne polaire et tantôt elle s'élargit suivant l'équateur. Cela dépend du sens du courant. De même, le « ménisque » du mercure dans un tube capillaire, modifié par une variation électrique, permet à Lippmann de construire son célèbre moteur « électrocapillaire » formé par un faisceau de tubes minces plongés verticalement dans une cuve de mercure soumise à une variation de courant. La variation consécutive de la tension superficielle amène le faisceau tubulaire à prendre un mouvement alternatif vertical, qui peut agir par une bille sur un volant.

Le moteur électrocapillaire de M. d'Arsonval joue, au contraire, par dilatations et contractions alternatives de gouttes mer-

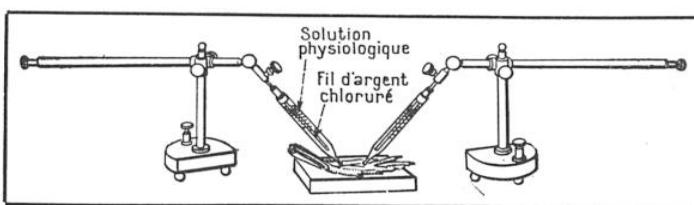


FIG. 3. — LES ÉLECTRODES « IMPOLARISABLES » IMAGINÉES PAR LE PROFESSEUR D'ARSONVAL

Les électrodes destinées à la mesure des courants dans les tissus organiques (ici en patte d'oie) doivent échapper au phénomène de « polarisation » qui se produirait avec des électrodes en argent pur. M. d'Arsonval a, le premier, résolu d'une façon très élégante cette difficulté technique essentielle par le montage ci-dessus : le fil d'argent chloruré est lui-même plongé dans une « solution physiologique » (au chlorure de sodium).

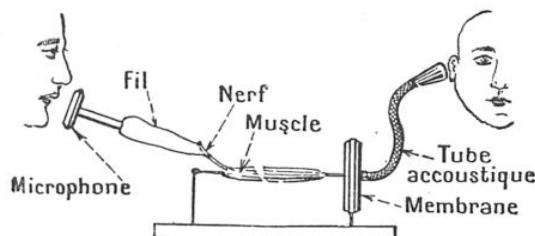


FIG. 5. — LE MUSCLE « TÉLÉPHONIQUE »  
Un muscle crural de grenouille est tendu sur une membrane acoustique. Son nerf est connecté à un microphone. Le nerf, sous l'influence de l'excitation des courants musicaux (jusqu'à 5.000 périodes par seconde) prend un état de contraction à partir duquel il vibre sans modifications apparentes en synchronisme avec les ondes musicales que la membrane reproduit.

curielles formant un chapelet. Il suffit d'en regarder le schéma (fig. 6) pour en comprendre le fonctionnement.

Un tube de caoutchouc très élastique est cloisonné par une multitude de nœuds de roseau soigneusement ligaturés de l'extérieur. Chaque cellule cylindrique ainsi réalisée est remplie par une goutte de mercure surmontée d'eau acidulée. Grâce à la porosité du cloisonnement, un courant électrique peut cheminer d'un bout à l'autre du tube ainsi constitué.

Faisons passer un courant que nous soumettons à des inversions de sens très lentes. En vertu des explications précédentes, la goutte mercurielle se gonfle alternativement tantôt suivant son équateur et tantôt suivant la ligne polaire que suit le courant. Dans le premier cas, le tube de caoutchouc se trouve dilaté en longueur. Dans le second, il le sera en largeur : c'est l'équivalent d'une contraction musculaire.

Surtout, n'allez pas croire que c'est là une simple analogie.

Observez, au contraire, au microscope, une fibre musculaire « striée » : c'est l'image exacte de notre tube vu en coupe. Excitez cette fibre par un courant électrique : elle se contracte et, sous le microscope, vous constaterez sans difficulté que les stries sombres et grises de la fibre anatomique se déforment exactement, comme l'exige la théorie de Lippmann physiologiquement interprétée par M. d'Arsonval.

Réciiproquement, allongez le tube de d'Arsonval en lui imposant la tension d'un poids. Les gouttes mercurielles sont comprimées latéralement ; la courbure de leur « ménisque » est modifiée. Il en résulte pour chacune d'elle une variation de charge électrique. Comme elles sont connectées « en série », les varia-

tions de potentiel s'additionnent et vous constatez une force électromotrice considérable entre les deux extrémités des tubes. Le « travail » fourni par le poids s'est traduit en électricité.

Le travail que produit le cœur dans sa contraction périodique se traduit naturellement par l'effet hydrodynamique de pompage du sang, mais également par un courant électrique résiduel dont on se sert aujourd'hui (en l'enregistrant par l'électrocardiographe) pour établir automatiquement le graphique exact des battements du cœur dans toute leur complexité, avec tous leurs parasites d'origine morbide.

Par contre, l'énergie dépensée par un muscle en travail provient des courants électriques de la pile vivante. Celle-ci doit donc être prête à livrer à tout moment, avec

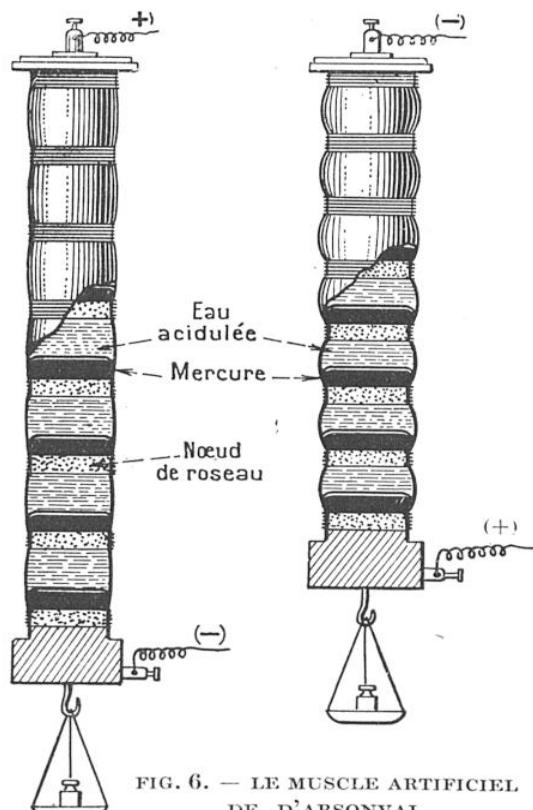


FIG. 6. — LE MUSCLE ARTIFICIEL DE D'ARSONVAL

Dans un tube de caoutchouc cloisonné par des nœuds de roseau, on place des gouttes de mercure alternant avec de l'eau acidulée. Quand le courant passe dans le sens indiqué à gauche, les gouttes mercurielles sont dilatées dans le sens vertical. Quand le courant passe en sens inverse (à droite) les gouttes mercurielles se dilatent transversalement. C'est le phénomène d'électrocapillarité (Lippmann). On voit qu'il suffit à expliquer l'elongation et la contraction des fibres musculaires « striées ».

encore plus d'imprévu qu'une centrale électrique urbaine, la « pointe » du courant instantané que réclame le moindre geste corporel. C'est à quoi pourvoient diverses substances organiques (glycogène) que la circulation sanguine maintient à doses constantes sur les muscles ainsi conservés à tout instant prêts à l'action.

Certains animaux ont d'ailleurs modifié certains de leurs « muscles » devenus inutiles à leurs mouvements, de telle façon que ces muscles sont devenus de purs générateurs électriques. Plus exactement, des transformateurs du courant voltaïque « de repos » (dont les différences de potentiel ne peuvent jamais dépasser celui de nos piles industrielles) en courants de tension élevée, qu'ils utilisent pour leur défense. C'est le cas du gymnote et de la torpille, qui, par leurs organes électriques, véritables « muscles déformés », peuvent lancer des courants, instantanés il est vrai, de 17 volts

et de 7 ampères qui correspondent à la puissance déjà notable d'environ 120 watts.

Dans ce cas, la merveilleuse ingéniosité de la vie utilise la « réversibilité » de la machine électrique pour faire un élévateur de tension de ce qui n'était, à l'origine, qu'un moteur le plus universel — le muscle.

On ne saurait trop admirer ce qu'on peut appeler la magnifique synthèse électrique de la vie qui constitue la découverte capitale de M. d'Arsonval. Avec elle, c'est une ère nouvelle et prodigieusement féconde de la physiologie pure qui a commencé.

### Les courants de haute fréquence appliqués à l'organisme

Et maintenant voici les conséquences pratiques de l'« électrophysiologie » créée par M. d'Arsonval.

Il recommande, et cette fois méthodiquement grâce à ses appareils, l'expérience de Galvani consistant à exciter un muscle par un courant électrique connecté avec le nerf de ce muscle. Sachant ce que nous savons, le mécanisme de cette excitation n'a plus de secret. Mais ainsi que le commande la méthode expérimentale de Claude Bernard, patron spirituel de M. d'Arsonval, celui-ci se doit de faire varier l'expérience de toutes les manières possibles.

Un montage très ingénieux (fig. 4 de la page 65) démontre que la contraction du muscle est exactement proportionnelle à l'intensité du courant (tandis que l'excitabilité du nerf dépend de la rapidité et de la grandeur des variations du potentiel).

Les variations méthodiques du courant

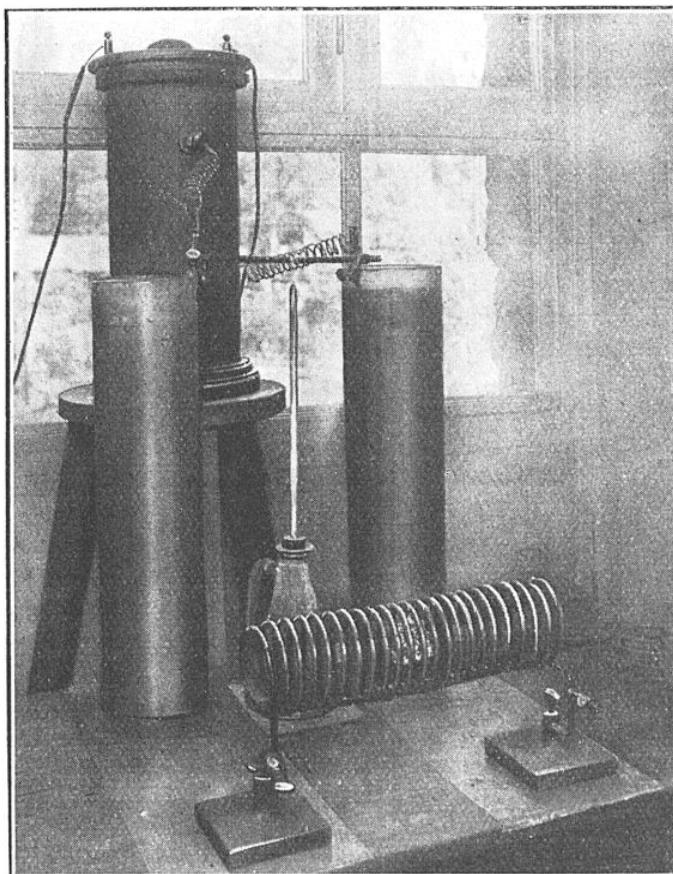


FIG. 7. — L'OSCILLATEUR DE D'ARSONVAL, ANCÈTRE DE TOUS LES APPAREILS ACTUELS DE « DIATHERMIE »

Le transformateur (cylindre vertical) fournit le courant alternatif à une batterie de bouteilles de Leyde cylindriques (remplies d'eau acidulée pour égaliser la capacité de l'armature interne). Deux armatures (+) et (-) de signe contraire alimentent un « éclateur » soufflé par un tube (vertical) d'air comprimé. Les armatures inverses (-) et (+) sont connectées à un solénoïde. Les courants de haute fréquence qui en résultent sont assez intenses pour faire fondre par induction une feuille métallique placée à l'intérieur du solénoïde.

appliquée au muscle devaient logiquement conduire M. d'Arsonval à l'application des courants alternatifs. Il n'y manque pas.

En accroissant leur fréquence méthodiquement, M. d'Arsonval constate que la réaction neuro-musculaire diminue. Vers 5.000 périodes, cette réaction apparaît bien près de s'annuler. Sous l'action d'un microphone, le système neuro-musculaire se

Mais voici poindre à l'horizon les courants oscillants de la télégraphie sans fil dont la fréquence, se chiffrant dès l'origine avec l'oscillateur de Hertz (1888) par milliards, relègue au bas de l'échelle les pauvres 10.000 périodes de l'alternateur.

Les expériences de Hertz n'étaient pas publiées depuis huit jours et les physiciens les ignoraient encore en France que M. d'Ar-

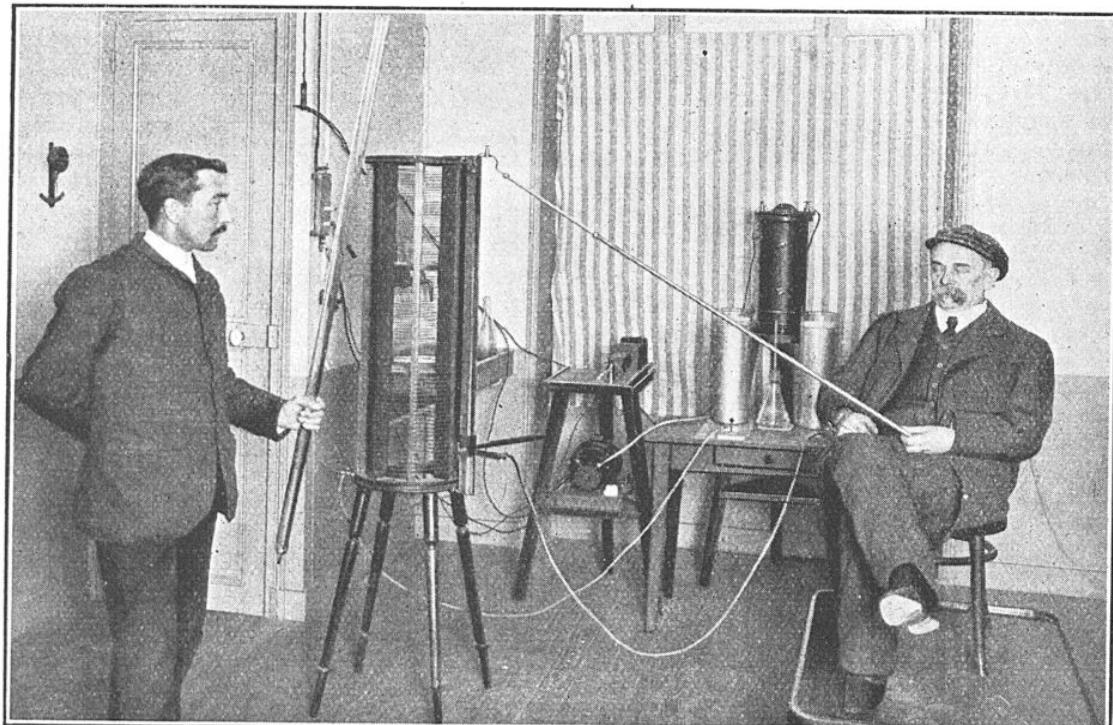


FIG. 8. — L'OSCILLATEUR DE D'ARSONVAL RENFORCÉ PAR LE RÉSONATEUR OUDIN (AU PREMIER PLAN), QUI PERMET D'INTENSIFIER LES COURANTS OSCILLANTS DE TESLA  
Les courants de haute fréquence ainsi réalisés suffisent pour illuminer un tube à vide qu'on approche du résonateur. L'utilisation de ces courants est à la base de la d'arsonvalisation.

contracte, mais ne réagit plus *de manière visible* aux alternances électriques tout en révélant des vibrations élastiques qui peuvent atteindre jusqu'à 5.000 périodes pour les sons les plus aigus audibles à l'oreille humaine. L'expérience du « muscle téléphonique » (fig. 5) démontre le fait : un muscle crural de grenouille, branché par son nerf sur un microphone, transmet les vibrations à une membrane tendue. C'est donc que la vibration élastique interne du muscle répond aux oscillations électriques du courant.

Un alternateur, spécialement établi par M. d'Arsonval, porte jusqu'à 10.000 la fréquence appliquée. Les moyens du laboratoire ne permettent pas d'aller plus loin (1880).

sonval prenait ses dispositions pour appliquer aux organismes les nouveaux courants alternatifs. Mais les oscillations hertziennes, telles qu'elles sortaient du laboratoire de Bonn, étaient si faibles que leur auteur ne pensait pas qu'elles dussent jamais franchir la portée d'un kilomètre.

Bientôt apparaît le dispositif de Tesla, qui leur donne l'énergie indispensable. M. d'Arsonval l'adopte pour ses expériences physiologiques, mais non sans le modifier, car, tel quel, il eût risqué d'électrocuter le sujet. De cette modification résulte le montage que représente la figure 9 de la page 69. C'est avec lui que M. d'Arsonval produit la célèbre présentation d'une chaîne

de lampes électriques allumées au blanc éblouissant par des courants qui traversaient auparavant le corps humain. La publication de cette expérience fit se cabrer jusqu'au secrétaire de l'Académie de Médecine dont le savant faisait déjà partie. Et il ne fallut rien moins que l'éclat donné à l'expérience lors d'un congrès pour la faire admettre par la science officielle — ce qui est d'autant plus étrange que ce furent Cornu, le célèbre physicien, et Marey, le génial physiologiste, qui servirent de sujets à M. d'Arsonval. Ils témoignèrent qu'ils avaient été parcourus par un courant alternatif de 3 ampères sous plusieurs centaines de volts.

Voici le célèbre montage.

Un transformateur fournit le courant aux armatures de deux condensateurs en forme de bouteilles de Leyde, qui, tubulaires, sont remplies d'eau légèrement acidulée, afin d'égaliser leur capacité électrique. Deux électrodes, branchées chacune sur une armature

de sens contraire de l'un des condensateurs, sont amenées à former un « éclateur » dont les étincelles sont « soufflées » à l'air comprimé. Un solénoïde, connecté aux deux autres armatures, est donc parcouru par le courant oscillant.

Ce solénoïde devient l'instrument de base sur lequel va se fonder la « d'arsonvalisation » — ce traitement thérapeutique aujourd'hui généralisé dans le monde entier.

Notons, avant de rappeler en quoi consiste cette méthode, que le montage de d'Arsonval se perfectionne par l'adjonction du fameux « résonateur » que le docteur Oudin, son ami et collaborateur, invente pour intensifier encore les courants oscillants de Tesla et qui, avec l'éclateur rotatif inventé par M. d'Arsonval lui-même, doit permettre d'équiper bientôt la Tour Eiffel comme première station hertzienne télégraphique d'une portée universelle.

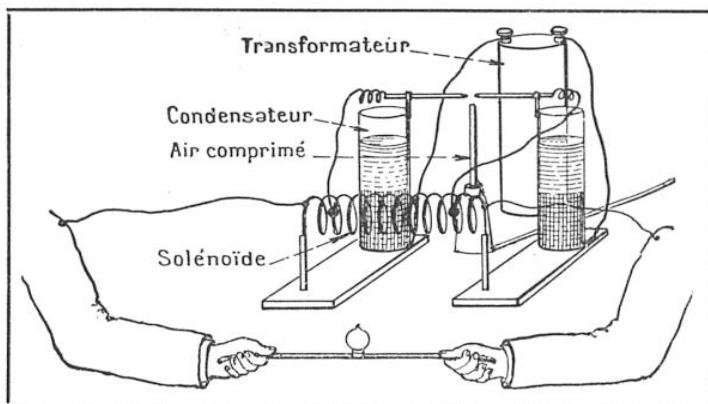


FIG. 9. — SCHÉMA DE L'EXPÉRIENCE DE DIATHERMIE RÉALISÉE PAR LE PROFESSEUR D'ARSONVAL

Si les courants de haute fréquence de l'oscillaeur de d'Arsonval passent par une « chaîne » formée de deux sujets reliés par une lampe à filament, celle-ci s'éclaire au blanc éblouissant, tandis que les sujets ne ressentent que l'effet de « diathermie », aujourd'hui classique en thérapeutique.

### Les trois formes essentielles de la « d'arsonvalisation »

I. — Plaçons donc, à l'intérieur du solénoïde de d'Arsonval, un organisme vivant. Les courants oscillants qui parcourent le solénoïde provoquent, par induction, des courants de même fréquence au sein de cet organisme. Celui-ci s'échauffe par l'effet Joule de ces courants induits. C'est comme une fièvre artificielle qui s'empare de l'organisme, en profondeur. Ainsi naît la première forme de cette diathermie appliquée aujourd'hui dans le monde entier, bien que, d'une manière plus générale, sous son second mode, que nous allons décrire.

La méthode du « solénoïde » est, en effet, à peu près délaissée présentement. Par contre, intensifiée jusqu'à devenir le *four industriel d'induction à haute fréquence*, elle a connu un essor d'ordre matériel bien inattendu. Les plus hautes tempé-

atures obtenues dans un « creuset » industriel le sont par la méthode du physiologiste d'Arsonval, enrichie naturellement de tous les perfectionnements techniques ultérieurs.

II. — Au lieu de rechercher un effet d'induction à l'intérieur d'un solénoïde, dérivons sur deux électrodes le courant de H. F. qui le parcourt. En appliquant ces électrodes à deux points de l'organisme, on lance par là même ce courant *directement* dans les tissus. Cette méthode d'autoconduction se révèle d'une commodité exceptionnelle pour la thérapeutique.

M. d'Arsonval, non seulement, a appliqué pour la première fois la « diathermie » à ses savants collègues Cornu et Marey lorsqu'il leur fit faire la chaîne sur des électrodes branchées à son appareil, en intercalant entre eux les fameuses ampoules électriques, mais encore il a créé le premier appareil pratique d'application méthodique de ce

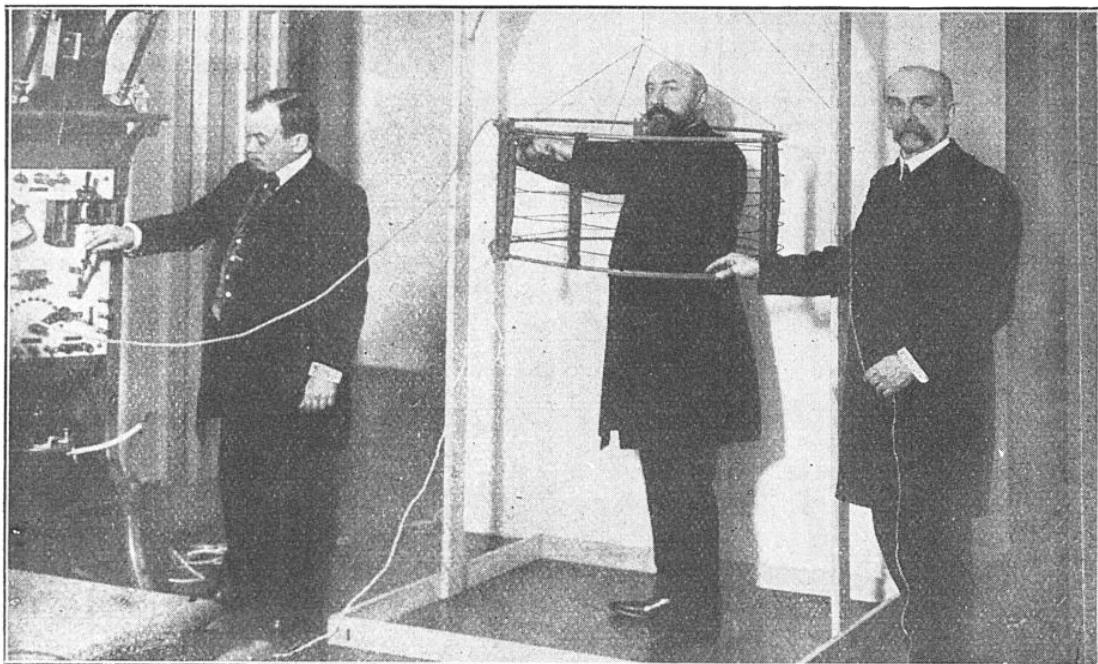


FIG. 10. — APPLICATION DE LA DIATHERMIE PAR INDUCTION AU CORPS HUMAIN

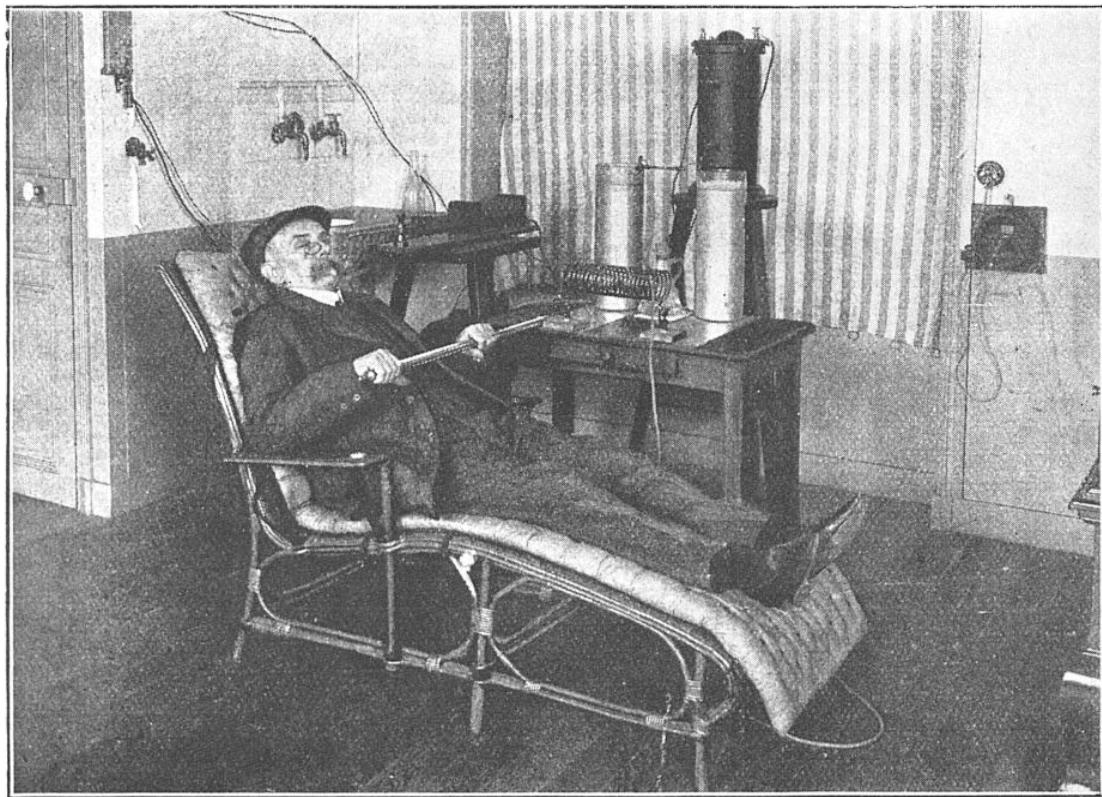


FIG. 11. — APPLICATION DE LA DIATHERMIE AU CORPS HUMAIN PAR « CONDENSATION »

traitement (fig. 8 de la page 68).

Dans cet appareil, établi dès 1910, il ne pouvait être question de la *lampe triode* oscillante qui est venue s'y insérer depuis. L'éclateur et le résonateur suffisent à l'oscillation électrique et l'appareil rend encore des services.

Avec la lampe oscillatrice, les plus grandes intensités s'obtiennent avec aisance. L'appareil industrialisé est trop connu pour que nous insistions sur sa description.

III. — Et voici le troisième mode dans lequel l'organisme vivant forme l'une des deux armatures d'un condensateur (voir fig. 12 ci-dessous).

L'une de ces armatures est constituée par une feuille métallique recouverte d'une feuille de caoutchouc, le tout incorporé au lit sur lequel est étendu le sujet. Celui-ci tient en mains un barreau métallique qui ferme le courant.

On peut même placer le sujet entre deux armatures métalliques, sans contact avec elles. Ce dernier mode d'application d'un courant H. F. semble exiger, pour donner des effets sensibles, que les fréquences soient extrêmement élevées, autrement dit qu'elles correspondent à ce qu'on est convenu d'appeler aujourd'hui les «ondes courtes» (allant de quelques centimètres à quelques mètres.) Or, cette technique — sous la grande intensité nécessaire — n'est réellement au point que depuis peu d'années, et c'est pourquoi le troisième mode (condensation) de la

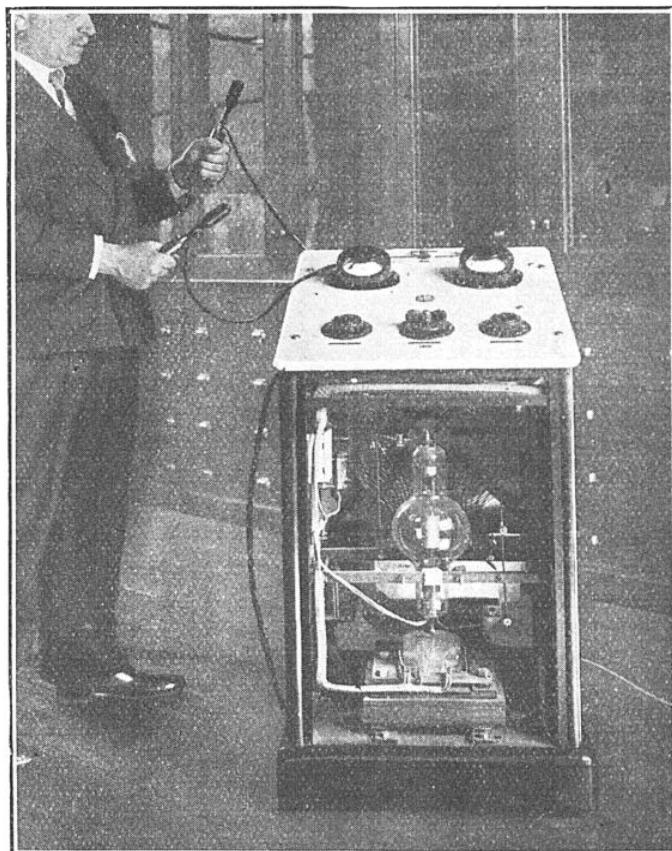


FIG. 13. — MONTAGE MODERNE DE L'APPLICATION THÉRAPEUTIQUE DIRECTE DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE  
Ceux-ci sont fournis par une lampe triode oscillatrice. Le sujet tient deux électrodes à pleines mains.

«d'arsonvalisation» nous est revenu tout récemment d'Amérique sous le nom de radiothermie par «ondes courtes».

M. d'Arsonval ne pouvait appliquer à l'origine (sous une intensité suffisante) que des ondes relativement longues. Mais il n'en a pas moins posé le principe de la méthode actuellement à la mode.

Remarquons, en passant, que le mot «radiothermie» risque de fausser le sens physiologique exact de la «d'arsonvalisation». L'effet «thermique» du traitement n'est effectivement qu'un «effet», non pas la cause agissante. En vertu de la vue générale de l'électrogénèse selon M. d'Arsonval, qui fait l'objet de la première partie de cet article, il est

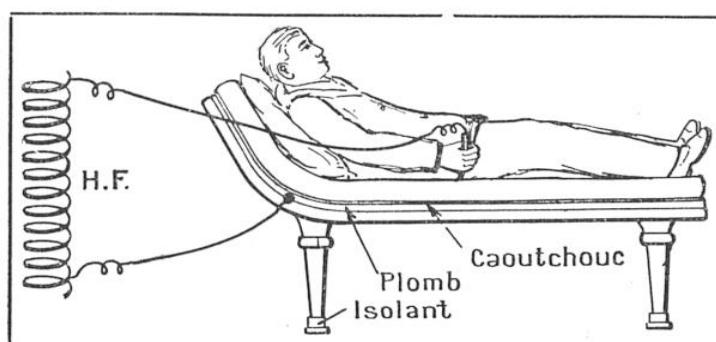


FIG. 12. — CE SCHÉMA EXPLIQUE CLAIREMENT LE MONTAGE DE LA «D'ARSONVALISATION» PAR «CONDENSATION» (FIG. 11)

évident que c'est dans la réaction électrique, jusqu'ici *inconnue* de l'organisme dont la réaction thermique n'est que l'effet second (voir plus haut) qu'il faut rechercher l'explication des effets bienfaisants de la « d'arsonvalisation ». Celle-ci produit une fièvre artificielle. Soit. Cette fièvre artificielle agit même comme la « malaria » dans la lutte contre le spirochète (malariathérapie). Fort bien. N'empêche que le mécanisme biologique profond de tels résultats reste à découvrir (1).

Aussi bien la « d'arsonvalisation » n'a peut-être pas dit son dernier mot.

En tout cas, grâce aux très hauts voltages dont sont susceptibles les montages modernes, il devient possible d'imaginer une quatrième méthode d'application efficace de courants de haute fréquence, celle qui consiste à placer le sujet dans un « champ hertzien » — c'est-à-dire tout près d'un oscillateur d'ondes ou, mieux encore, entre l'oscillateur et un écran réflecteur accordé sur lui. Ce dispositif a été réalisé pour la première fois par M. Georges Lakhowsky, qui utilise des oscillateurs à ondes multiples fournissant à très grande intensité une douzaine d'ondes simultanées. Ce dernier montage, qui est utilisé dans plusieurs hôpitaux français et étrangers, procurerait des résultats spécifiques remarquables. Ainsi se perfectionnent chaque jour les procédés de traitement utilisant l'électricité comme agent thérapeutique.

(1) Il faut insister sur ce point capital dont nous soulignerons la vérité par cette remarque de M. d'Arsonval lui-même : si les courants industriels sont mortels aux électrocutes accidentels, ce n'est que par un contact assez prolongé pour déterminer l'*électrolyse* de tissus ou la coagulation de la fibre du cœur par effet thermique. En dehors de quoi, le courant électrique n'est jamais mortel.

### L'électricité, seul agent thérapeutique rationnel

Quoiqu'il en soit, étant donné l'aspect nouveau que les théories physiologiques de M. d'Arsonval ont donné aux échanges intérieurs de l'organisation (à son « métabolisme »), il n'est pas étonnant de constater que l'apport extérieur d'énergie électrique à cet organisme a pour effet d'activer la nutrition — c'est-à-dire, en fin de compte, l'électrogénèse de la vie.

Sous l'action des courants de haute fréquence la circulation sanguine est activée (suivant un curieux mécanisme vasomoteur dont M. d'Arsonval a fourni le schéma sous le nom de « paradoxe hydrodynamique ») ; les glandes endocrines accroissent leurs sécrétions ; certaines toxines sont éliminées ; les douleurs névritiques les plus violentes sont calmées.

C'est un beau résultat. Il n'est qu'un début si, comme l'a dit le savant

radiologue martyr Bergonié, l'électrophysiologie de d'Arsonval est venue trop tôt dans un monde scientifiquement trop jeune.

A ce sujet citons les derniers mots par lesquels le docteur Disraéli Kobak préface le livre d'or consacré à l'éminent physiologiste par les congrès des physiothérapeutes américains à Chicago (décembre 1932) : « L'histoire de la médecine est entièrement circonscrite dans les efforts de penseurs aussi puissants que ceux qui ont nom, dans notre république sœur : Bichat, Lisfranc, Larrey, Pasteur, Paré, Laennec, Claude Bernard, Brown Sequard, Charcot, Dupuytren, Curie et d'autres. L'œuvre du professeur d'Arsonval marque une nouvelle borne sur la route indéfinie de la culture française. »

JEAN LABADIÉ.

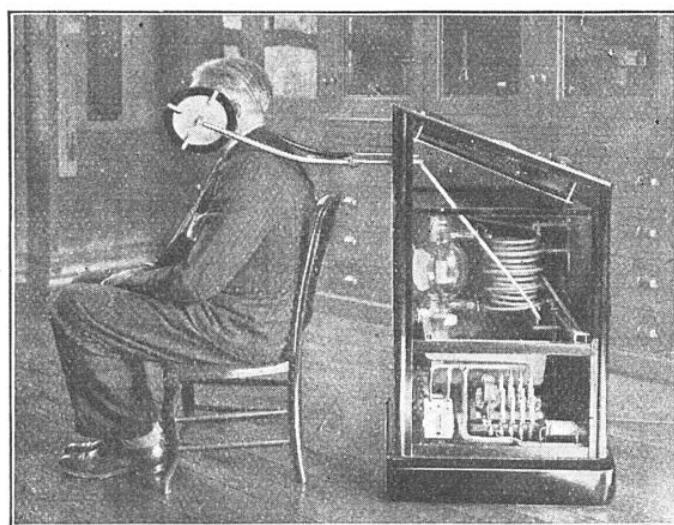


FIG. 14. — LE DERNIER MOT DE LA « D'ARSONVALISATION »  
Les deux armatures d'un condensateur soumises aux courants de haute fréquence produisent un champ hertzien (ondes courtes) que l'organisme absorbe. Ainsi l'on réalise une « fièvre artificielle » locale. Ce procédé n'a pu être réalisé à l'intensité suffisante que par les procédés modernes de production des ondes courtes.

# LA SCIENCE GARANTIT DE PLUS EN PLUS LA SÉCURITÉ A L'OUVRIER D'USINE

Par Charles BRACHET

*L'ouvrier a trop souvent tendance à croire que l'accident de travail, inhérent au travail lui-même, est l'une des formes de la « fatalité ». C'est là une tournure d'esprit irraisonnée que l'on doit combattre rationnellement. Si l'industrie, en effet, par suite du développement du machinisme (électromécanique, notamment), a multiplié les possibilités d'accidents du travail, elle nous a dotés, par contre, de moyens scientifiques permettant de lutter efficacement contre ceux-ci : vêtements protecteurs, boucliers de protection, dispositifs d'arrêt automatique des machines, etc., etc. C'est pour montrer aux techniciens et aux praticiens des différentes industries les progrès réalisés dans cette voie, qu'une récente exposition a rassemblé les dispositifs les plus perfectionnés destinés à assurer, le mieux possible, la sécurité.*

**V**OYEZ le tableau de ces silhouettes humaines en file indienne (fig. 1). Elles sont toutes mouchetées de points d'impacts, comme après un exercice de tir à la cible. Chacune d'elles figure, en effet, un « soldat » avec le pourcentage des blessures qu'il reçoit, *professionnellement*, car ce soldat d'un genre tout spécial n'est autre, ici, que l'ouvrier spécialisé d'une industrie déterminée dans la grande armée du travail. Chaque point d'impact figure une blessure consécutive à un accident venu le frapper durant son service.

Ainsi qu'on peut le constater par un examen attentif de ces silhouettes, les blessures se situent avec une grande diversité d'après le métier exercé. Les *fondeurs*, les *mouleurs* sont le plus vulnérables aux pieds, les ouvriers des constructions navales à la tête ; ceux des constructions mécaniques à la poitrine, les *tourneurs* aux yeux, etc., mais tous le sont aux mains dans des proportions énormes.

## L'équipement individuel de l'ouvrier moderne

Ce tableau qui figurait en panneau central de la récente Exposition de la Sécurité du Travail qui s'est tenue à Paris au siège de l'Union des Industries Métallurgiques et Minières (U. I. M. M.), donnait tout son sens à ladite exposition, dont certains stands évoquaient de véritables rayons de confection. L'industrie moderne, surtout l'industrie lourde, semble, en effet, de plus en plus exiger que l'ouvrier porte un uniforme. Et cet uniforme, depuis ses chaussures jusqu'à son casque, l'apparente tantôt à un fantassin moderne, et tantôt à un chevalier du moyen âge.

Ce premier aspect de l'accident du travail nous amène donc à considérer, comme ferait un chef de rayon, les différentes pièces du vêtement qu'il faut, dans chaque cas, mettre à la disposition de l'ouvrier spécialisé. Il y aura donc le chapitre des chapeaux et celui des chaussures ; il y aura celui des tissus, qui s'étendra du tablier de cuir à la combinaison intégrale en amiante, incombustible ; il y aura celui des ceintures de sûreté, par lesquelles certains ouvriers travaillant haut perchés devront s'attacher à un câble à déroulement élastique qui leur tiendra lieu de parachute ; il y aura enfin celui des gants.

Les mains, disons-nous, sont les plus exposées, car tout travail d'industrie est fatidiquement *manuel* avant tout. Chaque « geste ouvrier » doit donc avoir un gant qui lui soit adapté : le panneau que nous avons composé avec quelques spécimens seulement, pris au hasard de l'exposition (voir fig. 1), illustre bien cette proposition. On y voit comment la simple mitaine de cuir s'arme intérieurement tantôt d'une doublure rivetée quand elle est destinée à ceux qui filent des câbles d'acier, tantôt d'un tissu « cotte de mailles » qui convient aux mineurs de barres de fer, et tantôt d'un lainage floconneux, fait de certaines fibres végétales quand le geste doit s'appliquer à certains matériaux fragiles et pourtant dangereux. A droite (longues et blanches), elles deviennent d'immenses sacs dont le tissu est d'amiante. Elles sont pour les mains qui doivent entrer en contact avec le feu. Voyez également cette « demi-main » de peau avec le pouce de cuir : ce n'est rien, mais avec cette truelle auxiliaire un maçon travaille

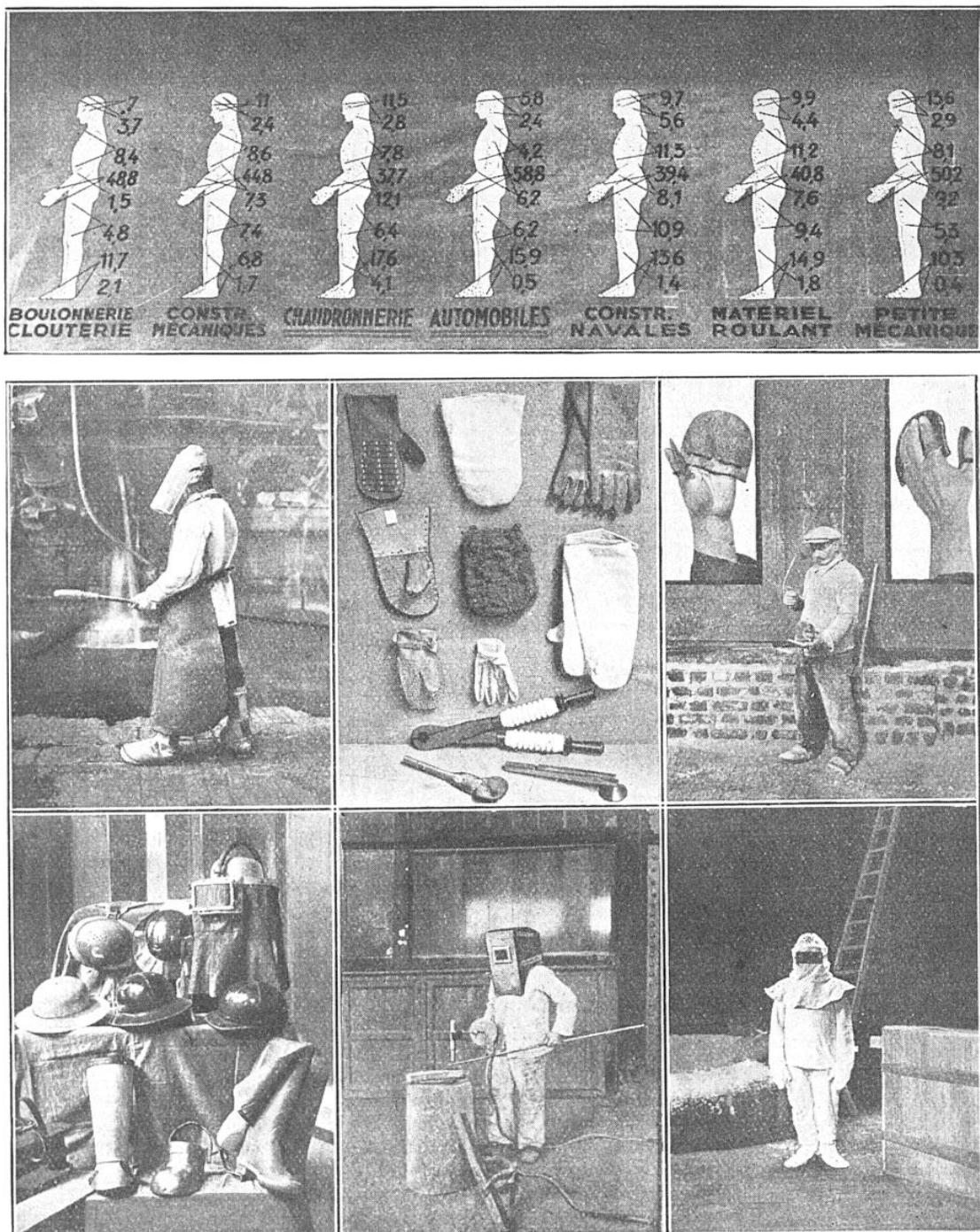


FIG. 1. — EN HAUT, TABLEAU DES ACCIDENTS DU TRAVAIL LOCALISÉS PAR PROFESSIONS  
*Au-dessous, en suivant, de gauche à droite : équipement d'un « boucheur » de trou de haut fourneau après la coulée. Les gants : de préhension de tôle coupante, de cuir non transperçable, d'amiante pour toucher aux objets chauds, et les pinces isolées électriques, puis le demi-gant du maçon. En bas : les chapeaux de cuir bouilli, de duralumin, les jambières de duralumin et les bottes de caoutchouc. Enfin, deux équipements contre la lumière ultraviolette de la soudure et contre les projections ignées.*

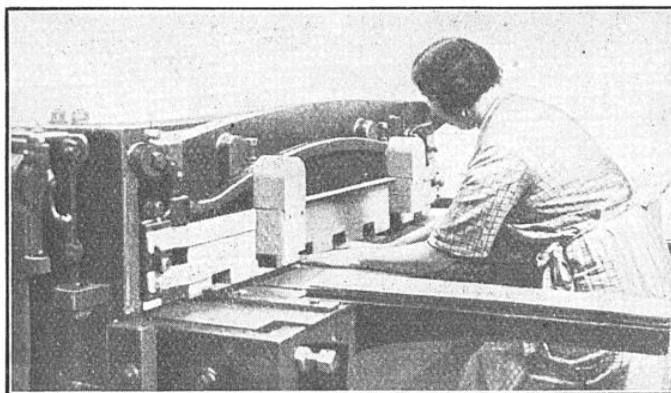


FIG. 2. — PROTECTION DES MAINS PAR UN ÉCRAN À FENÊTRES AUTORISANT LE SEUL PASSAGE DES PIÈCES SUR UNE PRESSE À ESTAMPER

mieux et prolonge sa vie professionnelle en conservant son épiderme intact.

Le gant, d'ailleurs, se prolonge par « l'outil de préhension » : les ventouses (au premier plan), dont l'une a reçu l'écrasement qui, sans elle, eût détruit la main et les tenailles de bois isolées à la porcelaine pour toucher aux fils électriques sous tension.

Un second panneau, composé de casques et de chaussures, montre la longue botte de caoutchouc spécial, nécessaire pour patauguer dans certains produits chimiques, et les bottes d'acier que doivent utiliser les porteurs de fardeaux à ras de terre. A l'extrême gauche, des raquettes, haut perchées sur tenons de porcelaine, permettent de circuler sous les fils à haute tension. Les casques sont tantôt en acier, exactement pareils à ceux de l'armée, et tantôt en cuir bouilli, suffisants pour protéger la tête des mineurs du choc contre les poutrelles des galeries ; la visière leur est, dans ce cas, un organe essentiel. A droite (tout en haut), un casque aéré de l'extérieur (comme celui d'un scaphandre), mais dont les bords se prolongent en rideau de cuir flottant, avec une véritable fenêtre pour regarder : c'est celui qu'exige la surveillance de certains fours à haute température.

Comme synthèse de cet équipement moderne du travail, aucune image ne parle mieux que cette photographie d'un soudeur à l'arc électrique dont le veston est d'amiante et le casque une caisse-écran de bois léger vitrée de deux sortes de verres (bleu et rouge), car il s'agit ici d'écartier non seulement les particules incandescentes, mais les rayons ultraviolets mortels pour la rétine.

Nous ne décrivons pas ici les appareils

respiratoires à masques ou en circuit fermé, dont l'emploi trouve son usage partout où l'ouvrier doit travailler dans une atmosphère éventuellement délétère. Les laboratoires des houillères ont poussé très loin les études de ces appareils du point de vue industriel.

#### Le problème « psychologique » de l'accident industriel

Voilà donc l'ouvrier équipé dans sa personne physique. Il reste à vérifier la tenue de son esprit au travail, sa *psychologie*.

Nous montrerons plus loin, certes, comment tout un matériel de défense peut et doit être établi sur les machines elles-mêmes, mais ces dispositifs pèsent moins que la psychologie des accidentés, en fonction de laquelle ils sont d'ailleurs établis.

Le machinisme moderne concentre ses moyens d'action dans des outils si puissants et tellement hors de mesure avec le geste humain que celui-ci n'intervient que pour

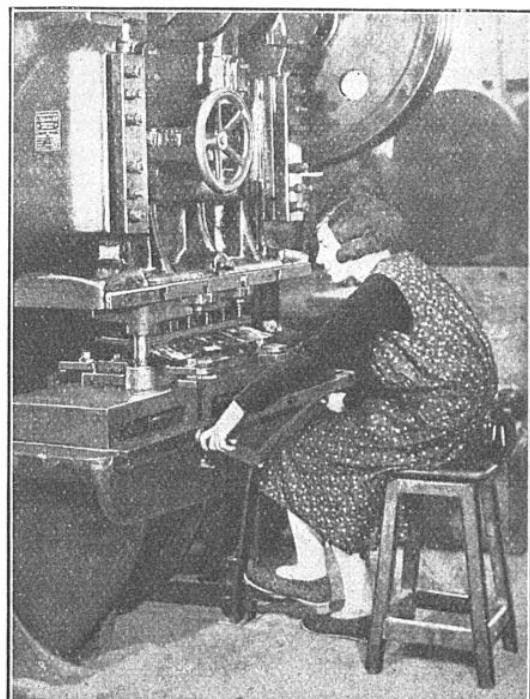


FIG. 3. — PROTECTION DES MAINS PAR L'OBLIGATION DE LES PORTER SUR UN LEVIER SPÉCIAL DE COMMANDE, SEUL CAPABLE DE DÉCLENCHER L'OPÉRATION MÉCANIQUE

déclencher le « cycle du travail » de l'appareil qui, ce déclenchement fait, devient automatique.

Le geste de déclenchement de l'homme, nécessairement adapté au geste de travail de la machine-outil, devient fatalement automatique à son tour.

Que l'ouvrier ait à présenter d'une main des pièces métalliques au matriçage d'une presse, tandis que l'autre main règle le rythme de frappe, et l'accident, qui consiste à laisser écraser la main au lieu de la pièce, ne dépend plus que d'un défaut de synchronisme entre le mouvement de l'homme et celui de la machine. L'automatisme de la machine est indéréglable. Celui de l'homme ne l'est pas. Celui-ci peut être rompu par une *distraction*. La « psychotechnique », sur les moyens d'investigation de laquelle nous ne reviendrons pas (1), permet d'écartier de la direction de certaines machines certains sujets qui ne sont pas faits pour elles. Mais l'étude des accidents ajoute un chapitre spécial à la psychotechnique, c'est celui qui a trait à l'éducation de l'ouvrier. Les psychotechniciens indiquent à l'ouvrier les gestes à ne pas faire, les réflexes à dominer.

Voici maintenant l'accident inverse. Par excès d'attention, l'ouvrier a mis en place, dans la presse, la pièce à matricer. Il s'aperçoit qu'elle est mal présentée. Instinctivement, il recommence à titre de rectification

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 135, page 187.

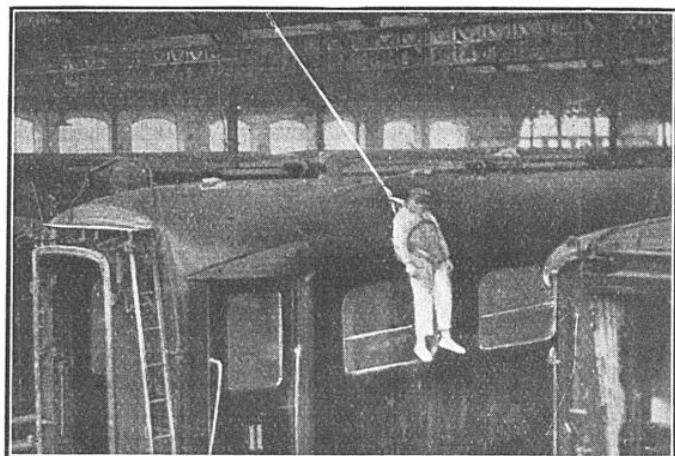


FIG. 5. — CE NETTOYEUR DE WAGON (VOIR FIGURE PRÉCÉDENTE) PEUT GLISSEUR SANS INCONVÉNIENT SUR LE TOIT ARRONDI DE LA VOITURE

le geste qui ne supporte pas de recommencement sous peine de rupture du synchronisme exigé ; il reporte donc sa main vers la pièce afin de la redresser. La presse déclenchée met trois secondes (par exemple) à parcourir sa course. Si le geste « parasite » de l'ouvrier ne parvient pas à insérer son aller et retour dans cette période de temps, la main est écrasée. L'homme n'a pas péché par distraction, mais par excès d'*attention* à son travail.

En outre, si fou que cela paraisse à des observateurs désintéressés ne soupçonnant ni l'esprit de corps ni l'espèce de « bravade » qui règne particulièrement chez l'ouvrier français, celui-ci joue parfois avec le danger. Ni distract, ni hypnotisé, en pleine possession de soi, il défie le danger et, comptant sur son adresse, « risque le coup » en permanence. Il frôle les volants en rotation, les tableaux de distribution électrique à tension dangereuse, passe sous les masses géantes que les ponts roulants transportent suspendues par un câble, court sur une poutre à 25 mètres de hauteur.

Et, dans un sens opposé à ce faux héroïsme individuel, rappelons que le temps n'était pas loin où les cals aux mains étaient des chevrons aux yeux des compagnons. Quel maçon d'autrefois n'eût rejeté avec mépris la proposition de travailler avec un gant spécial qui, pourtant, facilite son travail en évitant à

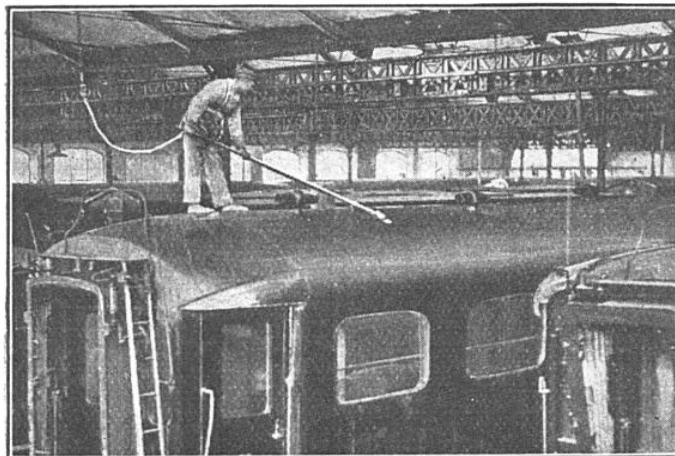


FIG. 4. — VOICI UN NETTOYEUR DE WAGON ATTACHÉ A SON CABLE A BRETELLES

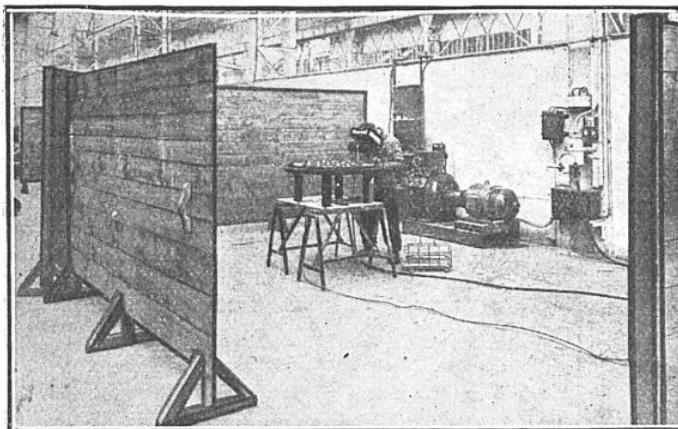


FIG. 6. — COMPARTIMENTAGE D'UN « ATELIER » POUR SOUDURE ÉLECTRIQUE

*L'ouvrier est protégé des étincelles comme des rayons ultraviolets par un écran personnel, mais le reste de l'atelier l'est également par des paravents appropriés.*

son épiderme d'être rongé par la chaux vive ?

L'armée du travail a donc besoin, comme l'autre, d'une discipline volontairement consentie et d'un contrôle de soi-même qui n'est pas toujours aisé à conquérir. L'instruction et l'éducation des ouvriers incombent aux industriels qui feront appel, comme nous avons dit, aux psychotechniciens. Mais une formule d'ordre « moral » doit être extirpée, par dessus tout, du cerveau de l'ouvrier. C'est la formule populaire : « L'accident est fatal. » Inutile d'insister. La « fatalité » est la divinité des foules, contre laquelle les élites ne sauraient trop lutter : l'homme doit toujours avoir présente à l'esprit l'efficacité de ses propres facultés, volonté, intelligence, attention.

Tels sont les premiers principes « psychologiques » sur lesquels insistent les « ingénieurs spécialisés » dans la lutte contre les accidents. Ils les estiment aussi essentiels dans cette lutte, que l'aménagement du matériel industriel proprement dit destiné à préserver l'individu contre ses propres fautes.

#### Dispositifs « statiques » de protection

Après la discipline psychologique de l'ouvrier, il convient, en effet, de museler (si l'on peut ainsi dire) les appareils dangereux sans surcharger leur fonctionnement de restrictions qui amoindriraient leur rendement.

Le premier des dispositifs de protection doit être naturellement le « garde-fou ».

Les volants, les alternateurs, les transmissions à courroies, tant qu'il en existe, les fosses à produits chimiques, les tableaux à haute tension seront encerclés de barrières. Dans les ateliers encombrés de machines, on opérera donc par « soustraction ». Au lieu de circonscire le « défendu », on circonscrira le « permis » en réservant à la circulation certaines allées bien délimitées. Dans les deux cas, la machine dangereuse se trouve ainsi mise en cage, hors d'état de nuire.

Le plancher d'un atelier peut d'ailleurs être dangereux même en l'absence d'un peuple dense

de machines. Un laminoir lance, à la manière d'une véritable fusée jusqu'à 30 mètres devant lui des barres d'acier au rouge blanc. Un homme sur la trajectoire de ce coup d'épée fondant sur lui à la vitesse de plusieurs mètres par seconde est transpercé comme un simple carton. La délimitation des accès autorisés dans un tel voisinage s'impose donc.

Le dispositif protecteur « garde-fou » ne peut d'ailleurs se limiter à encager les machines. Il lui faut s'installer jusque sur les machines elles-mêmes.

Voici, par exemple, une presse à grande

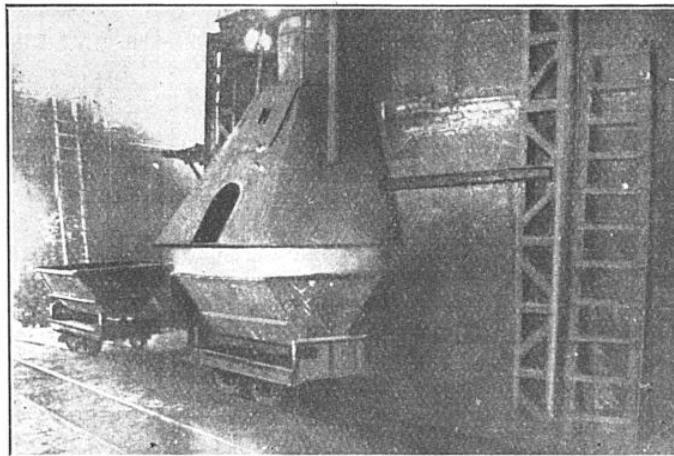


FIG. 7. — CAPTATION DES FUMÉES DÉLÉTÉRÉES AU MOMENT DE LA COULÉE DES RÉSIDUS ET DE LA MATTE DES HAUTS FOURNEAUX SUR LES « BERLINES » DE DÉBLAITEMENT

vitesse de frappe que dessert une ouvrière. Une pièce fixe rapportée sur le bâti (fig. 2) suffit à interdire aux mains la zone dangereuse tout en leur permettant de présenter les pièces à frapper, qui sont petites.

Ce mode de protection comporte une infinité de variantes.

La machine peut aussi recevoir, dans certains cas, des boucliers protecteurs, notamment chaque fois que les efforts auxquels elle

### Dispositifs protecteurs de « verrouillage » automatique

Le dispositif de protection prend un aspect moins sommaire lorsqu'il intervient dans le fonctionnement lui-même de la machine-outil.

Si, par exemple, on agence le mécanisme du déclenchement « coup par coup » d'une presse à emboutir de telle façon qu'il appelle

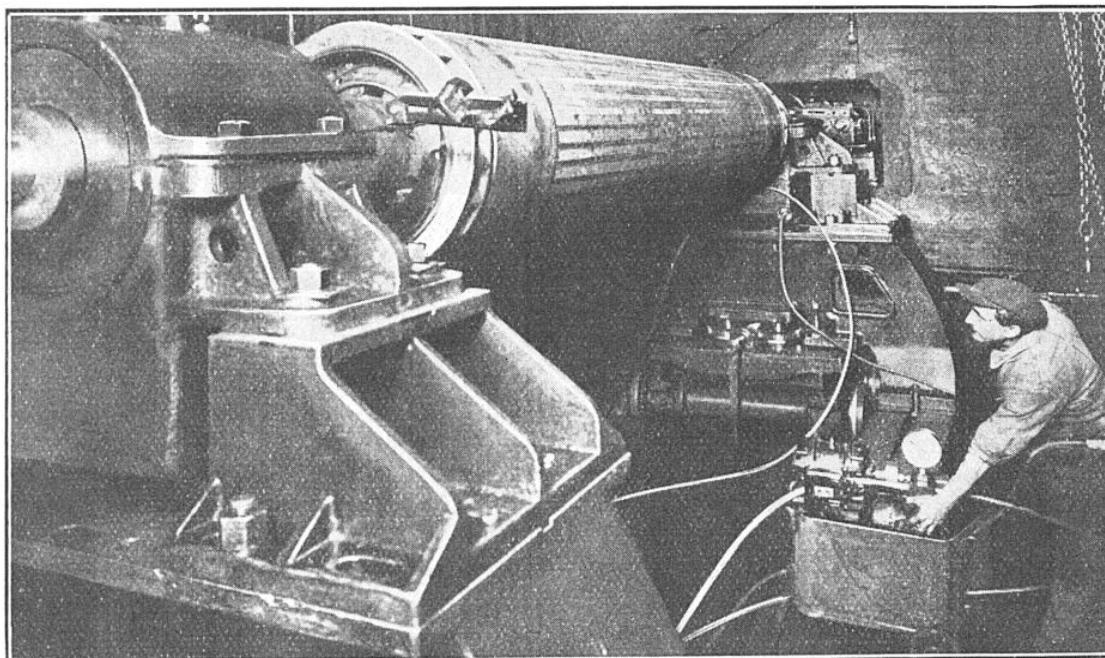


FIG. 8. — DISPOSITIF DE DÉMARRAGE POUR LES ESSAIS DE ROTORS D'ALTERNATEURS EN « SURVITESSE », EFFECTUÉS DANS UNE CHAMBRE FORTE SPÉCIALEMENT AMÉNAGÉE

La survitesse est obtenue dans un blockhaus capable de supporter l'explosion éventuelle du rotor, mais le démarrage brusque d'une telle masse exige des précautions : au moyen d'une pompe spéciale, on assure un graissage surabondant aux coussinets antifriction qui, sans cela, seraient emportés. L'accident si souvent constaté au démarrage de ces essais se trouve ainsi évité.

est soumise risquent de la rendre dangereuse.

Une meule à émeri tournant à grande vitesse représente un véritable « explosif », la force vive de sa rotation peut, en cas de rupture, se réaliser en projections de ses débris dont chacun devient un projectile meurtrier. Sur son secteur utilisé, la meule devra donc être gardée par un bouclier formant un angle mort dans lequel l'ouvrier est à l'abri des trajectoires (tangentialles) éventuelles. Ce bouclier sera, d'autre part, en tôle ondulée ce qui le fera se déplier en cédant sous le bombardement accidentel au lieu de se rompre en joignant ses propres éclats à ceux de la pierre.

précisément à son service la main qui dessert la zone dangereuse de la machine, il est bien évident que cette main est automatiquement préservée, puisqu'elle est obligée d'être absente de la zone dangereuse au moment même du danger. De cette méthode, notre photographie, reproduite figure 3, montre un exemple.

Une nouveauté sensationnelle dans la méthode de verrouillage nous est venue de l'utilisation des cellules photoélectriques. Devant une zone dangereuse de la machine en fonctionnement, on tend le réseau d'un faisceau de lumière que se renvoient des jeux de miroirs et qui aboutit à une cellule

photoélectrique. Que la main vienne à franchir ce réseau à un instant qui correspond au danger dans le cycle du travail, et le faisceau intercepté par l'opacité de la main, donne, par la cellule photoélectrique, un véritable signal d'alarme non pas à l'homme, mais à la machine qu'un relais électrique stoppe aussitôt. L'ouvrier retire sa main de l'espace interdit, la machine reprend le rythme de son travail.

C'est une des applications les plus étonnantes de la cellule photoélectrique, à laquelle nous devons déjà tant de merveilles, notamment la solution de nombreux problèmes de télémechanique par la transformation en courants électriques des variations d'intensités lumineuses, la transmission des images à distance, le cinéma sonore et bientôt la télévision, dont la mise au point définitive fait l'objet de patientes recherches dans tous les pays.

Délaissant l'exposé des divers dispositifs



FIG. 10. — L'APPAREIL A RESPIRATION ARTIFICIELLE  
Pendant que l'asphyxié (ou l'électrocuté) est muni d'un masque à oxygène, par un jeu de leviers ingénieux, on oblige son thorax à prendre le rythme de la respiration. Et cela pendant deux heures, s'il le faut, sans aucune fatigue.

de protection que nous ne saurions épuiser ici, nous ne pouvons terminer sans évoquer le dispositif suprême qui est le secours à l'accidenté.

N'insistons pas sur la nécessité du poste de secours indispensable à tout établissement de quelque importance. Mais signalons particulièrement le cas de « l'électrocution ». L'électricité a beaucoup de mal à tuer un homme, ainsi que le professeur d'Arsonval l'a montré. Il faut donc pratiquer sur l'électrocuté la respiration artificielle, en le considérant comme un simple asphyxié. Et cela, durant des heures. On a inventé, pour réaliser cette opération avec méthode, un appareil (fig. 10), qui permet d'agir sur un patient autant de temps qu'il y a de l'espoir, sans fatigue pour l'opérateur.

Ainsi, par des procédés infiniment variés, la technique moderne, après avoir multiplié les dangers d'accidents, a su trouver les remèdes les plus appropriés aux circonstances.

CHARLES BRACHET.

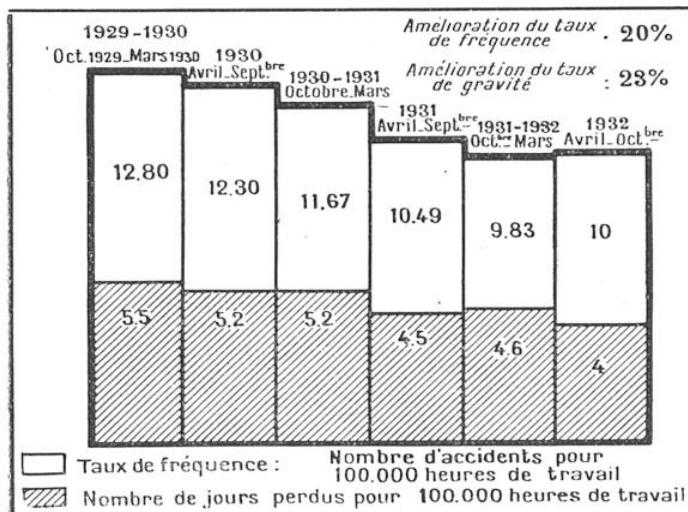


FIG. 9. — TABLEAU STATISTIQUE MONTRANT, AVEC DÉTAILS, L'ÉVOLUTION DU TAUX DES ACCIDENTS EN FRÉQUENCE ET SUIVANT LES INDUSTRIES, DE 1929 A 1932

*Il faut lire chaque mois dans La Science et la Vie les articles consacrés à la T. S. F. Toutes les recherches et les réalisations qui contribuent à donner à la radio-diffusion son énorme développement y sont analysées, expliquées, commentées.*

*Comme le tirage de La Science et la Vie, le plus fort du monde, se maintient, même actuellement, c'est l'organe de propagande pour la T. S. F. le plus répandu.*

# LES A COTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

### *Dans les installations électro-domestiques, remplaçons les fusibles par un disjoncteur*

La protection des installations domestiques d'électricité est assurée au moyen de coupe-circuits à fusibles. Malheureusement, malgré le soin apporté à leur fabrication, ces fusibles ne peuvent présenter une homogénéité parfaite, et, en fait, l'Union des Syndicats de l'Électricité a dû admettre de larges tolérances pour leur fonctionnement. D'ailleurs, il est admis que le fusible est, avant tout, destiné à protéger contre les courts-circuits. Il ne peut donner de

garantie certaine comme limiteur d'intensité ou de puissance. Enfin, il faut signaler que nombre d'abonnés changent les fusibles du compteur, placés dans un coffret non plombé, ce qui entraîne, en cas de court-circuit, la fusion du fusible placé sur le secteur, dans un coffret plombé, avant l'installation et par suite le déplacement d'un agent, d'où perte de temps et d'argent.

D'autre part, on sait que les réseaux de distribution sont eux-mêmes protégés par

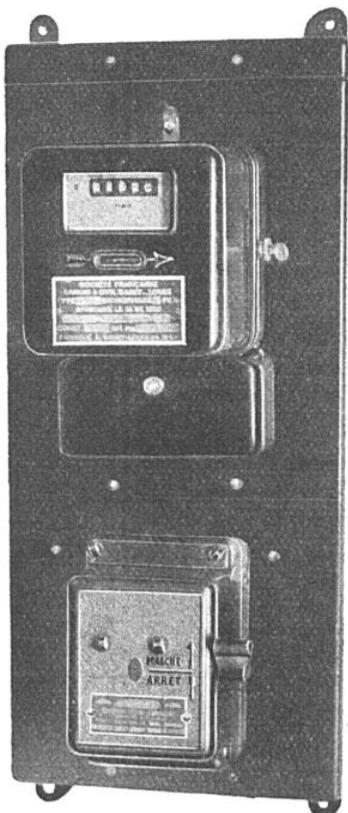
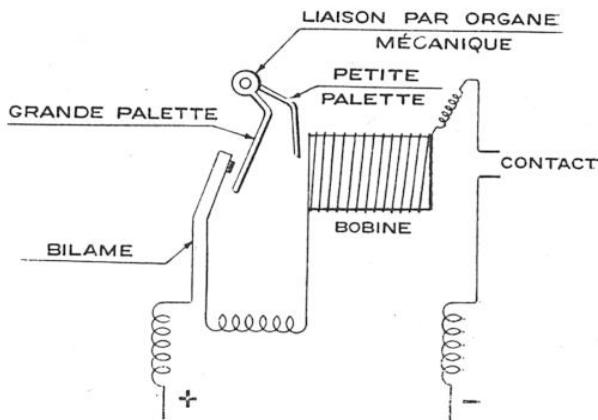


TABLEAU DE COMPTEUR D'ABONNÉ ÉQUIPÉ AVEC DISJONCTEUR « THOMSON »



REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DES ORGANES RELATIFS A UN POLE DU DISJONCTEUR

des disjoncteurs. Ces appareils ne sont pas autre chose que des interrupteurs automatiques coupant le courant en cas de surintensité ou de court-circuit. On a donc pensé que des appareils analogues, mais de dimensions réduites, pouvaient être utilisés pour les installations domestiques. Le disjoncteur d'abonné, qui remplace à la fois le fusible et l'interrupteur, se place sur le tableau même du compteur. Il doit répondre à deux conditions : être à *déclenchement libre temporisé* et à *maximum d'intensité*. Le déclenchement libre signifie qu'il doit être impossible de maintenir le disjoncteur dans la position de fermeture tant que le circuit se trouve dans l'état qui a provoqué l'ouverture automatique. Par déclenchement temporisé et maximum d'intensité, on entend que l'ouverture du disjoncteur ne doit se produire qu'au bout d'un temps déterminé et d'autant plus court que la surcharge est plus grande. La première condition répond à un besoin évident. La seconde doit éviter l'ouverture intempestive du disjoncteur au moment où l'on met en marche un appareil électrique (pour les lampes demi-watt, l'intensité à l'allumage atteint dix à douze fois le courant normal ; pour un aspirateur, quatre fois environ pendant un temps très court).

Voici maintenant comment est constitué le disjoncteur « Als-Thom », spécialement étudié pour les installations domestiques.

Enfermé dans un coffret isolant et plombé, il comprend un *bilame* (assemblage de deux métaux à dilatation différente) parcouru par le courant total. Quand ce courant devient anormal, ce bilame s'incurve et pousse une palette mobile (grande palette) devant un pôle d'une bobine également parcourue par le courant total. Lorsqu'elle est suffisamment attirée, cette palette brise une genouillère qui provoque le déclenchement. D'autre part, une petite palette, dite « palette instantanée », et dont un faible déplacement suffit à briser la genouillère, est placée près du pôle d'attraction. Elle agit instantanément en cas de court-circuit ou d'une forte surcharge dangereuse. La bobine sert, d'ailleurs, à souffler l'arc qui s'amorce à l'ouverture du circuit.

Une manette en matière isolante, située hors du coffret, permet, soit de couper le courant comme avec un interrupteur ordinaire, soit de réenclencher le disjoncteur si la cause du déclenchement a disparu. En effet, une came interdit tout réenclenchement tant qu'une des palettes est attirée par la bobine.

Dans ces conditions, l'installation est efficacement protégée et il n'est jamais besoin d'avoir recours à un agent du réseau pour le remplacement des plombs. C'est un progrès indéniable pour l'électrification domestique.

### Quelques applications nouvelles des turbo-agitateurs

LES *turbo-agitateurs* que nous avons décrits en détails ici (1) s'emploient de plus en plus dans de multiples cas industriels, étant donné leur grande simplicité d'installation, leur rendement élevé et parce qu'ils permettent toujours d'obtenir des produits de première qualité.

C'est ainsi que les industries des couleurs, des vernis, des produits d'entretien, en général, ou celle de la parfumerie, ayant à traiter des pâtes semi-fluides, ont adopté les *turbo-agitateurs à palettes* pour le brassage énergique de leurs mélanges.

Cet appareil, dont un modèle moyen est représenté ci-dessus, se compose d'une turbine de forme spéciale, complètement ajourée et portant, à la partie inférieure, des pales tournant en même temps que la turbine.

A l'extérieur, et concentriquement à celles-ci, se trouve une couronne à aubes fixes, pouvant être maintenue, comme dans ce modèle, par un tube entourant l'arbre d'entraînement de la turbine. Lorsque celle-ci tourne, les pales relèvent les produits pâteux ou solides se trouvant dans la partie basse du récipient et la turbine projette le liquide plus ou moins fluide contre la pâte ou le produit solide relevés. La rencontre du jet rapide du liquide fluide envoyé par la turbine et du

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 186, page 518.

produit relevé par la pale, fait qu'en quelques instants le mélange est homogène.

Grâce à cette judicieuse disposition et au fait que l'appareil peut être entièrement tenu par la partie supérieure, il est possible de le faire fonctionner directement dans les bidons qui seront expédiés avec les mélanges finis.

On peut aussi construire des bancs de mélange à *turbo-agitateurs* qui permettent de travailler simultanément dans six ou douze récipients de différentes tailles ou identiques.

Un système de fixation permet de séparer en quelques secondes le *turbo-agitateur* du support d'entraînement par relevage d'un manchon à clavettes et desserrage de vis de blocage.

Enfin, une fois l'appareil libéré de son support, le démontage d'une vis permet d'accéder à toutes les parties intérieures, lors du nettoyage.

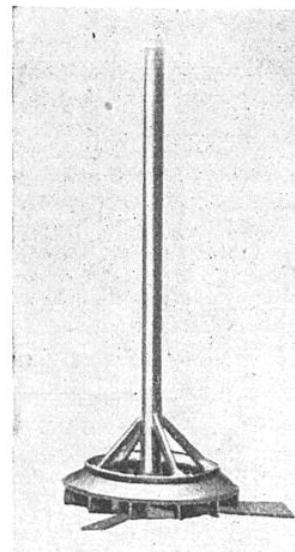
A ce point de vue, il a été constaté, du reste, qu'il suffisait de faire tourner quelques instants le *turbo-agitateur* dans un récipient contenant un solvant ou un diluant, pour que toutes les parties soient lavées, et cela grâce à la grande efficacité de l'appareil.

Lorsque la disposition permet de fixer dans le fond du récipient la couronne à aubes fixes, il est alors possible d'avoir une turbine indépendante qui est encore beaucoup plus accessible.

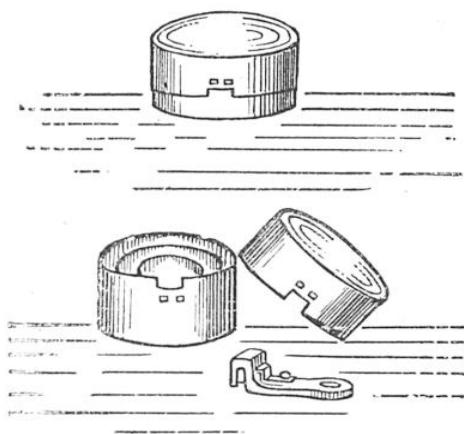
### Voici, pour le camping, des casseroles pratiques

L'AGENCEMENT du matériel de camping constitue le problème le plus délicat à résoudre, par suite du manque de place dont on dispose, en général. Aussi accueille-t-on favorablement tout effort tenté vers la simplification. Les casseroles, page 82, répondent précisément à ce besoin du minimum d'encombrement.

Chaque série comporte quatre casseroles en aluminium, dont les deux plus grandes forment boîte et contiennent les deux autres ainsi que le manche commun. Ne présentant



ENSEMBLE DU TURBO-AGITATEUR A PALETTES



QUATRE CASSEROLES D'UNE SÉRIE S'EMBOITENT TRÈS BIEN LES UNES DANS LES AUTRES

aucune aspérité, elles s'emboîtent parfaitement les unes dans les autres.

Le manche se fixe et s'enlève instantanément par la simple manœuvre d'une tirette et peut donc servir pour plusieurs casseroles. Étant isolant, il peut être, en effet, retiré d'une casserole pour être appliquée à une autre si plusieurs mets cuisent à la fois.

Ces casseroles brevetées ont obtenu une médaille d'argent au dernier Concours Lépine.

*Sans radiateur, sans eau,  
une automobile de série monte  
au sommet du Puy de Dôme*

PARTIE de Clermont-Ferrand, une Citroën, strictement de série, a gravi les pentes du Puy de Dôme et est parvenue jusqu'à l'Observatoire, à 1.465 mètres d'altitude, sans radiateur et sans eau. Un représentant de l'Automobile-Club d'Auvergne assistait à la tentative et un constat en bonne et due forme a été dressé par un huissier, également présent.

Qui connaît la région appréciera à sa juste valeur ce bel exploit. La route du Puy de Dôme présente des pentes très raides, de 12 à 15 %, au minimum. Dans la dernière partie du trajet, il n'y a, pour accéder à l'Observatoire, qu'un chemin cahoteux d'une pente de plus de 20 %.

Comment, dès lors, expliquer le succès de cette tentative d'autant plus exceptionnelle que jusqu'à cette expérience, il n'était arrivé au sommet du Puy de Dôme que quatre voitures automobiles.

En effet, en outre des difficultés dues à la raideur des pentes, il se présente, pour le moteur automobile, un inconvénient dû au fait que lorsque l'on atteint une certaine hauteur, la pression atmosphérique présente des variations considérables et les automobilistes inexpérimentés voient souvent leur ascension compromise par suite de difficultés dans la carburation venant s'ajouter aux ennuis dus à l'échauffement excessif du moteur.

Le secret du succès de l'ascension réside dans le fait que, pour diminuer considérablement l'échauffement, il a suffi d'ajouter à l'essence une dose convenable d'une huile spéciale — en l'espèce le « Fire Point » — mélangée à l'essence employée.

L'ascension du Puy de Dôme est un de ces critériums qui se passe de tout commentaire. En effet, le fonctionnement parfait du moteur a été démontré par l'emploi du *superhuilage*, car non seulement l'ascension a été accomplie, mais ensuite la voiture regagna Clermont-Ferrand en accomplissant une randonnée de plus de 70 kilomètres à l'allure régulière des voitures de tourisme. Le moteur, après son démontage, a été reconnu en parfait état de fonctionnement, ne nécessitant aucune réparation quelconque ; enfin — et c'est le point sur lequel nous insistons davantage — il n'y a eu aucun trouble dans la carburation, malgré l'adjonction à l'essence d'un lubrifiant qui aurait pu en dénaturer les propriétés et empêcher le succès de l'expérience.

Les raisons pour lesquelles ce lubrifiant a donné toute satisfaction sont multiples ; elles peuvent être résumées en deux points capitaux :

1<sup>o</sup> Le produit employé était d'une pureté



L'AUTOMOBILE SANS RADIATEUR AU SOMMET DU PUY DE DOME (PRÈS DE L'OBSERVATOIRE)

absolue, ne pouvant occasionner en aucune façon un dépôt quelconque dans le moteur, ni un encrassement nuisible ;

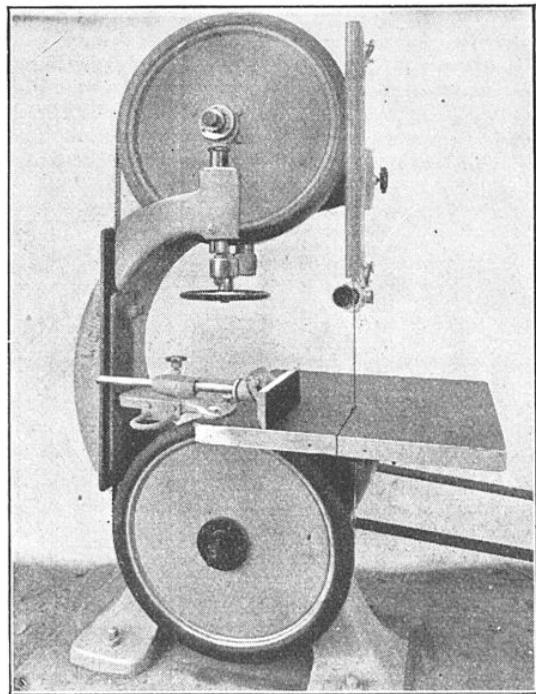
2<sup>o</sup> Ce lubrifiant était concentré à un tel point, qu'une proportion relativement faible a suffi pour graisser les cylindres, pistons et soupapes, de telle façon qu'aucun grippage ne s'est produit.

Conclusion : pour le superhuilage, choisir un produit d'une pureté absolue et un pouvoir de concentration maximum.

### Une scie à ruban à volants pneumatiques

La scie à ruban se compose, on le sait, d'une longue lame d'acier souple, chargée de la coupe du bois, et de deux volants sur lesquels s'enroule le ruban. Les volants sont généralement en fonte et la scie s'appuie sur la partie extérieure de leur jante.

Un nouveau modèle d'appareil de ce type vient d'être imaginé afin de donner à la scie le meilleur rendement possible ! Les volants en acier embouti sont, en effet, ceinturés par un pneumatique monté sur leur jante, et c'est sur la bande de roulement des pneus que repose la scie. Ce dispositif assure une grande douceur et une grande souplesse au mouvement, de sorte que les risques de casser le ruban n'existent plus. En outre, la vitesse de sciage peut être augmentée et

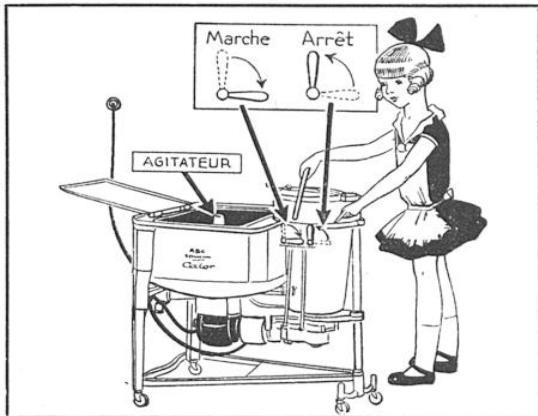


ENSEMBLE DE LA SCIE A RUBAN

atteindre, d'après les constructeurs, deux fois celle des scies ordinaires.

### Une laveuse électrique moderne

Il est devenu banal de dire que la ménagère voit toujours arriver avec appréhension le jour de lessive. Certes, il existe dans les grandes villes des blanchisseries qui se chargent volontiers du lavage du linge. Mais, outre que le prix de revient



LA LAVEUSE ÉLECTRIQUE « CALOR » ET LES MANETTES DE COMMANDES

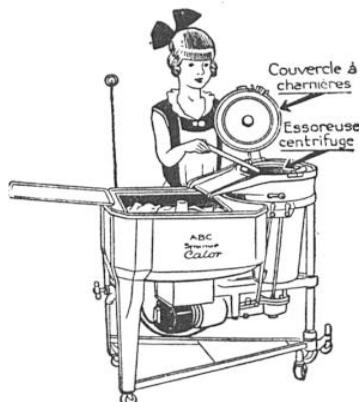
Il suffit d'abaisser la manette pour que le linge se lave et se rince tout seul en quelques minutes, uniquement sous l'action des milliers de vagues savonneuses produites par l'agitateur.

d'une telle opération est très élevé, le linge ne résiste pas longtemps aux traitements physiques et chimiques auxquels il est soumis.

Aussi a-t-on vu apparaître, depuis quelques années, de nombreuses machines à laver domestiques dont le succès, il faut bien l'avouer, n'a pas toujours répondu aux efforts des constructeurs. Etudiant scientifiquement la question, la maison Calor vient, cependant, de mettre au point une nouvelle machine électrique qui répond parfaitement aux besoins du ménage.

Pour détruire l'effet, en l'occurrence les taches, il faut en pénétrer les causes. D'où proviennent donc les taches du linge ? La majorité d'entre elles est constituée par des albumines (blanc d'œuf, sucre, liquides végétaux ou animaux) et des graisses (huile, beurre, suif) qui se sont fixées sur les tissus et sur lesquelles se sont agglomérées les poussières qui nous environnent. Il faut donc dissoudre ces albumines et ces graisses. Rappelons-nous, par conséquent, que les albumines se dissolvent dans l'eau froide ou tiède et n'omettons pas de faire tremper le linge pendant cinq ou six heures dans de l'eau pure ou additionnée de savon ou de cristaux de soude si l'eau est calcaire.

Quant aux graisses, elles sont dissoutes



#### L'ESSOREUSE DE LA MACHINE A LAVER ELECTRIQUE

Le linge lavé est transféré pièce par pièce dans l'essoreuse dont le bec s'oriente soit sur l'évier, soit sur la laveuse. Le linge est essoré en une minute et est ensuite prêt à être étendu.

chine à laver Calor ? Le linge ayant trempé dans l'eau, nous plaçons les pièces dans la cuve-laveuse, aux trois quarts remplie d'eau bouillante savonneuse (pour les lainages et soieries, la température ne dépassera pas 40°). Sous l'action de l'agitateur, mû par un petit moteur électrique, les vagues savonneuses qui se forment pénètrent dans tout le tissu et en chassent les impuretés. Au bout de quelques minutes, l'opération est terminée, le contenu de la cuve (2 kg 500 de linge pesé à sec) est lavé. Avec la même eau, on peut faire six cuvettes successives, soit 15 kilogrammes de linge pesé à sec. Le linge, constamment tenu en suspension dans la cuve aux parois porcelaineées, ne subit aucun frottement autre que sur lui-même, aucune compression, aucune usure.

De la cuve laveuse, le linge est transféré dans l'essoreuse centrifuge. Une manette à manœuvrer et l'eau de savon est chassée sans avoir recours, encore une fois, à aucune compression, à aucun frottement, aucune torsion risquant de le déchirer.

Quant au rinçage, il s'effectue comme le lavage, dans la première cuve remplie d'eau claire. Un dernier essorage et il est prêt à être étendu.

Toutes ces opérations s'effectuent sans aucune fatigue et avec une dépense minime de courant. Si l'on se rapporte au coût du blanchissage du linge donné à l'extérieur et qui, pour

par les alcalis contenus dans le savon, en utilisant alors de l'eau chaude.

Notons, ici, qu'il n'est pas besoin pour cela de faire bouillir le linge dont les fibres de lin et de coton résistent mal à cette cuisson. On objectera peut-être qu'il faut bien le stériliser, mais on sait qu'une stérilisation complète ne s'obtient qu'en autoclave.

Comment utiliserons-nous donc la machine à laver Calor ? Le linge ayant trempé dans l'eau, nous plaçons les pièces dans la cuve-laveuse, aux trois quarts remplie d'eau bouillante savonneuse (pour les lainages et soieries, la température ne dépassera pas 40°). Sous l'action de l'agitateur, mû par un petit moteur électrique, les vagues savonneuses qui se forment pénètrent dans tout le tissu et en chassent les impuretés. Au bout de quelques minutes, l'opération est terminée, le contenu de la cuve (2 kg 500 de linge pesé à sec) est lavé. Avec la même eau, on peut faire six cuvettes successives, soit 15 kilogrammes de linge pesé à sec. Le linge, constamment tenu en suspension dans la cuve aux parois porcelaineées, ne subit aucun frottement autre que sur lui-même, aucune compression, aucune usure.

De la cuve laveuse, le linge est transféré dans l'essoreuse centrifuge. Une manette à manœuvrer et l'eau de savon est chassée sans avoir recours, encore une fois, à aucune compression, à aucun frottement, aucune torsion risquant de le déchirer.

Quant au rinçage, il s'effectue comme le lavage, dans la première cuve remplie d'eau claire. Un dernier essorage et il est prêt à être étendu.

Toutes ces opérations s'effectuent sans aucune fatigue et avec une dépense minime de courant. Si l'on se rapporte au coût du blanchissage du linge donné à l'extérieur et qui, pour

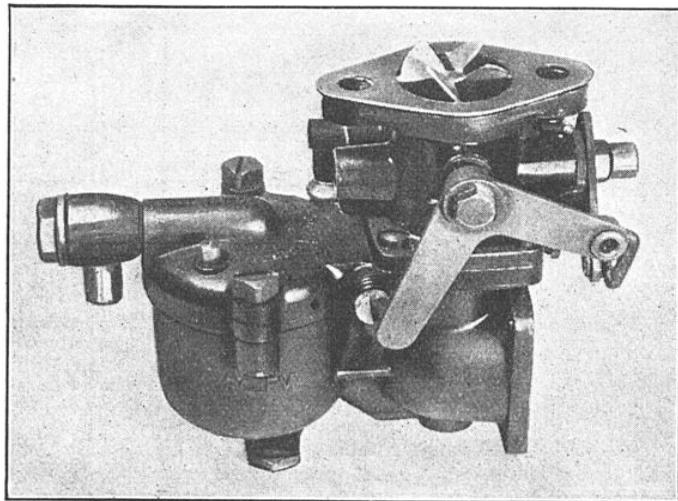
une famille de quatre personnes, revient — d'après les réponses obtenues à un concours organisé par Calor — à 2.900 francs par an, on voit que la laveuse électrique apporte non seulement un confort remarquable, mais encore une économie réelle. Elle se paye d'elle-même en peu de temps. C'est le placement ménager le plus sûr et le plus productif.

La laveuse électrique Calor vous donnera, en outre, l'indépendance absolue dans la maison ; elle économisera vos peines, votre temps, vous conservera la santé, vous donnera des moments de loisir et transformera chez vous le jour monotone et triste de la lessive en un jour de distraction.

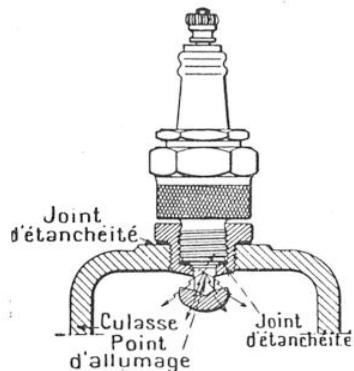
#### Pour un meilleur rendement du moteur à explosions

DEPUIS que le moteur à essence a été inventé, le souci constant des constructeurs a été d'en améliorer le rendement, et il faut reconnaître que les résultats obtenus sont remarquables. Au point de vue de la carburation, on peut résumer ainsi l'historique des techniques mises en œuvre : avant 1900, carburateurs avec chicanes ou champignons de pulvérisation, brasseurs à ailettes, turbines inversées ; de 1900 à 1920, gicleurs à coiffe, puis gicleurs à émulsion d'air ; après 1920, la turbulence obtenue au moyen de culasses spéciales connaît un immense succès car l'inflammation devient quatre fois plus rapide qu'avec un gaz sans rotation.

Il apparaît donc indispensable de réaliser cette turbulence. L'appareil représenté ci-contre, monté sur un carburateur ordinaire, mérite, à cet égard, d'être signalé. Le Gazogyr se compose d'une seule pièce em-



INSTALLATION DU « GAZOGYR » SUR UN CARBURATEUR



VUE EN COUPE DE LA BOUGIE PROTÉGÉE

8/10<sup>e</sup> de millimètre) sur n'importe quelle tubulure de moteur, tourisme, poids lourds, motos, appareils agricoles ou fixes.

Ainsi, grâce à l'inclinaison calculée des ailettes, que l'on devra respecter, le faisceau gazeux est obligé de prendre un mouvement de turbulence giratoire et tourbillonnaire qui, nous l'avons dit, accroît le rendement. De ce fait, il assure une économie de carburant variant de 10 à 20 %. De plus la consommation d'huile se trouve réduite par suppression de la dilution, le carburant liquide ne passant plus du cylindre dans le carter. Enfin, la combustion améliorée supprime le dépôt de calamine, et l'alimentation régulière de tous les cylindres procure une grande souplesse et des reprises énergiques.

Mentionnons encore que l'appareil étant fixe ne subit aucune usure.

Dans un autre ordre d'idées, le même inventeur a mis au point une bougie protégée, représentée en coupe ci-dessus et qui évite l'enrassement et l'auto-allumage. Elle permet d'intensifier le graissage du moteur et d'améliorer le rendement.

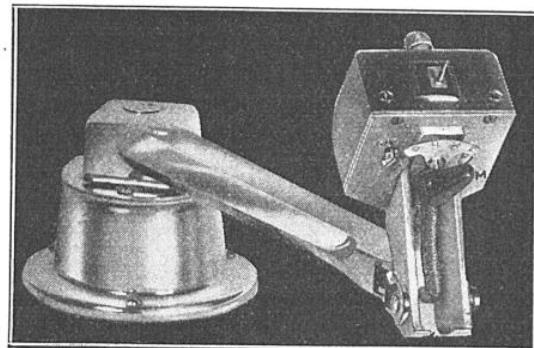
Cette bougie est pratiquement inusable.

### Un coffret pick-up couvrant de 400 à 9.000 ohms

LA multiplicité des types de postes récepteurs de T. S. F., dont les montages varient suivant les constructeurs, rend presque impossible l'adaptation d'un pick-up possédant une impédance donnée. Aussi la plupart des constructeurs de pick-up ont-ils dû établir toute une gamme de récepteurs correspondant à différentes résistances ohmiques et, par conséquent, à différentes impédances.

Pour se procurer un pick-up approprié à son poste, il est donc nécessaire de faire différents essais. Il en résulte, pour les commerçants, une grande perte de temps, ainsi que la nécessité d'avoir un stock important de pick-up, car il est indispensable de posséder trois, quatre ou cinq pick-up à impé-

dit dans une feuille d'alliage spécial au nickel-chrome et comporte une série d'ailettes fixes disposées radialement et inclinées. L'appareil se monte entre la bride d'admission et le carburateur aussi facilement qu'un joint quelconque (son épaisseur, ailettes comprises, n'est que de



VUE DU PICK-UP AVEC LA MANETTE « M », PERMETTANT LE RÉGLAGE PAR MODIFICATION DE SA RÉSISTANCE SELON LE POSTE

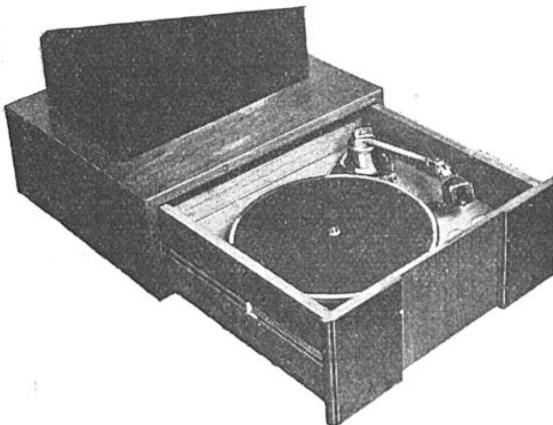
dances différentes d'une même marque.

Ce délicat problème vient cependant d'être résolu par les ingénieurs de la marque « Thorens ». Le nouveau pick-up universel « Omnimix-Thorens » contient en lui-même quatre pick-up différents sous le même volume et la même apparence qu'un pick-up ordinaire. Le pick-up possède en plus, sur sa face postérieure, une petite manette de réglage correspondant à des prises multiples, qui, suivant la position, font varier la résistance du pick-up. La résistance variant suivant le bobinage, il est facile de comprendre que, par suite de cette commutation, le courant passant dans un enroulement modifié à volonté, la résistance sera elle-même modifiée.

Le nouveau pick-up Omnimix-Thorens correspond donc aux différentes résistances suivantes : 400 ohms, 1.800 ohms, 4.500 ohms et 9.000 ohms. On voit par là que ce pick-up couvre les résistances ohmiques nécessaires à son adaptation pratique, depuis la plus faible impédance jusqu'à la plus forte.

Un seul appareil permet donc, sans hésitation, de donner satisfaction.

Il n'est donc pas exagéré d'affirmer que cette invention est vraiment remarquable



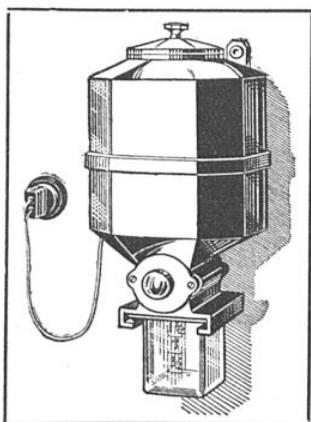
LE COFFRET PIK-UP SOUS LE POSTE

et fait honneur aux techniciens qui l'ont conçue.

Il ne suffit pas cependant d'avoir un excellent pick-up pour posséder une installation complète. La vogue justifiée de ce mode de reproduction, qui a réussi à allier deux anciens ennemis, la T. S. F. et le phono, a incité de nombreux constructeurs à établir des meubles combinés radio-phono. Toutefois, la majorité des sansfilistes possèdent bien un poste, mais non le tourne-disque nécessaire au fonctionnement du pick-up. Si l'emploi d'un ancien phono est, certes, possible, il n'est guère pratique et élégant.

Pour réaliser ce désir, la maison Thorens vient de présenter un coffret en ébénisterie, noyer ou acajou, destiné à être placé sous le récepteur de T. S. F. ou sous l'amplificateur, formant ainsi un socle dont la ligne s'harmonisera avec le poste lui-même. Lorsqu'on désire se servir du pick-up, on ouvre le tiroir du coffret Radiomix qui est prêt pour jouer. Il est muni du fameux moteur à induction, type UV, avec départ et arrêt entièrement automatiques, et du nouveau pick-up à impédances variables, dont nous avons parlé ci-dessus, pour adaptation immédiate sur la généralité des grandes marques de T. S. F. Il est muni également d'une prise de courant, d'un cordon secteur et d'une prise de pick-up, avec un cordon blindé pour le relier à la prise pick-up des postes de T. S. F.

### Moulin à café électrique ménager



LE MOULIN ÉLECTRIQUE  
« GUERNET »

NEUF fois sur dix, on s'aperçoit qu'il n'y a plus de café dans la cafetière au moment du repas. Le peu de temps dont on dispose souvent oblige la ménagère à moudre son café entre deux plats pour que le breuvage parfumé soit prêt immédiatement après le dessert. Grâce à l'électricité, cette opération se fait heureusement toute seule, aujourd'hui, dans d'excellentes conditions. La Maison Guernet vient, en effet, de mettre au point un moulin électrique fort bien conçu pour donner entière satisfaction à tous.

Dans cet appareil, le moteur fait corps avec le moulin, de sorte que la transmission du mouvement s'effectue de la façon la plus simple, au moyen d'une vis sans fin qui assure la démultiplication nécessaire. En

effet, on sait que si le moteur électrique tourne à grande vitesse, la noix du moulin doit, au contraire, tourner assez lentement pour ne pas échauffer le café qui perdrait ainsi une grande partie de son arôme. Les pièces qui constituent l'appareil, usinées avec précision, sont très robustes et ne peuvent se détériorer. Ajoutons que l'ensemble est complètement étanche, tout comme un pont arrière d'automobile.

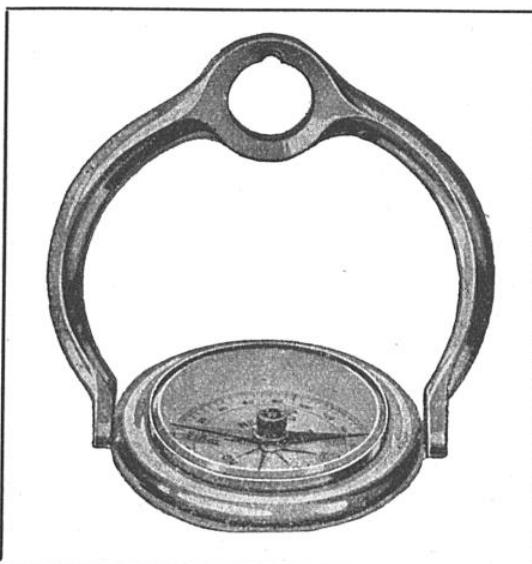
Au point de vue de la présentation, la photographie ci-contre montre l'effort accompli. Entièrement métallique et émaillé blanc ivoire, le moulin électrique peut être placé dans n'importe quelle cuisine. Il suffit d'un coup de chiffon humide pour lui donner l'aspect du neuf.

Quant à l'organe broyeur, c'est une noix en fonte acierée trempée, qui donne d'excellents résultats. Le moteur, de son côté, étudié particulièrement par M. Guernet, spécialisé depuis vingt ans dans ce domaine, est parfaitement au point tant en ce qui concerne la durée que le rendement et le silence.

### Tout le monde sourcier

LES recherches de sources, de gisements, de minéraux, de trésors, etc., au moyen de la détection humaine, sont fondées, on le sait, sur les radiations particulières émises par l'eau, les métaux, etc. Les radiations perçues par les personnes naturellement douées se traduisent par les mouvements, soit de la baguette, soit du pendule.

Tout le monde ne peut donc s'improviser sourcier. C'est précisément pour ceux qui n'ont aucune aptitude à la découverte des



L'APPAREIL « MAGNÉTIC RÉVÉLATOR » PERMET DE DÉCELER LES SOURCES

gisements qu'a été créé le petit appareil représenté page 86. Il se compose, on le voit, d'une boussole dont la monture forme une sorte d'étrier. Bien entendu, à part l'aiguille aimantée, toutes les parties métalliques de l'appareil sont en bronze phosphoreux non magnétique.

Dès lors, il suffit de suspendre le pendule à une ficelle d'environ 25 centimètres de long, tenue entre le pouce et l'index de la main droite, le bras gauche étant tendu, pour que le mouvement oscillant que l'opérateur communique à l'appareil se transforme en mouvement circulaire. Un léger apprentissage permet bien vite d'interpréter les phénomènes observés. Voici une simple expérience qui démontre aisément la sensibilité de l'appareil : l'opérateur étant sur une nappe d'eau, l'appareil tourne. Si, de la main gauche, l'opérateur touche un flacon plein d'eau, l'appareil s'arrête.

V. RUBOR.

#### Adresses utiles pour les « A côté » de la science

*Disjoncteurs électriques : Ste G<sup>e</sup> DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES ET MÉCANIQUES (ALSTHOM), 38, avenue Kléber, Paris (16<sup>e</sup>).*

*Turbo-agitateurs : M. RENÉ MORITZ, 3, avenue de Pomereu, Chatou (Seine-et-Oise).*

*Casseroles pour camping : M. FOUCHER, 46, rue des Acacias, Champigny-sur-Marne (Seine).*

*Superhuilage des moteurs : « FIRE POINT », EXCLUSIVITÉ EMPIRE OIL, 6, rue de Lisbonne, Paris (8<sup>e</sup>).*

*Scie à ruban : M. WILLIAM GILLET, 144, cours du Médoc, Bordeaux (Gironde).*

*Laveuse électrique : SOCIÉTÉ CALOR, 200, rue Boileau, Lyon (Rhône).*

*Moteur à explosions : MM. MÉTAILLIER ET C<sup>e</sup> 54, rue Louis-Blanc, Courbevoie (Seine).*

*Coffret pick-up : M. DIÉDRICHS, 13, rue Bleue, Paris (9<sup>e</sup>).*

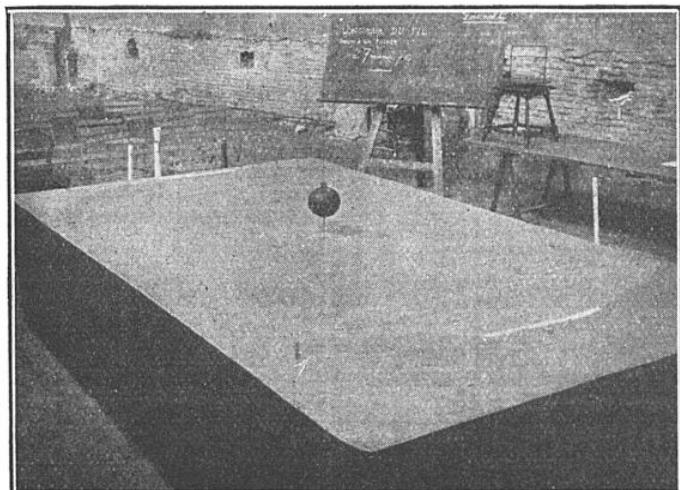
*Moulin à café électrique : M. GUERNET, 245, avenue Georges-Clemenceau, Nanterre (Seine).*

*Pour déceler les sources : M. SWEERTS PÈRE, 36 ter, rue de La Tour-d'Auvergne, Paris (9<sup>e</sup>).*

## LE RENOUVELLEMENT DE L'EXPÉRIENCE DE FOUCAL

ON connaît la célèbre expérience que Foucault effectua au Panthéon, en 1831, pour démontrer la rotation de la Terre (1). Elle était basée sur l'indépendance du plan d'oscillation d'un pendule, malgré la torsion du fil qui le supporte. Le pendule de Foucault était suspendu par un fil de 67 m 24, et chaque oscillation double durait 16 s 4. Sous la boule était disposée une pointe qui venait affleurer, à chaque oscillation, un anneau de sable. La rotation de la Terre faisait que le pendule, oscillant toujours dans un même plan, écrétait peu à peu l'anneau de sable.

Cette expérience vient d'être renouvelée au 66<sup>e</sup> Congrès des Sociétés Savantes, à Toulouse, par la Société d'Astronomie populaire de cette ville. La tour de l'église des Jacobins (chapelle du Lycée) fut utilisée à cet effet. La longueur totale du pendule (boule de 16 kg 600 suspendue à un fil d'acier), depuis le point d'accrochage jusqu'à



L'EXPÉRIENCE DU PENDULE DE FOUCAL QUI VIENT D'ÊTRE RENOUVELÉE A TOULOUSE

l'extrémité très effilée du stylet, était de 27 m 70. La suspension était réalisée de la manière suivante : sur une plaque horizontale de bois dur, trouée au centre, était fixée une cuvette en duralumin dans laquelle s'emboîtait exactement un double roulement à billes très sensible et destiné à absorber les effets de torsion possibles du fil. Dans le centre de ce roulement passait un boulon dont l'écrou reposait sur la face supérieure du roulement, la face inférieure s'appuyant sur un épaulement du boulon. Son extrémité inférieure était munie d'une chappe dans laquelle était une petite

poulie en bronze, sur laquelle reposait le fil.

Cette poulie était orientée exactement dans le plan d'oscillation du pendule. Au départ, le pendule se mouvait de l'ouest à l'est. Sur une table de 3 mètres de long était placée une couche de sable très fin.

En employant du talc à la place du sable, on obtint une trace très nette du pendule sur la table.

J. M.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 6, page 359.

# CHEZ LES ÉDITEURS <sup>(1)</sup>

## PHYSIQUE

LES FONDEMENTS DE LA RELATIVITÉ GÉNÉRALE ; THÉORIE UNITAIRE DE LA GRAVITATION ET DE L'ÉLECTRICITÉ ; SUR LA STRUCTURE COSMOLOGIQUE DE L'ESPACE, par *Albert Einstein*. Prix franco : France, 36 fr. 75 ; étranger, 38 fr. 75.

L'UNIVERS EN EXPANSION, par *Henri Mineur*. Prix franco : France, 13 fr. 25 ; étranger, 15 fr. 25.

LES THÉORÈMES DE CONSERVATION DANS LA THÉORIE DES CHOCS ÉLECTRONIQUES, par *L. Goldstein*. Prix franco : France, 10 fr. 25 ; étranger, 12 fr. 25.

LA DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE PAR LES ULTRASONS, par *L. Brillouin*. Prix franco : France, 11 fr. 25 ; étranger, 13 fr. 25.

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, par *Jean Perrin*. Prix franco : France, 7 fr. 25 ; étranger, 9 fr. 25.

## ASTRONOMIE

DIX LEÇONS D'ASTRONOMIE, par *E. Esclangon*. Prix franco : France, 26 fr. 75 ; étranger, 29 fr. 50.

Cet ouvrage contient les conférences que l'éminent directeur de l'Observatoire de Paris a prononcées par T. S. F. Après avoir rappelé le rôle considérable de l'astronomie dans les civilisations ancienne et moderne, au double point de vue philosophique et scientifique, l'auteur en retrace les diverses étapes et indique les grands problèmes actuels ainsi que leurs solutions.

## CHIMIE

TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE, par *A. E. Tchibabine*. Deux vol. Prix franco : Tome I : France, 124 francs ; étranger, 131 francs. — Tome II : France, 103 francs ; étranger, 110 francs.

Cet ouvrage complet a pour but, non seulement de présenter un manuel pour les étudiants des cours supérieurs de chimie, mais également un cours capable de développer, chez les futurs chimistes, l'indépendance d'esprit indispensable aux chercheurs. Toutes les nouveautés que la chimie organique a vu éclore depuis le début du siècle, grâce aux progrès de l'expérimentation physique aussi bien que chimique, sont passées en revue. Bien que d'un niveau élevé, ce traité est néanmoins accessible à tous ceux qui veulent perfectionner leurs connaissances.

## SCIENCES APPLIQUÉES

NOTIONS PRATIQUES DE SOUDURE AUTOGÈNE OXY-ACÉTYLÉNIQUE ET D'OXY-COUPAGE. Prix franco : France, 7 fr. 25 ; étranger, 9 fr. 25.

L'enseignement de la soudure autogène est concrétisé dans cet ouvrage de telle manière qu'il constitue vraiment les leçons pratiques de soudure autogène.

Les notions pratiques sont suivies de cinquante questions et problèmes de la pratique avec leurs réponses et de cent questions sans réponses.

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par *La Science et la Vie*, au reçu du montant correspondant au prix indiqué pour chaque volume.

## TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

### FRANCE ET COLONIES

Envoyé simplement affranchis.....	{ 1 an ..... 45 fr. 6 mois ... 23 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an ..... 55 fr. 6 mois... 28 —
-----------------------------------	--	------------------------	---------------------------------------

### ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

*Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envoyé simplement affranchis.....	{ 1 an ..... 80 fr. 6 mois... 41 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an .... 100 fr. 6 mois... 50 —
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------	---------------------------------------

Pour les autres pays :

Envoyé simplement affranchis.....	{ 1 an ..... 70 fr. 6 mois... 36 —	Envoyé recommandé.....	{ 1 an ..... 90 fr. 6 mois... 45 —
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------	---------------------------------------

*Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.*

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X<sup>e</sup>  
CHÉQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. — Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

# CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS

## Pour visiter LES

# GORGES DU TARN

partez de

# ROCAMADOUR

Rocamadour, dans une situation merveilleuse, pèlerinage célèbre et centre parfait d'excursions dans le Haut-Quercy, est aussi le meilleur point de départ pour un voyage aux **Gorges du Tarn** au moyen du circuit automobile organisé par la C<sup>ie</sup> d'Orléans. Un ensemble de sites pittoresques relie en effet le Haut-Quercy, à cette région si curieuse et le circuit ramène le voyageur par le beau pays de l'Albigeois et du Rouergue.

Le circuit fonctionne du 4 Juin au 12 Septembre 1933 ; il permet notamment la visite du Gouffre de Padirac, de Conques, de la vallée du Lot, des Gorges du Tarn entre Sainte-Enimie et Le Rozier, de la Grotte de l'Aven Armand, de Millau et Saint-Affrique, d'Albi, de Villefranche de Rouergue et Cahors, des décors changeants du panorama d'Ambialet et des vallées du Lot et du Célé.

PRIX DE TRANSPORT POUR LE PARCOURS COMPLET : **445** fr.

(Supplément de 12 fr. pour le trajet en barque de la Malène au cirque des Baumes)  
Parcours partiels acceptés dans la mesure des places disponibles aux étapes.

Pour renseignements et billets, s'adresser notamment : aux Agences de la C<sup>ie</sup> d'Orléans, 16, Boulevard des Capucines et 126, Boulevard Raspail ou à la Maison de France, 101, Avenue des Champs-Elysées, à Paris ; au bureau de Tourisme de l'Union Nationale des Agences de Voyages à la gare de Paris-Quai d'Orsay ; aux principales gares du réseau d'Orléans ; à M. LALO, à Gramat ou à Rocamadour-gare (Lot) ; aux principales Agences de Voyages.

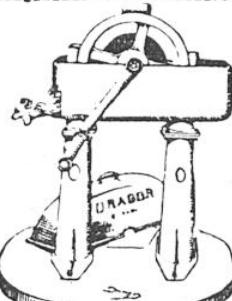
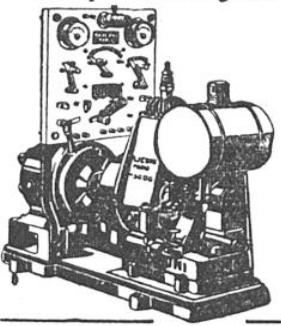
## Groupe électrogène ou Moto-Pompe

RAJEUNI

Bien que minuscule, ce Groupe est de la même excellente qualité que les autres appareils construits par les Etablissements RAJEUNI. Il comporte la perfection résultant d'essais et expériences continus. La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et inégalable.

Catalogue n° 182 et renseignements sur demande.

119, r. St-Maur, PARIS-XI<sup>e</sup>  
Tél. : Oberkampf 52-46



## DRAGOR

Elévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds. A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au 1<sup>er</sup> tour de manivelle. Actionné par un enfant à 100 m. de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Contrairement aux autres systèmes, utilise pas de pouille de fond. - Donné 2 mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - Garanti 5 ans.

## Elévateurs DRAGOR

LE MANS (Sarthe)

Pour la Belgique : 39, allée Verte - Bruxelles

Voir article, n° 83, page 446.

Un document unique :

## LA TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

des VINGT ANS de

LA

SCIENCE  
ET LA VIEEST PARUE

Tous les sujets scientifiques depuis le début du siècle ont été traités dans les

VINGT MILLE

premières pages de *La Science et la Vie*.

Cette Table, de près de 400 pages, se trouve en vente (à nos bureaux) au prix de ... 20 fr.

Franco recommandé, France et Colonies ... 22,95

Franco recommandé, Etranger ... 25 fr.

*La première Table décennale, parue en 1923, ayant été rapidement épaisse, nous engageons vivement nos lecteurs à acquérir dès maintenant cet important ouvrage.*

13, RUE D'ENGHEN, PARIS (10<sup>e</sup>)

LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ

8 GRANDS PRIX  
8 HORS CONCOURS  
MEMBRE DU JURY  
DEPUIS 1910

**PAIL'MEL**

POUR CHEVAUX  
ET TOUT BÉTAIL

ASSEZ SUR LES JACS  
PAIL'MEL  
M.L.  
TOURY

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE & LOIR,  
Reg. Comm. Chartres B.41)

REPLIER tout SOI-MÊME  
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU  
est une distraction  
à la portée de tous  
Outilage et Fournitures générales  
Notice illustrée franco contre 1 fr.  
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

**INVENTEURS**  
Pour vos  
**BREVETS**  
Adresssez-vous à : ROGER PAUL, Ingénieur-Conseil  
35, rue de la Lune, PARIS (2<sup>e</sup>) Brochure gratis !



### La "RéBo"

Petite Machine à Calculer

FAIT TOUTES OPÉRATIONS

Vite - Sans fatigue - Sans erreurs

INUSABLE - INDÉTRAQUABLE

En étui portefeuille façon cuir..... 50 fr.

En étui portefeuille beau cuir..... 75 fr.

Socle pour le bureau..... 18 fr.

Bloc chimique spécial..... 8 fr.

Modèle en étui cuir, avec socle

et bloc (Recommandé)..... 100 fr.

Envoi immédiat, franc contre remb., en France

Etranger: Paiement d'avance, port en sus, 4 fr. par machine ou par socle

S. REYBAUD, 37, rue Sénaç, MARSEILLE

(CHÈQUES POSTAUX 90-63)

### LES TURBO-AGITATEURS

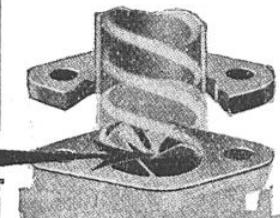
créent dans les masses liquides les plus diverses un **brassage incomparable.**



MODÈLES FIXES,  
PORTATIFS,  
OU DE LABORATOIRE,  
EN TOUS MÉTAUX

**RENÉ MORITZ**  
3, avenue de Pomereu, 3  
CHATOU (S.-&-O.)

Un accessoire vraiment moderne  
**"GAZOGYR"**



SPÉCIALITÉS  
**A. M.**

Le kilomètre plus vite, plus aisément et moins cher.

Nouveau mode d'application de la turbulence.

Rien de commun avec les turbines rotatives qui s'usent rapidement dans le courant gazeux qu'elles freinent en affaiblissant le moteur.

Meilleur rendement thermique, économie de carburant 10 à 20 %, réduction de la consommation d'huile, suppression de la calamine, alimentation rationnelle et régulière de tous les cylindres.

Livré prêt à monter ..... 42. »  
à la commande

Livré prêt à monter ..... 45. »  
contre remboursement

(Indiquer la marque et le type du véhicule)  
GARANTIE. — Remboursement sous 8 jours en cas de non satisfaction.

SPÉCIALITÉS A. M., 54, r. Louis-Blanc  
COURBEVOIE (Seine)

Voir l'article dans ce numéro, page 84

Pour le maximum de puissance de votre moteur  
*Voici les meilleurs atouts*



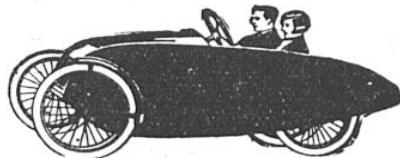
**SEGMENTS**  
**H. GRENIER**

Médaille d'or Exposition Coloniale Paris 1931

**Vincent PRIOTTI**  
17, rue Carnot, LEVALLOIS. Tél. : Pereire 13-14, 20-21

4.000.000 de segments répartis en 11.000 dimensions  
B. C. 405.132

### UN VÉLO-VOITURE



### LE VÉLOCAR

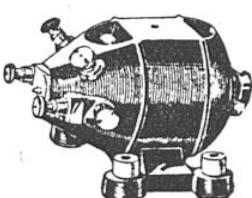
Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette  
2 PERSONNES, 3 VITESSES

Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)

**MOCHE**, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)

### LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELLES  
DE FAIBLE PUISSE

oo

**L. DRAKE**, Constructeur  
240 bis, Bd Jean-Jaurès  
BILLANCOURT  
Téléphone : Molitor 12-39

**LE ROBINET-FILTRE  
SENÉE**



se pose instantanément,  
donne à la fois  
l'eau brute et l'eau  
parfaitement  
stérilisée.  
Demandez notice aux  
**Etab. SENEE**  
49, rue de la Chine, Paris (20<sup>e</sup>)  
Tél. : Ménilmontant 45-44

..... PROPULSEURS HORS-BORD .....

**ARCHIMÈDES**

MOTEURS A RÉGIME LENT  
POUR TOUS BATEAUX  
Plaisance - Tourisme - Transport

MIEUX QUE PROMESSES !!!!  
**ARCHIMÈDES** offre  
VINGT ANS D'EXPÉRIENCE  
DE NOMBREUSES RÉFÉRENCES  
UNE GARANTIE D'UN AN  
Adoptés par la Marine, les Eaux et Forêts, les Ponts et Chausées, les Colonies.  
DEMANDEZ NOTICE 23 A  
"ARCHIMÈDES"  
27, Quai Augagneur, LYON



LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX  
*Documentation la plus complète et la plus variée*

# EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

**ABONNEMENTS**

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE .....	Trois mois... 20 fr. Six mois... 40 fr. Un an..... 76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois... 25 fr. Six mois... 48 fr. Un an..... 95 fr.
BELGIQUE .....	Trois mois... 36 fr. Six mois... 70 fr. Un an..... 140 fr.
ÉTRANGER .....	Trois mois... 50 fr. Six mois... 100 fr. Un an..... 200 fr.

**SPÉCIMEN FRANCO  
sur demande**

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,  
par mandat ou chèque postal  
(Compte 5970), demandez la liste et  
les spécimens des

**PRIMES GRATUITES  
fort intéressantes**



**TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES  
DES MISSIONS ÉTRANGÈRES**  
*Garantis non triés, vendus au kilo*  
Demandez les notices explicatives  
au Directeur de l'Office des  
Timbres-Poste des Missions, à  
PIBRAC, près Toulouse  
(Haute-Garonne)

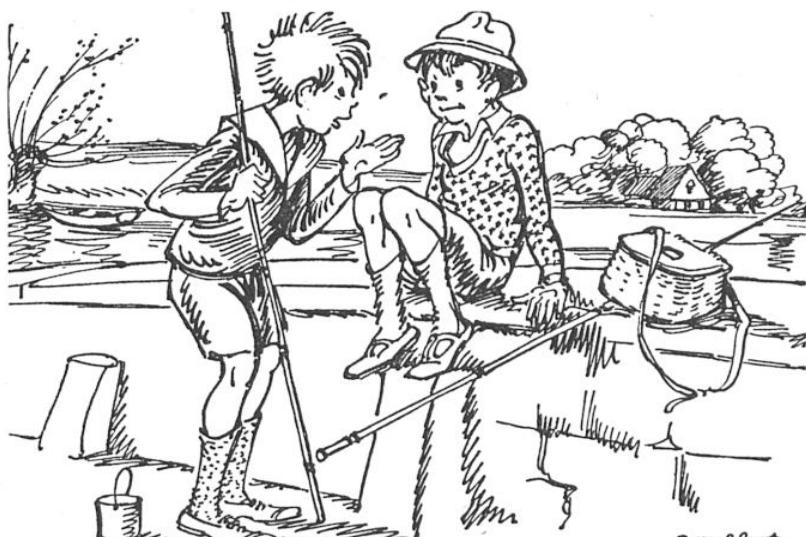
**MANUEL-GUIDE GRATIS**  
**INVENTIONS**  
*OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS*  
Dépôt de Marques de Fabrication  
**H. BOETTCHER fils, Ingénieur-Conseil, 21, Rue Cambon, Paris**

**CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS**

**ACCÉLÉRATION DES TRAINS RAPIDES  
DE FIN DE JOURNÉE**

**Paris-Bordeaux et Bordeaux-Paris**  
à partir du 15 Mai 1933

Paris-Quai d'Orsay, dép. 17 h. 15 - Bordeaux-Saint-Jean, arr. 23 h. 45 (au lieu de 23 h. 59).  
Bordeaux-Saint-Jean, départ 17 h. 10 (au lieu de 17 heures) — Paris-Quai d'Orsay, arrivée 23 h. 45 (au lieu de 23 h. 59).  
Wagon-Restaurant Paris-Bordeaux-Saint-Jean et vice-versa.



— Mais, mon vieux, y a des poissons qui ont des dents, pourquoi su'on n'échapperait pas au Dentol ?

Le **DENTOL**, eau, pâte, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Crée d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

# Dentol

CADEAU Pour recevoir gratuitement et franco un échantillon de **DENTOL** il suffit d'envoyer à la Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, son adresse exacte et bien lisible, en y joignant la présente annonce de *La Science et la Vie*.

**GRANDS RÉSEAUX DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS****BILLETS  
d'Aller et Retour ordinaires  
FACULTÉ D'ARRET**

Les porteurs de billets d'aller et retour ordinaires ont maintenant la faculté de s'arrêter *deux fois* pour un parcours total de 400 kilomètres au moins, *quatre fois* pour 800 kilomètres et *six fois* pour 1.200 kilomètres.

Ces arrêts peuvent avoir lieu : soit tous à l'aller, soit tous au retour; soit les uns à l'aller et les autres au retour.

L'obligation, jusqu'ici imposée au voyageur, de prendre avant son départ, soit à l'aller, soit au retour, ses bulletins d'arrêt pour toutes les gares où il désirait s'arrêter est maintenant supprimée. Le voyageur peut désormais, à son choix, soit prendre tous ses bulletins d'arrêt au moment de son départ, soit prendre à la gare de départ de chaque trajet d'aller ou de retour les bulletins d'arrêt afférents à ce trajet, soit, enfin, prendre seulement un bulletin d'arrêt pour la première gare d'arrêt et désigner ensuite à chaque gare d'arrêt le point d'arrêt suivant. Le bulletin d'arrêt délivré pour chaque arrêt donne lieu à la perception d'une taxe de 4, 3 ou 2 francs, selon que le voyage s'effectue en 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> classe.

Il est rappelé que la durée de validité des billets d'aller et retour n'est pas augmentée du fait de ces arrêts.

---

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES,  
S'ADRESSER AUX GARES ET BUREAUX DES GRANDS RÉSEAUX  
AINSI QU'AUX AGENCES DE VOYAGES

---

# LA CARRIÈRE DE VÉRIFICATEUR DES POIDS ET MESURES<sup>(1)</sup>

## La Fonction

Le service des Poids et Mesures a pour but d'assurer la loyauté des transactions commerciales. La mission peut se résumer ainsi :

- 1<sup>o</sup> Maintenir l'emploi exclusif d'un seul système de mesures : le système métrique décimal ;
- 2<sup>o</sup> Vérifier les instruments de mesure neufs, avant leur mise en vente ;
- 3<sup>o</sup> Contrôler périodiquement les instruments de mesure en service chez les commerçants et industriels et ordonner la réparation des instruments défectueux ;
- 4<sup>o</sup> Surveiller l'emploi des appareils de mesure dans le débit des marchandises et réprimer les fraudes quantitatives.

A ce rôle, à la fois technique et répressif, s'ajoute un rôle fiscal : taxation des poids et mesures possédés par les personnes assujetties à la vérification. Le service des Poids et Mesures est aussi chargé de la surveillance des appareils susceptibles d'être employés à la frappe des monnaies, et ses agents sont compris parmi ceux qui peuvent relever les infractions aux règlements concernant la police du roulage.

## Avantages de la carrière

**Travail intéressant.** — Le travail des Vérificateurs des Poids et Mesures présente un réel intérêt. L'étude des dispositifs nouveaux et souvent très ingénieux employés dans les appareils de mesure (exemple : balances et bascules automatiques, appareils de pesage continu sur transporteurs, distributeurs d'essence automatiques, etc.), est une des plus attrayantes pour un esprit curieux et amateur de mécanique. La visite des usines assujetties au contrôle du Vérificateur lui permet d'acquérir une foule de notions utiles sur les produits fabriqués, les machines employées, les procédés de fabrication, etc...

**Travail sain.** — La profession réunit, dans une juste proportion, l'exercice physique et le travail de bureau, pour le plus grand bien de la santé des agents.

**Déplacements en automobile.** — Pour effectuer leurs tournées dans les communes rurales, les Vérificateurs ont une carte de circulation sur les chemins de fer (2<sup>e</sup> classe), mais beaucoup d'entre eux possèdent une automobile et il est question d'augmenter les indemnités actuelles pour frais de tournées, de manière à généraliser ce mode de transport. A noter que l'Administration met à la disposition des agents chargés du contrôle des distributeurs d'essence, une voiture 10 ch, conduite intérieurement.

**Indépendance.** — Le Vérificateur des Poids et Mesures est, dans sa circonscription, un véritable Chef de Service. Jouissant d'une grande indépendance, il organise ses tournées comme il l'entend, sous la seule réserve d'en faire approuver l'itinéraire par l'Inspecteur Régional.

**Considération.** — Le Vérificateur jouit d'une grande considération près des industriels et commerçants d'une part, près du public, d'autre part. Pour les premiers, il est le conseiller technique qui renseigne sur la valeur et l'exactitude des instruments ; pour le second, il est le défenseur des intérêts du consommateur, l'agent qui veille au bon poids et à la bonne mesure. Le Vérificateur a d'ailleurs le sentiment d'assurer une tâche utile et il en éprouve une légitime satisfaction qui a bien son prix.

**Choix d'un poste.** — L'Administration s'est efforcée jusqu'ici de donner, dans la plus large mesure, satisfaction aux agents qui demandent à être nommés dans une région de leur choix. Lorsqu'un Vérificateur se trouve dans un poste à sa convenance, il peut y passer toute sa carrière, s'il le désire, car l'avancement n'entraîne pas un changement de résidence : la classe de l'agent est attachée à la personne et non au poste occupé.

**Congés.** — Comme tous les fonctionnaires, les Vérificateurs des Poids et Mesures ont droit à trois semaines de congé par an.

En cas de maladie, ils peuvent obtenir trois mois de congé à plein traitement et trois mois à demi-traitement.

**Emoluments (1).**

**Avancement (1).**

**Retraite (1).**

(1) La nature de la fonction de Vérificateur des Poids et Mesures aux Colonies est la même que celle de Vérificateur des Poids et Mesures en France. Pour le Maroc, les limites d'âge sont de 21 à 40, ou plus, suivant les services militaires. **AUCUN DIPLOME EXIGÉ.** Renseignements gratuits par l'**École Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris, 7<sup>e</sup>.**

